EIFFAGE AMENAGEMENT / AIRE NOUVELLE

LES CATHEDRALES DU RAIL

SAINT–DENIS

MISSION DE MAITRISE D'OEUVRE URBAINE ET OPERATIONNELLE

PERMIS D'AMENAGER
PA14

ETUDE D'IMPACT

MAITRISE D'OUVRAGE

SAS DES CATHEDRALES DU RAIL – EIFFAGE AMENAGEMENT / AIRE NOUVELLE – EQUANS

MAITRISE D'OEUVRE / GROUPEMENT DE CONSULTANTS

D & A	ARCHITECTURE URBANISME ET PAYSAGE	10 Villa Nieuport – 75 013 Paris
COLOCO	PAYSAGISTES	213 rue du faubourg saint Antoine, 75011 Paris
GROUPE MERLIN	BET VRD	TOUR A – FLEXIBURO, 130 rue du 8 mai 1945 – CS30077 92023 Nanterre Cedex

REDACTION ETUDE

TERAO	AMO ENV	37 rue de Lyon – PARIS 75012

INDICE	DATE	MODIFICATION
A	27/02/26	Première émission

FORMAT
A4

27/02/2026

EMETTEUR	PROJET	PHASE	TYPE DOC.	NIVEAU	ECHELLE	INDICE
D&A	CATH	PA	NOTICE	AME	SO	A

Etude d'impact environnemental

Les Cathédrales du Rail, SAINT-DENIS (93)

Février 2026

Référence du document	TR19-786-2_EIFFAGE – CDR_Etat Initial Etude d'impact		
Distribution	SAS Cathédrales du Rail		
Version I Date	Les Cathédrales du rail – Saint-Denis (93)		23/02/2026
Rédigé par	Mathieu KERRIEN mkerrien@terao.fr 07 80 90 71 32	Margaux TABELLA mtabella@terao.fr 06 11 21 37 72	Sofia HURTADO spatinohurtado@terao.fr 07 57 60 05 57
Vérifié par	Margaux TABELLA Directrice Aménagement et Projets Urbains		
Date de dépôt	27/02/2026		

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES 3

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS 6

1.PREAMBULE 16
1.1. Contexte du projet et ses objectifs 16
1.2. Objet du présent document 18
1.3. Identification des pétitionnaires 18
1.4. Situation réglementaire du projet 19
1.4.1. L'étude d'impact et son contenu 19
1.4.2. Autres procédures réglementaires concernées 20
1.5. Identification des rédacteurs de l'étude d'impact 22

2.ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT 24
2.1. Préambule 24
2.1.1. Principes de l'état initial 24
2.1.2. Méthodologie d'élaboration de l'état initial 24
2.1.3. Périmètre du projet et aire d'étude 24
2.2. Contexte territorial 28
2.2.1. Contexte territorial et institutionnel 28
2.2.2. Contexte règlementaire 29
2.3. Histoire du site et mode d'occupation du sol 35
2.4. Evolution urbaine du quartier 38
2.5. Climat 41
2.5.1. Climatologie 41
2.5.2. Projections et adaptation au changement climatique 42
2.5.3. L'effet Îlot de chaleur urbain 42
2.6. Milieu physique 46
2.6.1. Contexte topographique 46
2.6.2. Contexte géologique 47
2.6.3. Contexte hydrogéologique 51
2.6.4. Contexte hydrographique 58
2.6.5. Risques naturels 58
2.6.6. Synthèse et enjeux 64
2.7. Milieu naturel 65
2.7.1. Zonages réglementaires du patrimoine naturel 65
2.7.2. Zonages d'inventaires du patrimoine naturel et autres zonages non réglementaires 66
2.7.3. Continuités et fonctionnalités écologiques 67
2.7.4. Relevés faunistiques et floristiques 69
2.7.1. Synthèse et enjeux 82
2.7.2. Zone humide 84
2.8. Paysage et patrimoine 87
2.8.1. Contextes paysagers intercommunal et communal 87
2.8.2. Paysage du site des Cathédrales du Rail 89
2.8.3. Paysage des abords du projet 90
2.8.4. Patrimoine bâti et archéologique 94
2.8.5. Synthèse et enjeux 96
2.9. Milieu humain et socio-économique 97
2.9.1. Population et habitat 97
2.9.2. Activité économique 98
2.9.3. Equipements publics 101
2.9.1. Synthèse et enjeux 104
2.10. Accessibilité et déplacements 105
2.10.1. Documents cadres : Plan de déplacements urbains en Ile-de-France (PDUIF) et Plan Local de Mobilité (PLM) de Plaine-Commune 105
2.10.2. Déplacements des habitants 106
2.10.3. Réseau viaire du territoire 106
2.10.4. Accessibilité en transport en commun existants et projetés 112
2.10.5. Synthèse et enjeux 117
2.12. Cadre de vie et santé 120
2.12.1. Risques anthropiques 120
2.12.2. Risque pyrotechnique 123
2.12.3. Sites et sols pollués 123
2.12.4. Risque amiante 132
2.12.5. Qualité de l'air 135
2.12.1. Ambiance sonore 148
2.12.2. Environnement lumineux 159
2.12.3. Nuisances olfactives 159
2.12.4. Nuisances électromagnétiques 159
2.12.6. Synthèse et enjeux 161
2.13. Réseaux d'eau 162
2.13.1. Alimentation en eau potable et usages de l'eau superficielle sur la commune 162
2.13.2. Documents cadres sur l'assainissement des eaux usées et eaux pluviales 162
2.13.3. Réseau d'assainissement des eaux usées 165
2.13.4. Synthèse et enjeux 165
2.14. Réseau d'énergie et potentiels en énergie renouvelables (ENR) mobilisables 166
2.14.1. Réglementations environnementales 166
2.14.2. Documents cadres sur l'énergie 166
2.14.1. Solutions d'approvisionnement 167
2.14.2. Synthèse et enjeux 172
2.15. Gestion des déchets 173
2.15.1. Cadre réglementaire 173
2.15.2. Gestion des déchets sur le territoire de Plaine Commune 173
2.15.3. Economie circulaire 173
2.15.4. Synthèse et enjeux 175
2.16. Synthèse des principaux enjeux du site et de leur hiérarchisation 176

3.DESCRIPTION, VARIANTES ETUDIEES, JUSTIFICATION DU PROJET ET COMPATIBILITE AVEC LES PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES 183
3.1. Contexte du projet et ses objectifs 183
3.1.1. Description 183
3.1.2. Programmation 183
3.1.3. Objectifs du projet 183

3.1.4. Objectifs environnementaux 183
3.2. Justification du choix du site 184
3.3. Analyse d'optimisation de la densité 185
3.4. Les variantes locales d'aménagement/fonctionnement 186
3.5. Présentation du projet d'aménagement retenu 191
3.5.1. Principe général d'implantation 191
3.5.2. Principes paysagers et espaces publics – Le Parc 195
3.5.3. Principe de nivellement et de gestion hydraulique 210
3.5.4. Typologie architecturale 212
3.5.5. Principes de mobilité et desserte 214
3.5.6. Principes de stationnement 216
3.5.7. Gestion des déchets 217
3.5.8. Eaux usées et eau potable 217
3.5.9. Eclairage public et trame noire 217
3.5.10. Choix énergétiques étudiés et retenues pour le quartier 218
3.5.11. Analyse du cycle de vie du projet 222
3.6. Plans des réseaux 223
3.7. Montage du projet 224
3.7.1. Montage réglementaire du projet 225
3.7.2. Aménagement de la lisière de biodiversité 227
3.8. Calendrier prévisionnel du projet 231
3.8.1. Phasage des travaux de la lisière de biodiversité 231
3.8.2. Phasage de travaux du projet des Cathédrales du Rail 233

4. VULNERABILITE DU PROJET AUX CHANGEMENT CLIMATIQUES ET AUX CATASTROPHES MAJEURS 235
4.1. Le risque majeur 235
4.2. Risques naturels et enjeux du changement climatique dans le cadre du projet 235
4.3. Rappel de la conclusion sur l'exposition du site face aux aléas climatiques 236
4.3.1. Aléas retenus pour le site d'étude au regard de son contexte géographique et météorologique 236
4.3.2. Evaluation de l'exposition du projet face aux aléas climatiques retenus selon les éléments de l'état initial 236
4.4. Sensibilité du projet d'aménagement aux aléas climatiques naturels 237
4.4.1. Sensibilité du projet à la chaleur 238
4.5. Evaluation de la vulnérabilité du projet d'aménagement face aux aléas climatiques 245
4.6. Vulnérabilité du projet aux risques anthropiques 246

5. ANALYSE DU DEVENIR DES ENJEUX ET SENSIBILITES DU TERRITOIRE 248

6. DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES 253
6.1. Principes du dossier d'incidences 253
6.1.1. Objet du chapitre 254
6.2. Phase chantier : impacts et mesures Eviter-Réduire-Compenser (ERC) 255
6.2.1. Eléments de contexte sur le projet en phase travaux 255
6.2.3. Organisation du chantier et mesures globales d'évitement et de réduction des impacts négatifs du projet 257
6.2.4. Effets temporaires sur les usagers du secteur et les compagnons en matière de santé et sécurité et mesures ERC conséquentes 260
6.2.5. Effets temporaires sur le climat et mesures ERC conséquentes 261
6.2.6. Effets temporaires sur le sol et le sous-sol et mesures ERC conséquentes 261
6.2.7. Effets temporaires sur les eaux souterraines et superficielles et mesures ERC conséquentes 271
6.2.8. Effets temporaires sur la biodiversité et mesures ERC conséquentes 273
6.2.9. Effets temporaires sur une éventuelle zone humide et mesures ERC conséquentes 280
6.2.10. Effets temporaires sur le paysage et le patrimoine et mesures ERC conséquentes 280
6.2.11. Effets temporaires sur le contexte socio-économique et mesures ERC conséquentes 281
6.2.12. Effets temporaires sur le trafic, la circulation et le stationnement et mesures ERC conséquentes 281
6.2.13. Effets temporaires sur les usagers du secteur et les compagnons en matière de santé lié à la présence d'amiante et mesures ERC conséquentes 283
6.2.14. Effets temporaires sur la qualité de l'air et mesures ERC conséquentes 284
6.2.15. Effets temporaires sur l'environnement sonore et mesures ERC conséquentes 285
6.2.16. Effets temporaires sur les ressources locales et mesures ERC conséquentes 287
6.2.17. Effets temporaires sur la production et la gestion des déchets et mesures ERC conséquentes 287
6.2.18. Impact carbone du chantier et mesures ERC conséquentes 289
6.3. Synthèse des principaux impacts du projet en phase chantier 290
6.4. Phase exploitation : impacts et mesures ERC 297
6.4.1. Effets permanents sur les risques naturels et conditions climatiques et mesures ERC conséquentes 297
6.4.2. Effets permanents du projet sur les sols, sous-sols et mesures ERC conséquentes 298
6.4.3. Effets permanents sur les eaux superficielles et de ruissellement et mesures ERC conséquentes 300
6.4.4. Effets permanents sur les eaux souterraines et mesures ERC conséquentes 300
6.4.5. Effets permanentes sur les réseaux d'eau pluviales et eaux usées et mesures ERC conséquentes 301
6.4.6. Effets permanents sur l'eau potable et mesures ERC conséquentes 302
6.4.7. Effets permanents sur le milieu naturel et mesures ERC conséquentes 302
6.4.8. Effets permanents sur le paysage et le patrimoine et mesures ERC conséquentes 304
6.4.9. Effets permanents sur la mobilité, trafic, la circulation et le stationnement et mesures ERC conséquentes 305
6.4.10. Effets permanents sur l'environnement sonore du projet et impact éventuels sur la santé des habitants et mesures ERC conséquentes 308
6.4.11. Effets permanents sur la qualité de l'air du secteur du projet et mesures ERC conséquentes 312
6.4.12. Effets permanents sur les risques anthropiques du projet 315
6.4.13. Effets permanents sur la gestion des déchets et mesures ERC conséquentes 316
6.4.14. Impacts carbone du projet et mesures ERC conséquentes 316
6.4.15. Effets permanents sur la ressource énergétique et mesures ERC conséquentes 317
6.5. Synthèse des principaux impacts du projet en phase exploitation 318

7. COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES 323
7.1. Chiffrage estimatif des mesures compensatoires sur la lisière de biodiversité 323
7.2. Chiffrage estimatif des mesures compensatoires à des emplacements complémentaires 323
7.3. Bilan financier des études et travaux d'aménagement 324

8. INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000 326

9. ANALYSES DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS 328
9.1. Cadre réglementaire 328
9.2. Projets retenus et impacts cumulés pressentis 328
9.3. Tableau de synthèse des incidences cumulées 329

10. DESCRIPTION DES METHODES UTILISEES ET DES DIFFICULTES RENCONTREES 334
10.1. Démarche de réalisation de l'étude 334
10.1.1. Méthodes utilisées pour la réalisation de l'étude d'impact 334
10.1.2. Présentation des esquisses étudiées et du projet retenu 334
10.1.3. Description de l'état initial 334
10.1.4. Identification et évaluation des effets 334
10.2. Description des méthodes de prévisions utilisées 334
10.2.1. Géologie et hydrogéologie 334

10.2.2. Risque pyrotechnique 341
10.2.3. Climatologie et changement climatique 342
10.2.4. Milieu naturel et paysage 342
10.2.5. Milieu humain et urbain 344
10.2.6. Etude trafic, circulation et stationnement 344
10.2.7. Environnement sonore 345
10.2.8. Air et Santé 346
10.2.9. Energie et approvisionnement en ENR 346
10.2.10. Emission de gaz à effet de serre et impact carbone 347
10.3. Description des difficultés rencontrées 347

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Plan de localisation du site des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024 16

Figure 2 : Cartographie des domanialités des terrains sur le site à l'échelle du projet urbain et du Permis d'Aménager – D&A, COLOCO, Merlin 16

Figure 3 : Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024 17

Figure 4 : Photo de site, TERAO, juillet 2023 17

Figure 5 : Cartographie des zones mises en défens durant la phase de défrichement préalable - BIOCOR 21

Figure 6 : Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024 24

Figure 7 : Aire d'étude immédiate du site, TERAO, 2024 25

Figure 8 : Aire d'étude rapprochée, TERAO, 2023 26

Figure 9 : Aire d'étude éloignée, TERAO, 2024 27

Figure 10 : Carte des 7 quartiers de la commune de Saint-Denis, Wikipédia 28

Figure 11 : Plan de situation du projet à l'échelle de la commune, TERAO 2024 29

Figure 12 : Carte des Projets à l'échelle de la métropole, SCoT de la Métropole du Grand Paris, 2023 30

Figure 13: Extrait du règlement graphique - Plan du zonage détaillé Saint-Denis (Sud), Révision du PLUi Plaine Commune, 2025 32

Figure 14 : Extrait du règlement graphique - Plan du zonage détaillé de Saint-Denis Sud – Révision du PLUi Plaine Commune – 16/12/2025 33

Figure 15 : Extrait du règlement graphique - Plan des périmètres d'obligation de mixité sociale, Révision du PLUi Plaine Commune, 16/12/2025 33

Figure 16 : Plan des secteurs de servitude de taille minimale de logements, Révision du PLUi Plaine Commune, 16/12/2025 34

Figure 17 : Extrait du règlement graphique – Plan des servitudes d'utilité publique, Révision du PLUi de Plaine Commune, 16/12/2025 34

Figure 18 : Extrait du règlement graphique - Trame verte et bleue Saint-Denis (sud) – PLUi de Plaine Commune 35

Figure 19 : Photographie historique avant suppression des voies d'accès - Permis d'aménager 35

Figure 20 : Vue oblique du site des Cathédrales du Rail depuis le Sud du site 36

Figure 21 : Historique des bâtiments des Cathédrales du Rail, Roux Ingénierie, François Chatillon architectes, SNCF Immobilier, 2018 36

Figure 22 : Evolution des cathédrales au fil du temps, Roux Ingénierie, François Chatillon architectes, SNCF Immobilier, 2018 36

Figure 23 : Démolition de l'ilot ThyssenKrupp, février 2024 37

Figure 24 : Projet des Cathédrales du Rail, TERAO 2023 37

Figure 25 : Carte de Cassini (1756-1815), Géoportail 38

Figure 26 : Carte de l'Etat Major (1820-1866), Géoportail 38

Figure 27 : Carte industrielle et commerciale de Saint-Denis issue de l'annuaire « Le Tout Saint Denis », 1920 39

Figure 28 : Photo aérienne 1950-1965, IGN 39

Figure 29 : Photographie aérienne 2000-2005, IGN 39

Figure 30 : Photo aérienne 2006-2010, IGN 40

Figure 31 : Chronique des températures pour l'année 2021 référencée au droit de la station Le Bourget, Infoclimat 2021 41

Figure 32 : Chronique pluviométrique pour l'année 2021 référencée au droit de la station au Bourget, Infoclimat 2021 41

Figure 33 : Diagramme des heures d'ensoleillement, Infoclimat 2021 42

Figure 34 : Rose des vents de Saint-Denis, Meteoblue, 2021 42

Figure 35 : Illustration des facteurs de l'ICU, Météo France 43

Figure 36 : Thermographie du 7 aout 2020, APUR 43

Figure 37 : Image aérienne du site en période estivale, Géoportail 43

Figure 38 : Photographies du cœur du site, EIFFAGE Aménagement, 2024 44

Figure 39 : Profils altimétriques au droit de la parcelle étudiée, Géoportail, ATLAS Géotechnique, Etude G2 AVP, juin 2024 46

Figure 40 : Vue depuis la partie centrale du site, TERAO, 2023 46

Figure 41 : Dénivelé léger chemin des Petits Cailloux, TERAO 2023 46

Figure 42 : Carte géologique de la ville de Saint-Denis, BRGM 47

Figure 43 : Extrait de la carte lithologique simplifiée, InfoTerre 47

Figure 44 : Plan d'implantation des sondages (ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G1 PGC, juin 2024) 48

Figure 45 : Plan d'implantation des sondages, ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G2 AVP, juin 2024 49

Figure 46 : Extraits de commentaires de diagrammes de pénétration dynamique (profondeur et Résistance Dynamique de pointe), ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G2 AVP, juin 2024 49

Figure 47 : Essais de perméabilités réalisés sur le site, ATLAS Géotechnique, G1 PGC , juin 2024 50

Figure 48 : Essais de perméabilités réalisés sur le site, ATLAS Géotechnique, étude G2 AVP, juin 2024 50

Figure 49 : Résultats des essais d'identification GTR et essais CBR, ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G2 AVP, juin 2024 50

Figure 50 : Résultats des analyses physico-chimiques, ATLAS Géotechnique, étude G2 AVP, juin 2024 51

Figure 51 : Résultats de l'essai d'aptitude au traitement GTS, ATLAS Géotechnique, Etude G2 AVP, juin 2024 51

Figure 52 : Ecoulement des eaux souterraines et localisation des piézomètres au droit du site (rapport ARCADIS, 2012) 52

Figure 53 : Carte piézométrique, TESORA, Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire 2017 53

Figure 54 : Relevés piézométriques de janvier 2016 et décembre 2017, TESORA, Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire 2017 53
Figure 55 : Carte piézométrique de décembre 2018, Note d'avancement SOLEO, mars 2019 54
Figure 56 : Carte piézométrique de janvier 2019, Note d'avancement SOLEO, mars 2019 54
Figure 57 : Niveaux piézométriques relevés dans les ouvrages de contrôle, SOLEO, Note trimestrielle de février 2020 54
Figure 58 : Carte de repérage des piézomètres, VEOLIA (Sarpi ThinkTech), Rapport trimestriel octobre 2023 55
Figure 59 : Evolution des niveaux statiques relevés entre novembre 2020 et octobre 2023, VEOLIA (Sarpi ThinkTech), Rapport trimestriel octobre 2023 55
Figure 60 : Carte de l'état chimique des masses d'eau souterraine, Eau Seine Normandie 56
Figure 61 : Limites de qualités réglementaires pour la qualité de l'eau potable, ARS Île de France 56
Figure 62 : Cartographie de l'usage des eaux souterraines, InfoTerre BRGM 57
Figure 63 : Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie, SIGES Seine Normandie, BRGM 57
Figure 64 – Contexte hydrologique, Géoportail 58
Figure 65 : Schéma explicatif de la notion de bon état des eaux de surface, Eaufrance 58
Figure 66 : Cartographie des zones de TRI, Géorisques 59
Figure 67 : PPRI Saint-Denis, préfetecture de Seine-Saint-Denis 59
Figure 68 : Cartographie de sensibilité face au risque de remontée de nappes, Département des services techniques direction de l'eau et de l'assainissement, Plaine Commune, 17/04/2019 60
Figure 69 – dalle en béton pour le stockage, TERAO 2023 61
Figure 70 - Site existant à l'état de friche végétalisée, TERAO 2023 61
Figure 71 : Historique des catastrophes naturelles pour la commune de Saint-Denis. Géorisques 2025. 61
Figure 72 : Périmètre du risque de dissolution du gypse à Saint-Denis, PLUi Plaine Commune, Servitudes d'utilité publique, mis en compatibilité en 2021 61
Figure 73 : Plans de localisation des zones d'anomalies de gypse, Atlas Géotechnique, septembre 2025 62
Figure 74 : Cartographie de sensibilité au retrait-gonflement des argiles, Géorisques 2025 62
Figure 75 : Cartographie des zones Natura 2000 ZPS et ZSC à proximité de la commune de Saint-Denis, Géoportail 2019 65
Figure 76 : Cartographie des ZNIEFFs à proximité du site – Biocor, 2023 66
Figure 77 : Extrait de la carte du SRCE d'Ile-de-France 67
Figure 78 : Composantes et corridors de la TVB de Plaine Commune (TVB de Plaine Commune, URBANECOSCOP, 2015) 68
Figure 79 : Armature verte publique de Plaine Commune, SCoT, Plaine Commune, Département et Région 69
Figure 80 : Calendrier de visite pour le suivi écologique du site des Cathédrales du Rail à Saint-Denis, BIOCOR, novembre 2023 69
Figure 81 : Visites effectuées dans le cadre de l'étude faune-flore, BIOCOR, novembre 2023 70
Figure 82 : Périmètre de l'étude faune-flore, Biocor 2024 70
Figure 83 : Photographie de la zone de travaux annexes adjacente à l'aire d'étude, Biocor 2024 70
Figure 84 : Carte des habitats du site, Biocor, 2024 72
Figure 85 : Drave des murailles, Biocor 2024 73
Figure 86 : Espèces à enjeu repérées sur le site, Diagnostic faune-flore Biocor, 2024 74
Figure 87 : Localisation de la flore remarquable sur le site, Diagnostic faune-flore Biocor, 2024 74
Figure 88 : Espèces végétales invasives présentes sur le site, Biocor 2024 74
Figure 89 : Plan de repérage des arbres à l'état existant - BIOCOR, COLOCO - Permis d'aménager 75
Figure 90 : Cartographie des oiseaux nicheurs sur le site, Biocor 2024 76
Figure 91 : Photographies de quelques oiseaux repérés sur le site, Biocor 2024 76
Figure 92 : Localisation de l'entomofaune remarquable sur le site, Biocor 2024 78
Figure 93 : Observations de la macrofaune des sols sur le site, Biocor 2024 78
Figure 94 : Localisation des pierriers existants sur le site, Biocor 2024 79
Figure 95 : Photographies de pierriers existants sur le site, Biocor 2024 79
Figure 96 : Images prises par les pièges photographiques du Hérisson d'Europe, du Rat commun et de la Martre des pins sur le site, Biocor 2024 80
Figure 97 – Cartographie des enjeux du site, Biocor 2024 83
Figure 98 : Cartographie des zones humides recensées à proximité de la zone d'étude (Source : Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides, 2014) 84
Figure 99 : Localisation des sondages pédologiques du 12 juin 2024, BIOCOR 85
Figure 100 : Zones de présence des espèces végétales indicatrices de zone humide, étude BIOCOR de juin 2024 85
Figure 101 : Cartographie du grand paysage : une plaine de confluence au contact de la Seine, TVB de Plaine Commune, Altern Paysage 2014 87
Figure 102 : Plan de la Trame verte et bleue- PLUi Plaine Commune 88
Figure 103 : Les domaines paysagers de Plaine Commune (TVB de Plaine Commune, Altern Paysage, 2014) 88
Figure 104 : Vue sur le quartier Franc Moisin/ Bel Air/ Stade de France de l'Ouest, Plaine Commune 88
Figure 105 : Vue sur les cathédrales depuis le groupe scolaire Niki de Saint Phalle au sud du site (février 2023) 89
Figure 106 : Vue sur le site depuis le groupe scolaire Aimé Césaire à l'Est du site (février 2023) 89
Figure 107 : Localisation cartographique des prises de vue à l'intérieur du site 89
Figure 108 : Vue sur la grande cathédrale depuis le groupe scolaire Aimé Césaire à l'Est du site (février 2023) 90
Figure 109 : Vue sur la grande cathédrale depuis la partie centrale du site (juillet 2023) 90
Figure 110 : Vue sur la grande cathédrale depuis l'entrée de la rue du Bailly (mars 2024) 90
Figure 111 : Vue sur l'ancien ilot ThyssenKrupp après destruction, à l'est du site (mars 2024) 90

Figure 112 : Vue au Nord depuis la grande plaine (Coloco, 2019)..... 90
Figure 113 : Vue de la limite Ouest depuis la grande Plaine (Coloco, 2019) 90
Figure 114 : Vue aérienne du site relevé LIDAR (Hamel, 2023) 90
Figure 115 : Vue vers le Nord de la rue du Bailly depuis le parvis de l'école élémentaire..... 91
Figure 116 : Vue vers le Nord sur le site et le stade de France depuis le ciel au niveau de l'avenue du Président Wilson (Air-images, 2023) 91
Figure 117 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 118 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 119 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 120 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 121 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 122 : Photo du terre-plein sur l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 123 : Photo de la rue du Bailly, TERAO, 2024 92
Figure 124 : Photo du carrefour entre l'Avenue du Président Wilson et les rues du Bailly et du Landy, TERAO, 2024 92
Figure 125 : Photo de la rue du Bailly, TERAO, 2024 92
Figure 126 : Photo de la rue du Bailly, TERAO, 2024 92
Figure 127 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024 92
Figure 128 : Photo de la rue du Landy à proximité du RER D, TERAO, 2024..... 92
Figure 129 : Photo de la place du Front Populaire, TERAO, 2024..... 93
Figure 130 : Photo du mail Jean Zay, TERAO, 2024 93
Figure 131 : Photo des bâtiments Avenue George Sand, TERAO, 2024..... 93
Figure 132 : Photo de la rue Waldeck Rochet, TERAO, 2024..... 93
Figure 133 : Photo de la rue Waldeck Rochet, TERAO, 2024..... 93
Figure 134 : Photo de la place du Front Populaire et des aménagements paysagers, TERAO, 2024..... 93
Figure 135 : Photo de la place du Front Populaire et du marché, TERAO, 2024 93
Figure 136 : Photo de la place du Front Populaire, TERAO, 2024..... 93
Figure 137 : Photo de la place du Front Populaire et des aménagements paysagers, TERAO, 2024..... 93
Figure 138 : Plan des servitudes d'utilité publique, PLUi Plaine Commune 2019..... 94
Figure 139 – Eglise Notre-Dame-des-Vertus à Aubervilliers, Wikipédia 94
Figure 140 – Ancienne manufacture d'allumettes d'Aubervilliers, Wikipédia..... 94
Figure 141 -Château de Saint-Ouen-sur-Seine, Wikipédia..... 94
Figure 142- Eglise de Saint-Ouen-le-Vieux, Wikipédia..... 94
Figure 143 : Zones de saisine à Saint-Denis, O.Puaux, DRAC-Sra Ile-de-France, 2004..... 95
Figure 144 : Taux de pauvreté par tranche d'âge du référent fiscal en 2020, INSEE..... 99
Figure 145 : Centre commercial Basilique, Google Street View..... 99
Figure 146 : Itinéraire vélo du site d'étude au centre commercial, Google Maps 2023..... 100
Figure 147 : Centre commercial le Millénaire, Wikipédia..... 100
Figure 148 : Itinéraire vélo du site d'étude au centre commercial Le Millénaire, Google Maps 2024 100
Figure 149 : Croisement de la rue du Bailly et de l'Avenue du Président Wilson, Google Street view..... 101
Figure 150 – Pharmacie de la Plaine et Brasserie, Avenue du Président Wilson, Google Street view..... 101
Figure 151 Laboratoire et poste, intersection entre la rue de la Montjoie et l'Avenue du Président Wilson, Google Street view..... 101
Figure 152 : Marché de la Plaine Saint-Denis, Page Facebook du marché 101
Figure 153 : Carte des commerces de proximité dans l'aire d'étude immédiate, TERAO 2023 101
Figure 154 : Stade du Landy, Ville de Saint-Denis..... 102
Figure 155 : Maison du tennis de table La Raquette, catalogue de préparation Paris 2024 102
Figure 156 : Médiathèque Don Quichotte, Plaine Commune..... 102
Figure 157 : Square des Acrobates, Plaine Commune..... 103
Figure 158 : Figure 170 : Carte de synthèse des équipements à proximité du site d'étude, TERAO 2023 103
Figure 159 : Schéma cyclable de Plaine Commune - Avril 2023 105
Figure 160 : Part des moyens de transport utilisés pour se rendre au travail en 2020, INSEE 106
Figure 161 – Les projets routiers en Ile-de-France, PDUIF de la Métropole du Grand Paris (2014) 106
Figure 162 : Chemin des Petits Cailloux, Google Street View 2023 107
Figure 163 : Rue du Bailly, Google Street View 2023..... 107
Figure 164 - Carte des infrastructures viaires à proximité du site, TERAO, 2023 107
Figure 165 : Sens de circulation des infrastructures viaires à l'échelle de l'aire d'étude immédiate, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024 108
Figure 166 : Localisation des points de comptages directionnels, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024..... 108
Figure 167 : Situation actuelle aux heures de pointe du matin, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024 109
Figure 168 : Situation actuelle aux heures de pointe du soir, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024..... 110
Figure 169 : Points de charge pour véhicules électriques en 2024 – Plan local de mobilité 2025-2030 – Plaine Commune 110
Figure 170 : Stationnement payant en 2024 – Plan local de mobilité 2025 – 2030 – Plaine Commune 110
Figure 171 : Pistes cyclables à proximité de la zone d'étude, Plaine Commune, 2022..... 111
Figure 172 : Aménagements cyclables existants à proximité du site, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024... 112
Figure 173 : Réseau de transports collectifs existant et en projet..... 112
Figure 174 : Futures lignes de bus en site propre d'Ile de France (2014)..... 113
Figure 175 : Carte des différents arrêts de bus à proximité du site, OpenStreetMap 114

Figure 176 : Itinéraire pour rejoindre l'arrêt Saint-Denis Porte de Paris du T8 via le bus 153 115

Figure 177 : Tracé de la ligne de Métro 12 (Moovit) 115

Figure 178 : Itinéraire pour se rendre du site à la station de métro Aubervilliers Front Populaire à pied, Google Maps 116

Figure 179 : Réseau de transports en commun à Saint-Denis, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024 117

Figure 180 : Carte de synthèse de l'offre de transport à proximité du site (TERAO, 2023) 117

Figure 181 : Schéma de référence pour l'évolution du réseau de transport collectif lourd à terme, Une Fabrique de la Ville, 2017, Diagnostic et enjeux du PLUi de Plaine Commune 118

Figure 182 : Carte des communes concernées par un PPRT, Géorisques 120

Figure 183 : Activités industrielles, de service et installations classées, Géorisques 121

Figure 184 : Installations industrielles rejetant des polluants, Géorisques 122

Figure 185 : Cartographie des canalisations de matières dangereuses, Géoportail 122

Figure 186 : Accidents survenus sur site selon Infoterre.brgm.fr 123

Figure 187 : Carte interactive des sites industriel à proximité du site d'étude, Géorisques 123

Figure 188 – Cartographie des sites CASIAS (ex-BASIAS), Géorisques 124

Figure 189 Plan synthétique des informations recueillies lors des différentes consultations, Etude historique et de vulnérabilité TESORA, 2015 125

Figure 190 : Valeurs maximales enregistrées par la sonde MIP/HPT dans chacun des sondages, Diagnostic GOLDER Associates, novembre 2019 126

Figure 191 : Dispositions recommandées par le Plan de gestion réalisé par ICF en 2023 127

Figure 192 : Carte des iso-concentrations mesurées en COHV, Plan de gestion CIF, 2022 127

Figure 193 : Schéma conceptuel de l'usage futur étudié (commerces sur site et école hors site), Diagnostic environnemental complémentaire, ICF, 2022 128

Figure 194 : Cartographie de la zone impactée en gaz du sol à traiter, Plan de gestion ICF, 2022 129

Figure 195 : Cartographie de la zone impactée dans les eaux souterraines à traiter, Plan de gestion CIF, 2022 129

Figure 196 : Localisation des installations potentiellement polluantes et plan d'implantation des sondages, Diagnostic de pollution chimique des sols BURGEAP, 2009 130

Figure 197 : Cartographie de la pollution en COHV dans les sols - Zone 14 - Source ICF - Cité par VALGO 130

Figure 198 : Synthèse des impacts en HCT en zone 10 - TESORA - Cité par VALGO 131

Figure 199 : Cartographie des COHV dans les eaux souterraines - Sources 14 et 15 - IV+CF - Cité par VALGO 131

Figure 200 : Plan de la barrière hydraulique en place en aval de la source 15 - GRC Valtec - Cité par VALGO 131

Figure 201 : Synthèse des teneurs dans les gaz du sol - TESORA - Cité par VALGO 132

Figure 202 : Photographies des éléments contenant de l'amiante repérés visuellement, étude Iramiante de 2016 132

Figure 203 : Photographies et repérage par prélèvement de zones contenant de l'amiante dans la petite nef, étude Iramiante de 2016 133

Figure 204 : Repérage d'amiante sur les toitures par prélèvement, étude Iramiante de 2016 133

Figure 205 : Liste des matériaux contenant de l'amiante repérés sur site, étude Allodiagnostic de 2015 133

Figure 206 : Présence d'amiante (Fibres d'amiante de type chrysotile) sur un joint mastic de vitre repéré sur la façade, étude de FMDC Diagnostics de 2022 134

Figure 207 : Matériaux ou produits contenant de l'amiante repérés par l'étude FMDC Diagnostics de 2022 134

Figure 208 : Plan de repérage des matériaux du bungalow contentant de l'amiante, Dossier technique amiante SNCF de 2018 134

Figure 209 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE Île-de-France, Etude TECHNISIM du 15 décembre 2023 136

Figure 210 : Répartition des émissions de GES par secteur, en TeqCO2, Diagnostic Climat Air Energie de Plaine Commune, 2020 137

Figure 211 – Evolution des émissions annuelles de l'EPT Plaine Commune en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2019 (source : Données Airparif) 138

Figure 212 - : Bilan des émissions annuelles pour l'établissement public territorial « Plaine Commune » (estimations faites en 2022 pour l'année 2019) (source : Données Airparif) 138

Figure 213 : Localisation des stations de mesure AirParif par rapport au projet, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 139

Figure 214 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon), Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 140

Figure 215 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015] – Etat initial TECHNISIM 141

Figure 216 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10 (en haut) et du nombre de jours où la concentration en PM10 est supérieure à 50 µg/m3 (en bas), en 2022, AirParif, Etude de qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023 142

Figure 217 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO_2 (en haut) et en PM2,5 (en bas), en 2022, AirParif, Etude de qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023 142

Figure 218 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en benzène en 2020 (en haut) et nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure au seuil de protection de la santé : 120 µg/m3 sur 8 heures en 2022 (en bas), AirParif, Etude de qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023 143

Figure 219 : Bilan pour l'année 2022 des dépassements des recommandations de l'OMS selon l'exposition des habitants d'Ile de France, AirParif 143

Figure 220 : Cumul des nuisances environnementales en 2021 (Source : Institut Paris Région), Etude de qualité de l'air TECHNISIM décembre 2023 144

Figure 221 : Jardins familiaux/partagés/potagers au sein de la zone d'étude, étude qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023 144

Figure 222 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique ; état actuel, étude de qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023 145

Figure 223 : Localisation des points de mesure in situ, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 145

Figure 224 : Synthèse des enjeux, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 147

Figure 225 : Echelle des niveaux sonores, Bruitparif 148

Figure 226 : Cartographie du bruit cumulé aux alentours du site, Bruitparif 2017 150

Figure 227 : Classement sonore des infrastructures de transports terrestres de Seine-Saint-Denis, DRIEAT, 2026 .. 151

Figure 228 : cartographie du dépassement de seuil réglementaire pour le bruit ferroviaire 152

Figure 229 : cartographie du dépassement de seuil réglementaire pour le bruit routier 152

Figure 230 : Courbe d'environnement sonore réalisée en 2007 par le Département de Seine-Saint-Denis 152

Figure 231 : Carte de croisement bruit/densité de population, PPBE Plaine Commune 153

Figure 232 : Valeurs limites de bruit selon la réglementation française, Bruitparif, Métropole du Grand paris, décembre 2019 153

Figure 233 : Carte des habitants par commune en situation de dépassement des valeurs limites pour le bruit routier, Rapport d'étude des impacts sanitaires du bruit des transports de la zone dense de la région Ile-de-France, Bruitparif, février 2019 153

Figure 234 : Carte des habitants par commune en situation de dépassement des valeurs limites pour le bruit ferroviaire, Rapport d'étude des impacts sanitaires du bruit des transports de la zone dense de la région Ile-de-France, Bruitparif, février 2019 154

Figure 235 : Carte des zones calmes de Plaine-Commune, PPBE, novembre 2013 154

Figure 236 – Localisation des points de mesure acoustique lors de la campagne de 2023 et de 2019 d'Impédance 155

Figure 237 : Vue 3D du modèle acoustique en situation existante, Impédance 2023 156

Figure 238 : Niveaux sonores diurnes de l'état initial du site à 4m du sol (dB(A)), étude acoustique Impédance, octobre 2023 157

Figure 239 : Niveaux sonores nocturnes de l'état initial du site à 4m du sol (dB(A)), étude acoustique Impédance, octobre 2023 157

Figure 240 : Niveaux sonores en façades des bâtiments de l'état initial du site (dB(A)), étude acoustique Impédance, octobre 2023 158

Figure 241 : cartographie de la brillance de surface du ciel ou fond du ciel au zenith, Light Pollution Map Info, 2022 (crédits : NASA's VIIRS/NPP Lunar BRDF-Adjusted Nighttime Lights Yearly, EUMETSAT, NOAA, MOSDAC/SAC/ISRO, CIRA, Wikipedia, World atlas 2015, The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. GFZ Data Services, Science Advances. 2016) 159

Figure 242 : Carte des sites radioélectriques à proximité du site, Cartoradio 2023 160

Figure 243 : les bassins versants du SAGE Croult-Enghien-Vieille Mer et leurs caractéristiques, SAGE Croult-Enghien-Vieille Mer, Tome 1 du PAGD 163

Figure 244 : Bassins versants du SAGE Croult-Enghien-Vieille mer, Règlement du SAGE, 2020 163

Figure 245 : Réseau hydrographique et bassins versants de Plaine Commune (Département de la Seine-Saint-Denis, IAU-IDF, BD Carthage et IGN TOPO 164

Figure 246 : Principaux réseaux d'assainissement de Plaine Commune autour du site, PLUI de Plaine Commune, Règlement du Zonage d'assainissement et zonage pluvial de Plaine Commune 165

Figure 247 : Consommations d'énergies finales par secteur sur le territoire de Plaine Commune, Bilan Energie et Bilan Carbone® du territoire de Plaine Commune, septembre 2008 166

Figure 248 : Production de chaleur d'origine renouvelable ou de récupération en 2014, hors UIOM (source : ROSE) 167

Figure 249 : Consommations d'énergie sur le territoire de Plaine Commune, Bilan Energie et Bilan Carbone® du territoire de Plaine Commune, septembre 2008 167

Figure 250 : Carte des réseaux électriques sur la commune de Saint-Denis, OpenInfraMap 2023 168

Figure 251 : Carte des réseaux de gaz de ville sur la commune de Saint-Denis, Agence ORE, 2023 168

Figure 252 : Sources d'énergie alimentant le réseau de chaleur, France Chaleur Urbaine 169

Figure 253 : Réseaux de chaleur et de froid aux alentours du site (source France Chaleur Urbaine) 169

Figure 254 : cartographie des zones favorable au développement éolien au lien, DRIEAT Ile-de-France en 2023 171

Figure 255 : Cartographie des sites de méthanisation en Ile-De-France, Agence Régionale Energie Climat, Institut Paris Région, 2023 172

Figure 256 : Évolution de la collecte des ordures ménagères et assimilées (PLUi Plaine Commune, Etat initial de l'Environnement, 2020) 173

Figure 257 : Fréquence de collecte en porte à porte à Plaine Commune, PLUi Plaine Commune, Etat initial de l'Environnement, 2020 174

Figure 258 : Les cathédrales du rail au cœur de la transformation du territoire 184

Figure 259 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange nord - D&A 187

Figure 260 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange Nord – D&A 187

Figure 261 : Etudes de variantes - Accès à la composante verticale du ciel de l'Ilot Parc - TERAO - T 188

Figure 262 : Etudes de variantes - Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 décembre – TERAO 188

Figure 263 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 mars/septembre - TERAO 188

Figure 264 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'Ilot Parc au 21 juin - TERAO 188

Figure 265 : Reduction d'incidences de bruits sur la vie du quartier 189

Figure 266 : Evolution du plan de masse 2020-2022. D&A 189

Figure 267 : Gains moyens estimés par étage exposé aux voies ferrées, en fonction de la hauteur du merlon, Etude acoustique, Impédance, janvier 2026 189

Figure 268 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Ancienne version – D&A 190

Figure 269 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Version du Plan Directeur – Janvier 2026 – D&A 190

Figure 270 : Principe général d'implantation 191

Figure 271 : Points d'ouverture du nouveau quartier 191

Figure 272 : Plan masse du projet, D&A, 2026 192

Figure 273 : Hauteurs maximales des constructions par rapport aux limites séparatives avec baies principales – PLUi Plaine Commune - 2025 192

Figure 274 : Hauteurs maximales des constructions par rapport aux limites séparatives avec baies secondaires - PLUi Plaine Commune 2025 193

Figure 275 : Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur un même terrain avec baies principales - PLUi Plaine Commune 2025 193
Figure 276 : Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur un même terrain avec baies secondaires - PLUi Plaine Commune 2025 193
Figure 277 : Hauteurs maximales des constructions sur une voie d'une largeur inférieure ou égale à 15 m selon le gabarit H = L + 6 - PLUi Plaine Commune 2025 194
Figure 278 : Hauteurs maximales des constructions sur voie d'une largeur supérieure à 15 m selon le gabarit H = L + 8 – PLUi Plaine Commune 2025 194
Figure 279 : Volumétries et insertion urbaine du projet, SAS Cathédrales du Rail 2025 195
Figure 280 : Plan général du projet d'aménagement avec la distinction des ilots projet insérés au Permis d'aménager 195
Figure 281 : Plan général du projet d'aménagement - D&A, COLOCO, MERLIN, Permis d'aménager 196
Figure 282 : Les axes majeurs de composition du parc - D&A, COLCO, Merlin - Permis d'aménager 197
Figure 283 : Les entrées du parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 198
Figure 284 : Emprise du parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 198
Figure 285 : Mise en valeur du patrimoine des Cathédrales du Rail - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager .. 199
Figure 286 : Plan des Maîtrises d'ouvrage du parc sous la SAS Cathédrales du Rail - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 199
Figure 287 : Plan des Maîtrises d'ouvrage sous Plaine Commune – D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager.... 200
Figure 288 : Clôture de 2200 mm de haut - BIOCOR 200
Figure 289 : Coupe des clôtures entre la servitude CDGX et l'axe Nord-Sud intégré au parc - COLOCO 201
Figure 290 : Plan des limites du Parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 201
Figure 291 : Plan de synthèse des accès et livraisons sur le parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 202
Figure 292 : Concept du parc qui se déploie sur la butte et au travers des émergences – D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager 203
Figure 293 : Schéma du relief dans le parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 203
Figure 294 : Coupe du relief du parc - COLOCO - Permis d'aménager 203
Figure 295 : Schéma des emprises maximales d'encapsulages dans le parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 204
Figure 296 : Coupe BB' de l'encapsulage ouest sous le parvis de la petite cathédrale - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 205
Figure 297 : Coupe AA' de l'encapsulage au coeur du parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 205
Figure 298 : Schémas des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales à l'échelle du projet urbain - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 205
Figure 299 : Coupe de l'ouvrage d'infiltration en pied de butte - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 206
Figure 300 : Composition des milieux naturels - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 206
Figure 301 : Plan de maîtrise d'œuvre de la lisière de biodiversité selon les mesures de réduction et d'évitements - BIOCOR, COLOCO - Permis d'aménager 207
Figure 302 : Principes des espaces perméables / semi-perméables / perméables - D&A, COLOCO, Merlin- Permis d'aménager 208
Figure 303 : Schéma de la matérialité des sols des espaces publics - D&A, COLOCO, MERLIN - Permis d'aménager 209
Figure 304 : Délimitation des bassins et des ouvrages hydrauliques- Gestion des eaux pluviales – MERLIN – Permis d'aménagement 210
Figure 305 : Plan prévisionnel et coupes des déblais / remblais - VALGO 212
Figure 306 : Répartition programmatique - D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager 213
Figure 307 : Plan des hauteurs - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 213
Figure 308 : Etat existant de la circulation et accès au site 214
Figure 309 : Schéma de circulation et accès du projet - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 214
Figure 310 : Coupe - Séquence Nord de la nouvelle rue 215
Figure 311 : Coupe - Séquence centrale de la nouvelle rue 215
Figure 312 : Coupe - Séquence sud de la nouvelle rue 216
Figure 313 : Trame noire - COLOCO - CPAUPE 218
Figure 314 : Etude de potentiel en énergies renouvelables du projet des Cathédrales du Rail – TERAO 218
Figure 315 : Comparaison des consommations en énergie finale - TERAO 219
Figure 316 : Comparaison des consommations en énergie primaire - TERAO 220
Figure 317 : Comparaison des émissions de gaz à effet de serre 220
Figure 318 : Comparaison du taux de couverture en ENR 220
Figure 319 : Comparaison des coûts d'investissement entre les scénarios - TERAO 221
Figure 320 : Comparaison des coûts globaux entre les scénarios - TERAO 221
Figure 321 : Répartition des contributeurs selon les différents indicateurs BBCA Quartier du périmètre Aménagement – Référentiel BBCA Quartier, 28 novembre 2022 222
Figure 322 : Impact carbone global du projet – TERAO 222
Figure 323 : Plan des réseaux projetés - Merlin - Permis d'aménager 223
Figure 324 : Délimitation du Permis d'aménager intégrée au Plan Directeur – D&A – Janvier 2026 224
Figure 325 : Périmètre travaux SAS 225
Figure 326 : Périmètre travaux Plaine Commune 225
Figure 327 : Décomposition des emprises du projet – Espaces constructibles - D&A, COLOCO, Merlin 226
Figure 328 : Décomposition des emprises du projet – Espaces publics - D&A, COLOCO, Merlin 226
Figure 329 : Conception de la lisière écologique - COLOCO 228
Figure 330 : Plantation de jeunes arbres au sein des bosquets - BIOCOR 229
Figure 331 : Aménagement du pierriers - Murs en gabions - BIOCOR 229

Figure 332 : Opération de transplantation de la Drave des murailles – BIOCOR 230
Figure 333 : Site receveur à la fin de l'opération - BIOCOR 230
Figure 334 : Installation d'un nichoir à Faucon crécerelle sur mât au sein de la lisière de biodiversité – BIOCOR 230
Figure 335 : Phasage du chantier de la lisière de biodiversité - COLOCO et BIOCOR 231
Figure 336 : Calendrier détaillé des travaux de la lisière de biodiversité - COLOCO et BIOCOR 232
Figure 337 : Lot lisière de biodiversité - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 233
Figure 338 : Evolution d'un aléa (à gauche) à risque majeur (à droite) (Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable) 235
Figure 339 : Synthèse de l'exposition du site aux aléas climatiques naturels 236
Figure 340 : Ensoleillement maximum du périmètre du projet au 21 juin. TERAO 2025 238
Figure 341 : Modélisation des températures de surface projetées, TERAO 2025 239
Figure 342 : Modélisation des températures de surface projetées, TERAO 2025 240
Figure 343 : Modélisation des températures de surface projetées - TERAO, 2025 241
Figure 344 : Modélisation du PET, TERAO 2025 242
Figure 345 : Modélisation du PET, TERAO 2025 243
Figure 346 : Rose des vents annuels - Station Paris-Montsouris - Fichier INCLIBATI adapté à Gennevilliers - TERAO 244
Figure 347 : Modélisation du vent d'Ouest en m/s sur site toute l'année - TERAO 244
Figure 348 : Répartition du foncier du projet des Cathédrales du Rail, Saint-Denis, Septembre 2018 255
Figure 349 : Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024 255
Figure 350 : Planning des travaux des espaces et équipements communs du lotissement et des lots 256
Figure 351 : Localisation du merlon des déchets du BTP - VALGO 262
Figure 352 : Plan de localisation des zones de traitement - VALGO 263
Figure 353 : Exemple de terrassement en blindage bois (pour zone 14) et blindage coulissant (zone 15) 265
Figure 354 : Schéma de principe d'une unité de traitement au tertre ventilé + filtre à charbon actif - VALGO 265
Figure 355 : Photographies de biopiles réalisées par VALGO avec biofiltres - VALGO 265
Figure 356 : Emprise de la surface capable d'accueillir les alvéoles de confinement 266
Figure 357 : Localisation prévisionnelle des 2 alvéoles de confinement - VALGO 267
Figure 358 : Plan d'implantation prévisionnelle des puits de venting dans les Cathédrales - VALGO 267
Figure 359 : Clarinettes - VALGO 268
Figure 360 : Plans de localisation des zones d'anomalies de gypse, Atlas Géotechnique, septembre 2025 269
Figure 361 : Synthèse des enjeux écologiques du site (Source : BIOCOR, 2024) 273
Figure 362 : Cartographie des habitats - BIOCOR - 2024 274
Figure 363 : Emprises dédiées aux mesures ERC - COLOCO 274
Figure 364 : Phasage du chantier d'aménagement du réservoir de biodiversité – COLOCO 275
Figure 365 : Compensation de la lisière de biodiversité - Planning synthétique de la phase 1 - BIOCOR 275
Figure 366 : Calendrier des périodes sensibles des espèces à enjeu observées sur site – BIOCOR 276
Figure 367 : Localisation de la Drave des murailles - BIOCOR 277
Figure 368 : Cartographie des mises en défens - BIOCOR 277
Figure 369 : Exemple de panneaux de sensibilisation en bois - BIOCOR 280
Figure 370 - Liste des matériaux contenant de l'amiante repérés sur les cathédrales, étude Allodiagnostic de 2015 283
Figure 371 : Photo des bâtiments à démolir et à conserver sur le projet des Cathédrales du Rail (Source : TERAO, 2024) 288
Figure 372 : Construire en terrain argileux, la réglementation et les bonnes pratiques. Ecologie.gouv.fr, 2021 299
Figure 373 : Planning et organisation des visites annuelles - BIOCOR 304
Figure 374 : Situation projetée - Plan de circulation - COSITREX 306
Figure 375 : Situation projetée - Heure de pointe du matin - COSITREX 307
Figure 376 : Situation projetée - Heure de pointe du soir - COSITREX 307
Figure 377 : Variation des niveaux sonores entre « projet » et « état initial », en dB(A), estimée à 4m du sol – Etude acoustique, Impédance, janvier 2026 309
Figure 378 – Niveaux sonores diurnes en situation de projet en dB(A), estimés à 4m du sol – Etude acoustique, Impédance, janvier 2026 310
Figure 379 : Echelle de référence des niveaux de bruit. Impédance 2025 310
Figure 380 : Effet du bruit sur l'Homme. Impédance 2025. 311
Figure 381 : Extrait de l'isolement acoustique règlementaire des façades les plus exposées, étude acoustique, Impédance, janvier 2026 312
Figure 382 : Evolution moyenne des émissions de polluant en % (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation 2024 - Technisim Consultants, 2026 312
Figure 383 : Emissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude par polluant - Technisim Consultants, 2026 314
Figure 384 : Zones d'inventaires de protection du milieu naturel - INPN - BIOCOR 326
Figure 385 : Plan d'implantation des sondages - ATLAS Géotechnique – G1 PGC – 2024 335
Figure 386 : Plan d'implantation des sondages - ATLAS Géotechnique - G2 AVP - 2024 335
Figure 387 : Plan d'implantation des sondages - ATLAS Géotechnique – G5 Perméabilité des sols – 2025 336
Figure 388 : Plan d'implantation des sondages – Atlas Géotechnique – G5 poches de dissolution du gypse antéludien - 2025 336
Figure 389 : Plan d'implantation des fouilles - VALGO - 2025 336
Figure 390 : Plan d'implantation des sondages - Petite Cathédrales - VALGO – 2025 337
Figure 391 : Plan d'implantation des sondages - Grande Cathédrale - VALGO - 2025 337
Figure 392 : Implantation des investigations en zone "friche" - VALGO 339

© TERAO 2026

Figure 393 : Implantation des investigations au droit des cuves- VALGO 339
Figure 394 : Zoom sur l'ilot Faubourg (les piézairs à 3 m doivent être supprimés) - VALGO 339
Figure 395 : Localisation des investigations dans la zone du délaissé - VALGO 340
Figure 396 : Plan d'implantation des sondages de sol - Zones 14 et 15 "Petite Cathédrale" - VALGO 340
Figure 397 : Implantation des investigations en zone 13 et "Petite Cathédrale" - VALGO 340
Figure 398 : Implantation des investigations en zone "Grande Cathédrale" et zoom sur la zone 10 - VALGO 341
Figure 399 : Délimitation de la zone d'étude – BIOCOR – 2025 343
Figure 400 : Cartographie des trames et bleue à proximité de l'air d'étude – BIOCOR – 2025 343
Figure 401 : Postes d'enquête - Etude trafic – COSITREX 345
Figure 402 : Localisation des points de mesures lors de la campagne 2019 et 2023 - IMPEDANCE 345
Figure 403 : Emplacement des points de mesure - TECHNISIM 346

Tableau 1 : Statistiques des températures de 1991 à 2020 (Fiche climatologique, Météo France, 2023) 41
Tableau 2 : Statistiques des hauteurs de précipitations de 1991 à 2020 (Fiche climatologique, Météo France, 2023)41
Tableau 3 : Habitats recensés sur la zone d'étude, leur classement et leur surface, Biocor 2024 71
Tableau 4 : Synthèse des enjeux liés à la flore, Biocor 2024 73
Tableau 5 : Odonates observés sur le site, Biocor 2024 77
Tableau 6 : Lépidoptères Rhopalocères observés sur le site, Biocor 2024 77
Tableau 7 : Orthoptères observés sur le site, Biocor 2024 77
Tableau 8 : Synthèse des observations et enjeux liés aux reptiles, Biocor 2024 79
Tableau 9 : Tableau de synthèse des enjeux liés aux mammifères, Biocor 2024 80
Tableau 10 : Inventaire des chiroptères sur le site des Cathédrales du Rail, Biocor 2024 81
Tableau 11 : Synthèse des 4 inventaires réalisés, Biocor 2024 81
Tableau 12 : Synthèse des enjeux faune/flore, Biocor 2024 82
Tableau 13 : Synthèse des espèces envahissantes ou nuisibles, Biocor 2024 82
Tableau 14 : Population de Saint-Denis en historique depuis 1968 (INSEE, RP2020, 2023) 97
Tableau 15 : Indicateurs démographiques en historique depuis 1968, INSEE, RP2020, 2023 97
Tableau 16 : Population par âge, INSEE, 2020 97
Tableau 17 : Ménage selon leur composition (INSEE, RP2020, 2023) 97
Tableau 18 : Lieu de résidence 1 an auparavant, INSEE, RP2020, 2023 97
Tableau 19 : Résidences principales selon le nombre de pièces, INSEE, RP2020, 2023 98
Tableau 20 : Résidences principales selon la période d'achèvement (INSEE, RP2020, 2023) 98
Tableau 21 : Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi qui résident dans la zone, INSEE 98
Tableau 22 : Population de 15 à 64 ans par type d'activité en 2018 (INSEE, RP2020, 2023) 98
Tableau 23 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socioprofessionnelle à Saint-Denis, INSEE, 2020 99
Tableau 24 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Saint-Denis en 2022 (source : Airparif), Etude de la qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023 139
Tableau 25 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM 140
Tableau 26 : Résultats numériques des modélisations Airparif au sein du périmètre projet en 2022 (benzène : données 2020) (source : Airparif), Etude de qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023 143
Tableau 27 : Exposition des mailles d'appartenance du projet aux diverses nuisances environnementales en 2021 (Source : Institut Paris Région), Etude de qualité de l'air TECHNISIM décembre 2023 144
Tableau 28 : Population par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022), étude de qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023 144
Tableau 29 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°6, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 145
Tableau 30 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 146
Tableau 31 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m^3], Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 (durée d'exposition en heures) 147
Tableau 32 : Article R1336-7 du code de la santé publique 148
Tableau 33 : Valeurs des niveaux sonores à atteindre en façade après réduction du bruit à la source (construction d'écran ou de merlon acoustique), Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement, Seine-Saint-Denis, 2019-2023 148
Tableau 34 - Classement sonore des infrastructures routières 150
Tableau 35 – Multi exposition route-fer sur 24h de la population, Plaine Commune, PPBE, novembre 2013 151
Tableau 36 : Figure 217 : Facteurs de correction sur les tiers d'octave de 63 à 100 Hz, étude acoustique Impédance de 2023 155
Tableau 37 – Synthèse des résultats de mesurage et niveaux sonores équivalents bruts (dB(A)) aux emplacements de mesure, Impédance, Etude d'impact acoustique - Etat initial, octobre 2023 155
Tableau 38 : Volumes de trafic routier comptés en septembre 2023 sur mes points de prélèvement (VL : véhicules légers, PL : poids-lourds), Impédance 2023 156
Tableau 39 : Volumes de trafic ferroviaire modélisés, Etude acoustique Impédance, 2023 156
Tableau 40 : Ecarts des niveaux sonores mesurés et calculés (dB(A)), Etude acoustique impédance, 2023 156
Tableau 41 : Volumes de trafic routier compté (VL : véhicules légers ; PL : poids-lourds), Etat acoustique initial, Impédance 2023 156
Tableau 42 : Niveaux de vitesses vibratoires équivalents bruts et par tier d'octave, mesurés en dB (réf. 5e-8 mm/s), étude acoustique Impédance 2023 158
Tableau 43 : Décompte des surfaces mises en œuvre - BIOCOR, COLOCO - Permis d'aménager 207
Tableau 44 : Synthèse de la gestion des eaux pluviales - Merlin - DLE 210
Tableau 45 : Volumes de stockage du projet d'aménagement - Merlin - DLE 211
Tableau 46 : Temps de vidange des dispositifs de stockage – Merlin - DLE 211
Tableau 47 : Volume prévisionnel des déblais et remblais – MERLIN – Permis d'aménager 211
Tableau 48 : Synthèse de la gestion des eaux usées - MERLIN - DLE 217
Tableau 49 : Scénarios énergétiques étudiées – TERAO 219
Tableau 50 : Cahier des charges pour l'aménagement de la lisière écologique - BIOCOR 227
Tableau 51 : Valeurs de l'indicateur PET. ENS Paris Saclay 242
Tableau 52 : Volume prévisionnel de déblais-remblais - Merlin - Permis d'aménager 263
Tableau 53 : Estimation du résultat du criblage de la butte des déchets du BTP - VALGO 263
Tableau 54 : Dimensions des tertres - VALGO 263
Tableau 55 : Volumes prévisionnels de terres impactées à traiter provenant des Petits et Grandes Cathédrales - VALGO 264

Tableau 56 : Métrés prévisionnels des alvéoles - VALGO 266
Tableau 57 : Exemples de structure possible pour le dimensionnement de la voirie - ATLAS Géotechnique - Etude Géotechnique G2 AVP 268
Tableau 58 : Stabilité des terrassements et talus - ATLAS Géotechnique - Etude géotechnique G2 VP 269
Tableau 59 : Décompte des surfaces pour les mesures ER de chantier - BIOCOR 275
Tableau 60 : Impacts sonores du chantier (ordres de grandeur) 286
Tableau 61 : Caractéristiques à vérifier pour la réalisation des ouvrages de gestion des eaux pluviales - ATLAS Ingénierie - 2024 299
Tableau 62 : Calendrier des actions générales sur n+15 - BIOCOR 304
Tableau 63 : Evolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude, par polluant - Technisim Consultants, 2026 314
Tableau 64 : Concentrations maximales en polluants relevées sur la zone d'étude (conditions trafic) - Technisim Consultants, 2026 315
Tableau 65 : Chiffrage estimatif des mesures compensatoires sur la lisière de biodiversité - BIOCOR 323
Tableau 66 : Chiffrage estimatif des mesures compensatoires à des emplacements complémentaires 323
Tableau 67 : Bilan des dépenses - SAS Cathédrales du Rail 324
Tableau 68 : Stratégie d'investigation di milieu sol - VALGO 337
Tableau 69 : Caractéristique spécifique de l'ouvrage de type puit actif - VALGO 338
Tableau 70 : Schéma de principe du prélèvement de gaz des sols - VALGO 338
Tableau 71 : Calendrier de visite pour le suivi écologique du site des Cathédrales du Rail à Saint-Denis – BIOCOR - 2025 343
Tableau 72 : Suivi des inventaires de terrain - BIOCOR - 2025 344
Tableau 73 : Typologie des points de mesure - TECHNISIM 346

1. PREAMBULE

1.1. Contexte du projet et ses objectifs

Le site des Cathédrales du Rail est situé dans la partie Sud de la Ville de Saint-Denis (93) au sein du quartier de La Plaine en mutation depuis plusieurs années. Il est bordé par la rue du Bailly et l'Avenue du Président Wilson à l'Est, le chemin des Petits Cailloux au Sud et la voie ferrée accueillant la future ligne ferroviaire du Charles de Gaulle Express (permettant de relier l'aéroport de Roissy à Paris), le RER B et la ligne K sur sa frange Nord-Ouest.

Le site est à proximité immédiate des lignes de bus 153, 252, 350, Roissy Bus et 302, il est également desservi par la gare de RER D Stade de France-Saint-Denis située à 15 minutes à pied et à 13 minutes à pied de la gare de RER B La Plaine-Stade de France.

Figure 1 : Plan de localisation du site des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024

La majeure partie du site est constitué d'un foncier appartenant à la SNCF sur lequel sont positionnées deux halles ferroviaires, inscrites à l'Inventaire des Monuments Historiques : « Les Cathédrales du Rail ». Ces deux anciennes halles ferroviaires, faisaient historiquement partie du dépôt de La Plaine et occupent un site d'environ 7 hectares. Détruites par les bombardements de 1944 et reconstruites en 1950, les halles sont à l'abandon depuis 1998, ayant perdu leur fonction d'atelier SNCF. Leur rénovation est projetée depuis 2017.

Le projet urbain de mutation du site des Cathédrales du Rails, s'inscrit dans un périmètre un peu plus large que celui de la SNCF, il intègre également au Sud du site, des parcelles appartenant à la Ville et à l'EPFIF.

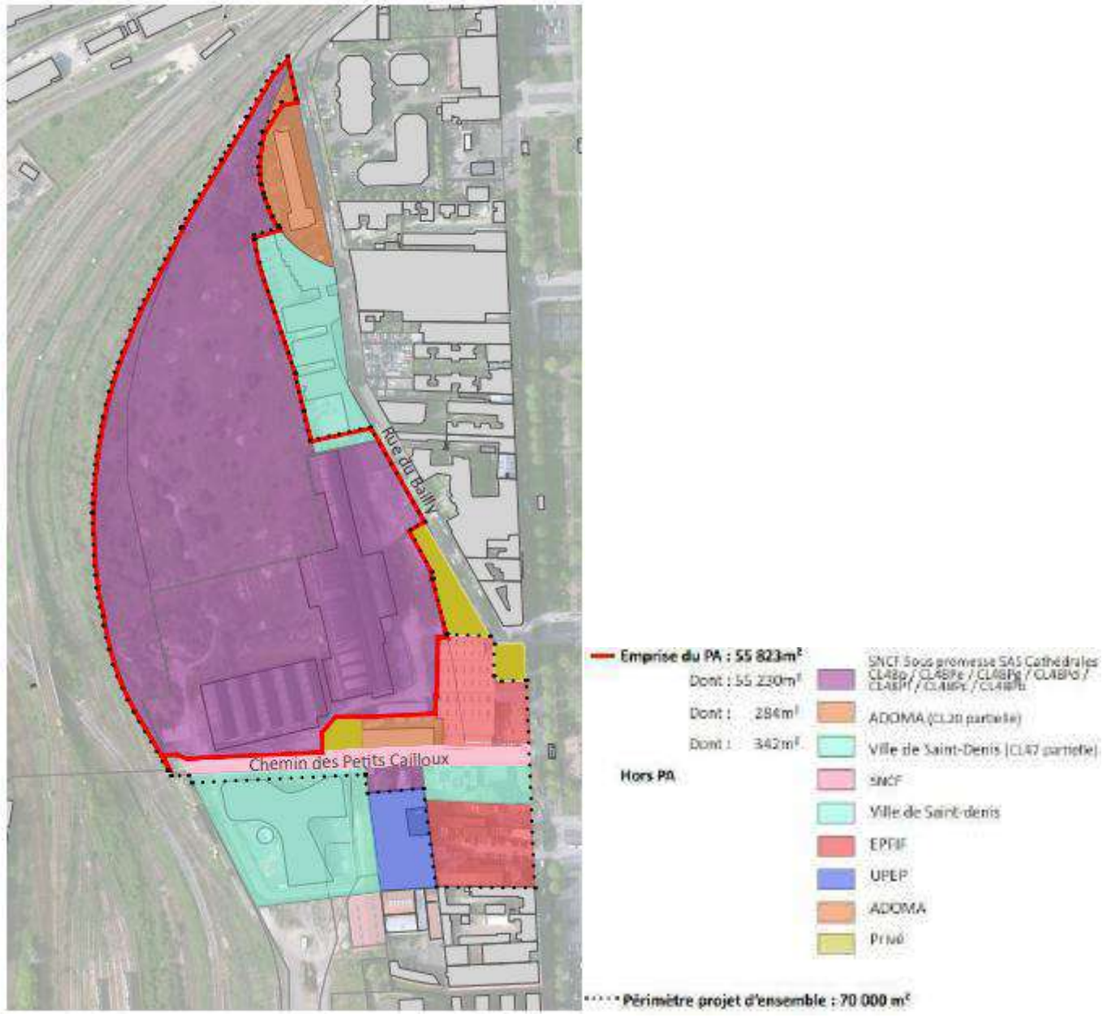


Figure 2 : Cartographie des domanialités des terrains sur le site à l'échelle du projet urbain et du Permis d'Aménager – D&A, COLOCO, Merlin

La parcelle ville est actuellement occupée par un centre médical de santé, une crèche et une maison de la petite enfance. La parcelle EPFIF est occupée par divers hangars de stockage et un pavillon à l'abandon. L'ensemble de ces bâtiments seront démolis. La parcelle d'Une pièce en plus à vocation à être réaménagée. Les équipements publics présents seront reconstitués sur le périmètre du projet avant leur démolition, à l'exception du centre médical dont les travaux de reconstruction ont démarré au sein d'une autre opération : l'îlot Time à proximité de la station de métro Front Populaire. Le projet d'aménagement intègrera également une offre de santé privée.

Au regard de la complexité du projet urbain caractérisée en premier lieu par la pollution des sols, la dégradation importante des halles et la complexité de leur structure en béton armé exigeant une réhabilitation particulière, la Ville de Saint-Denis, l'Etablissement Public Territorial Plaine Commune et SNCF Immobilier ont lancé un appel à projet en

2020 sur ce site en vue de procéder à la reconversion des halles de la SNCF, la dépollution de la friche, la création d'un parc urbain et la création de logements.

Le groupement composé d'Aire Nouvelle et d'Eiffage Aménagement identifié sous la forme juridique SAS Cathédrales du Rail se voit confier la réhabilitation du site de 7 hectares.

Figure 3 : Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024

Figure 4 : Photo de site, TERAO, juillet 2023

La SAS Cathédrales du Rail, aménageur, a conçu un projet urbain et paysager mixte à dominante résidentielle et culturelle visant le développement d'environ 61 700 m² de surface de plancher (SDP) permettant de financer la réhabilitation du patrimoine historique, la dépollution des sols, la création d'un parc d'1,80 Ha et la réalisation d'environ 650 logements, 130 chambres étudiantes et 110 logements sur le lot TKE porté par Plaine Commune Développement.

En matière de production de logements, ce projet s'inscrit dans les orientations stratégiques de Plaine Commune en matière d'environnement et de qualité de vie explicitées notamment dans son Plan Local de l'Urbanisme Intercommunal de Plaine Commune révisé approuvé le 16 décembre 2025 par le conseil de territoire, le Programme Local de l'Habitat adopté le 22 juin 2022 et la Convention Qualité constructions neuves.

Le projet des « Cathédrales du Rail » s'inscrivait dans les zones UG (Urbaine Grands services urbains et grands équipements), UVP (Urbaine Verte et Paysagère), UMD (Urbaine Mixte Dense) du PLUi de Plaine Commune. Le PLUi a depuis fait l'objet d'une révision.

Ainsi, le projet de la SAS Cathédrales du Rail porte sur les grands objectifs suivants :

- Rendre possible la restauration d'un patrimoine historique et culturel au cœur d'une friche, pour créer un quartier durable et culturel reposant sur un parc et une exploitation culturelle 100% ouverte au public ;
- Développer une programmation immobilière mixte à dominante résidentielle, s'insérant dans la vie de quartier et répondant aux objectifs du Programme Local de l'Habitat 2022- 2027 approuvé le 22 juin 2022 par le Conseil de Territoire de Plaine Commune ;
- Permettre la perméabilité de l'îlot, représentant aujourd'hui une enclave, par le développement d'espaces ouverts végétalisés et de liaisons pour les mobilités actives (piétonnes et cyclables), permettant de connecter au réseau urbain le site autrefois branché sur un réseau de voies ferrées.

© TERAO 2026

1.2. Objet du présent document

Le projet des Cathédrales du Rail porté par la SAS des Cathédrales du Rail développe une surface de plancher de près de 61 700 m², répartie sur 7 ha de la façon suivante :

- Environ 650 logements (environ 43 000 m² de surface de plancher) dont environ :
  - 325 logements en accession à la propriété ;
  - 225 logements en BRS ;
  - 65 logements locatifs sociaux
- 130 logements étudiants
- Une programmation culturelle et évènementielle sur environ 8 400 m²
- Une programmation de commerces et services implantés en rez-de-chaussée sur environ 4 500 m², dont 700 m² dédié à un pôle santé privé, 2 000 m² de commerces et 2 000m² d'activités économiques
- Une centrale de mobilité pour mutualiser une partie des stationnements et promouvoir les modes doux
- Un parc public de 1,8 ha
- Des espaces publics tels que les voiries et les parvis
- Le projet culturel des Cathédrales du Rail réhabilité avec une hypothèse de 100 000 visiteurs par an

En parallèle, Plaine Commune Développement prévoit la construction de 110 logements collectif sur l'ilot Faubourg/TKE

D'après la catégorie n°39.b de l'annexe R122-2 du Code de l'Environnement toute opération d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher ou l'emprise au sol est supérieure ou égale à 10 000 m², est soumises à la réalisation d'un dossier d'examen au cas par cas au titre de l'évaluation environnementale.

Ainsi, au regard des caractéristiques du projet des Cathédrales du Rail mené par la SAS à savoir une opération d'aménagement s'implantant sur un terrain d'assiette d'environ 7 ha et créant une surface de plancher d'environ 61 700 m², celui-ci a fait l'objet d'un examen cas par cas en application de l'article du Code de l'Environnement susmentionné.

A l'issue de cette procédure, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports en Ile-de-France (DRIEAT), par sa décision n° DRIEAT-SCDD-2023-195 du 24 novembre 2023, a décidé que le projet des Cathédrales du Rail nécessitait la réalisation d'une évaluation environnementale (étude d'impact) à l'échelle du projet d'ensemble à raison de potentielles incidences sur l'environnement et la santé humaine, et plus particulièrement sur :

- L'analyse des impacts de la pollution sonore sur la santé des habitants ;
- L'analyse de la compatibilité des sols avec les usages sensibles projetés ;
- L'analyse des impacts sur les trafics routiers et nuisances associées ;
- L'évaluation des impacts sur les milieux naturels, y compris les zones humides ;
- La gestion des impacts liés aux travaux.

La DRIEAT requiert l'appréhension du projet d'ensemble des Cathédrales du Rail, incluant l'opération de construction de logements, de locaux d'activités et de services, la restauration des cathédrales ainsi que les opérations préalables de démolition, afin que ses incidences notables directes et indirectes sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité.

1.3. Identification des pétitionnaires

Le projet d'ensemble du Quartier des Cathédrales du Rail objet de la présente étude d'impact, ci-après nommé « projet des Cathédrales du Rail », comprend une opération d'aménagement portée par deux maitres d'ouvrage, Eiffage Aménagement et Aire Nouvelle, qui ont constitué une société ad-hoc, la « SAS Cathédrales du Rail » :

Société de Projet pétitionnaire	Maîtres d'ouvrage	
SAS Cathédrales du Rail 101 boulevard Victor Hugo – 93400 Saint-Ouen-sur-Seine Delphine.bouttier@eiffage.com Clement.trebaol@eiffage.com Anne-laure.marchi@equans.com	EIFFAGE AMÉNAGEMENT	**Eiffage Aménagement** 101 boulevard Victor Hugo – 93400 Saint-Ouen-sur-Seine delphine.bouttier@eiffage.com clement.trebaol@eiffage.com
	AIRE NOUVELLE	**Aire Nouvelle** 49-51 rue Louis Blanc, 92400 Courbevoie anne-laure.marchi@equans.com

1.4. Situation réglementaire du projet

1.4.1. L'étude d'impact et son contenu

La directive européenne dite « directive étude d'impact », n°2011/92/UE, puis actualisée par la directive n°2014/52/UE du 16 avril 2014, demande que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés, qui sont susceptibles d'affecter l'environnement ou la santé humaine par leur nature, leurs caractéristiques ou leur importance, fassent l'objet d'une Evaluation Environnementale. Il s'agit d'une étude préalable à la mise en œuvre de programmes, de plans ou de projets, qui permet d'estimer leurs effets probables et qui est réalisée sous la responsabilité du ou des maîtres d'ouvrage.

En France, cette directive européenne a été retranscrite dans les articles L.122-1 et suivants du code de l'environnement selon la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (dite « Grenelle 2 ») et de son décret d'application n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements.

1.4.1.1. Objectifs de l'étude d'impact

Au-delà du document réglementaire, l'étude d'impact est une démarche visant à présenter l'intégration environnementale dans l'élaboration d'un projet dès les phases amont de réflexions. Elle sert à éclairer le décideur sur la décision à prendre au vu des enjeux environnementaux et relatifs à la santé humaine du territoire concerné, ainsi qu'à informer et garantir la participation du public. Elle doit rendre compte des effets potentiels ou avérés sur l'environnement de toute initiative et permet d'analyser et de justifier les choix retenus au regard des enjeux identifiés sur le territoire du projet. L'étude d'impact vise ainsi à prévenir les dommages potentiels, à une phase amont pertinente de conception du projet. L'étude d'impact ne doit donc pas être réalisée lorsque tous les choix relatifs à l'élaboration du projet sont finalisés.

L'étude d'impact est toujours réalisée par ou sous la responsabilité du maître d'ouvrage du projet.

L'environnement doit y être appréhendé dans sa globalité : population, faune, flore, habitats naturels, sites et paysages, biens matériels, facteurs climatiques, continuités écologiques, équilibres biologiques, patrimoine, sol, eau, air, bruit, espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes et de loisirs, ainsi que les interactions entre ces éléments.

L'étude d'impact doit être proportionnée aux enjeux spécifiques du territoire impacté par le projet et aux effets de sa mise en œuvre. Les enjeux environnementaux doivent donc être préalablement hiérarchisés, et une attention particulière doit être apportée aux enjeux identifiés comme majeurs pour ce projet et ce territoire.

L'étude d'impact représente donc à la fois :

- Un instrument de protection de l'environnement : la préparation de l'étude d'impact permet d'intégrer l'environnement dans la conception et les choix d'aménagement du projet, afin qu'il soit respectueux de l'Homme, des paysages et des milieux naturels, qu'il économise l'espace et limite la pollution de l'eau, de l'air et des sols, et qu'il gère au mieux les nuisances sonores émises par ses activités intrinsèques ;
- Un outil d'information pour les institutions et le public, donc un outil de communication : pièce officielle de la procédure de décision administrative, elle constitue le document de consultation auprès des services de l'Etat et des collectivités. Elle est également un outil d'information du public qui peut consulter ce dossier dans le cadre de l'enquête publique. A ce titre, le Résumé Non Technique est une pièce essentielle de ce dossier ;
- Un outil d'aide à la décision : l'étude d'impact constitue une synthèse des diverses études environnementales scientifiques et techniques qui ont été menées aux différents stades d'élaboration du projet. Présentant les contraintes environnementales, l'étude d'impact analyse les enjeux du projet vis-à-vis de son environnement et envisage les réponses aux problèmes éventuels. L'étude d'impact permet donc au maître d'ouvrage, au même titre que les études techniques, les études économiques et les études financières, d'améliorer le projet.

1.4.1.2. Le contenu de l'étude d'impact

La présente étude d'impact est rédigée conformément à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement. Ainsi, elle comportera notamment les parties suivantes :

- Le résumé non technique qui fera l'objet d'un document distinct ;
- La description du projet : localisation, caractéristiques physiques, principales caractéristiques de la phase opérationnelle, (y compris travaux de démolition), estimation en matière d'utilisation des terres ; description des procédés de fabrication, la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés, une estimation des types et quantités de résidus et d'émissions attendus (pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol), le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement ;
- La description des aspects pertinents de l'état actuel dénommé « scénario de référence » et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet, ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet ;
- La description des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : population, santé humaine, biodiversité, terres, sol, eau, air, climat, biens matériels, patrimoine culturel et paysage ; les aspects architecturaux et archéologiques ;
- La description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement, la santé et le patrimoine culturel résultant des éléments suivants :
    - Les travaux de construction ;
    - Le désamiantage et la démolition des bâtiments existants ;
    - L'utilisation des ressources naturelles ;
    - L'émission de polluants, bruit, vibration, émissions lumineuses, chaleur, radiation, création de nuisances, élimination et valorisation des déchets ;
    - Le cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés ;
    - Les technologies et substances utilisées ;
- La description des solutions de substitution pour éviter autant que se peut les incidences néfastes identifiées et une indication des principales raisons du choix effectué ;
- Les mesures pour Eviter, Réduire ou Compenser les effets (ERC), accompagnées de l'estimation des dépenses correspondantes ;
- Les modalités de suivi des mesures ERC et de leurs effets ;
- La description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;
- Les noms, qualités et qualifications des experts qui ont préparé l'étude d'impact.

Par ailleurs, l'étude d'impact doit intégrer systématiquement l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 (articles R.414-19 et suivants du code de l'environnement). Dans le cadre de la présente étude et conformément à l'article R.414-23 du code de l'environnement, l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000, a fait l'objet d'une évaluation simplifiée.

De plus, d'après l'article L.300-1-1 du code de l'urbanisme, toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. Les conclusions de cette étude sont directement intégrées dans la présente étude d'impact et l'intégralité de l'étude est en annexe.

Enfin, suivant l'article L300-1-1 du code de l'urbanisme, toute action ou opération d'aménagement soumise à évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude d'optimisation de la densité des constructions dans la zone concernée, en tenant compte de la qualité urbaine ainsi que de la préservation et de la restauration de la biodiversité et de la nature en ville. Ainsi, la présente étude d'impact comprend les conclusions de l'étude d'optimisation de la densité des constructions dans la zone concernée ainsi qu'une description de la façon dont il en est tenu compte.

1.4.2. Autres procédures réglementaires concernées

Cette procédure d'évaluation des incidences peut être coordonnée ou regroupée avec celles relatives à d'autres procédures.

1.4.2.1. Régime déclaratif de la Loi sur l'Eau

L'article R.214-1 du Code de l'Environnement précise la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la Loi sur l'Eau. Plusieurs rubriques concernent potentiellement le site d'étude : loi

- Les rubriques du **titre I** concernant les prélèvements d'eaux souterraines. D'après les différents rapports établis par GOLDER (2019), GRS VALTECH (2021), le Diagnostic environnemental d'ICF (juin 2022) et les suivis piézométriques mis en place par ARCADIS (rapport de 2012), TESORA (rapport de diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire, 2017), SOLEO (Note d'avancement, mars 2019 et Note trimestrielle de février 2020), VEOLIA (SARPI ThinkTech, rapport trimestriel d'octobre 2023), une nappe est présente au droit du site d'études, la nappe libre du Bartonien localisée au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8m de profondeur. Le site ne présente pas de risque de remontée de nappe en l'état, et aucune hydromorphie liée à une remontée de nappe n'a été observée lors des investigations pédologiques de BIOCOR en juin 2024. Le suivi piézométrique fait état de niveaux statiques entre 28,5 et 31,5 mNGF entre novembre 2020 et octobre 2023. Les niveaux bas des bâtiments avec sous-sols étant fixés à 33,6 mNGF minimum, le risque d'interaction entre la nappe et le projet est faible, bien que quelques circulations d'eau anarchiques soient susceptibles de se produire en période pluvieuse au sein des terrains superficiels. Aucun pompage n'est donc prévu au sein du projet, bien que des pompages ponctuels puissent être mis en œuvre en cas de présence d'eau durant la phase de chantier. **Un dossier loi sur l'eau sera élaboré et mentionnera ces aléas.**
- La rubrique 1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau. **Le projet des Cathédrales du Rail a installé des piézomètres pour réaliser un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique, sur au moins un cycle saisonnier, permettant de statuer sur les fluctuations du niveau de la nappe et ses niveaux de référence attendus au droit du site. Un dossier loi sur l'eau intégrera cette rubrique.**
- La rubrique **2.1.5.0** précise que tout projet interceptant une surface de bassin versant supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha et qui prévoit le rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, est soumis au régime déclaratif de la Loi sur l'Eau. **Le projet des Cathédrales du Rail s'implantant sur un terrain d'assiette d'environ 7 ha et visant une infiltration des eaux pluviales à la parcelle est donc soumis à la réalisation d'un tel dossier.**
- La rubrique **3.3.1.0** pour les projets d'assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, de plus de 0,1 ha. Toutefois, d'après le diagnostic écologique et le diagnostic de zone humide réalisé par l'équipe d'écologues de la société BIOCOR sur le site des Cathédrales du Rail entre octobre 2023 et juin 2024 ainsi que les différentes études de sol réalisées sur le terrain, notamment la dernière menée par ATLAS Géotechnique en juin 2024, le site d'étude présente des sols anthropisés très artificialisés, marqué par des remblais, et n'est pas favorable à la présence de zones humides selon les critères pédologiques et floristiques. **Le projet n'est donc pas concerné par cette rubrique de la Loi sur l'eau.**

En conclusion, le projet est soumis à la réalisation d'un dossier Loi sur l'eau au titre du régime déclaratif. Il sera examiné par le guichet unique loi sur l'eau de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France.

Le périmètre de la déclaration au titre des IOTA est calé sur le périmètre du permis d'aménager sur lequel les aménageurs disposent de la maitrise foncière et calendaire.

1.4.2.2. Dispense de prescription archéologique

En 2024, la SAS Cathédrales du Rail a saisi la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) afin d'obtenir une demande d'information préalable au titre de l'article R.523-12 du Code du patrimoine. À l'issue de l'examen du dossier, la DRAC a précisé que :

« En l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ce projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive. »

Le projet bénéficie d'une dispense de prescription d'archéologie préventive, valable pour une durée de cinq ans, sauf en cas de modification substantielle du projet ou d'évolution des connaissances archéologiques sur le territoire concerné.

Il est toutefois rappelé qu'en cas de découverte fortuite de vestiges archéologiques, le maître d'ouvrage demeure tenu d'en effectuer la déclaration immédiate auprès du maire de la commune concernée, conformément à l'article L.531-14 du Code du patrimoine, et d'en informer les services compétents de la DRAC.

1.4.2.3. Monuments historiques

Le projet est inclus dans une zone de servitudes, notamment AC1 monuments historiques inscrits, Périmètre de protection des monuments historiques et périmètres des abords pour les Cathédrales du rail (anciennes halles de la SNCF).

Ainsi conformément à cette servitude, L'Architecte des Bâtiments de France (ABF) a été consulté dans le cadre de l'élaboration du projet urbain et continuera à être associé à la définition du projet, notamment il donnera un avis sur les permis de démolition, d'aménager et de construire.

1.4.2.4. Défrichement anticipé

Un état initial faune / flore (chiroptères, mammifères, avifaune, amphibiens, reptiles, insectes, habitats naturels et flore, diagnostic zone humide) a été réalisé par BIOCOR ingénierie écologique sur l'année 2023 (4 saisons).

Dans le cadre de la réalisation de sondages du sol relatifs à la pollution des sols (prévus dans le cadre de l'étude d'impact), un défrichement de la zone d'étude a été réalisé avec la validation de la DRIEAT sous réserve de maintien d'habitats (bosquets de Buddléia de David, pierriers, zones d'observations d'espèces remarquable à enjeu).

A ce titre, des premières mesures de réduction de l'impact des travaux sur la biodiversité ont été mises en œuvre :

- Choix du calendrier pour effectuer le défrichement de fin janvier à mi-février 2024
- Sensibilisation du personnel des entreprises travaux aux enjeux écologiques du site lors de la réunion de lancement des travaux
- Application des protocoles de gestion des espèces végétales exotiques envahissantes et traitement en filière adaptée
- Surveillance de l'absence d'installation d'espèces protégées (notamment avifaune et chiroptères) par recherche de cavités et/ou nids et le cas échéant, géoréférencement de présence et préconisations immédiates auprès du MOA.
    - Parmi les espèces protégées répertoriées sur site, le couple de Faucons crécerelle a été observé durant la phase des travaux de défrichement. C'est une espèce nicheuse sur site et les travaux n'ont eu aucune incidence sur le cycle biologique de l'espèce
    - Un enjeu important cible une autre espèce protégée : le Hérisson d'Europe. Aucun individu n'a été observé ou signalé sur les zones défrichées. L'espèce étant en période d'hibernation, il est possible qu'elle soit au niveau de certaines zones mises en défens et qui apparaissent comme habitats favorables (tas de bois, bosquets conservés).
- Mise en défense de zone d'habitats à enjeu sur site

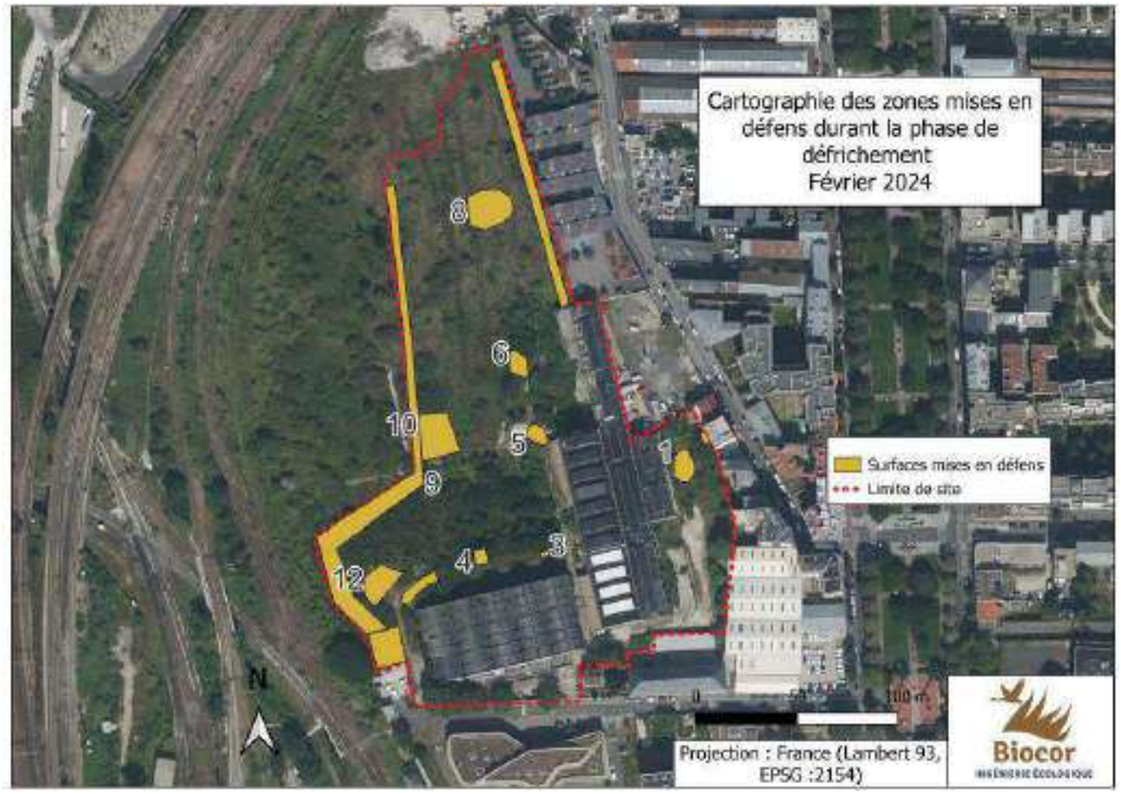


Figure 5 : Cartographie des zones mises en défens durant la phase de défrichement préalable - BIOCOR

- Respect des zones de stockage et de stationnement

Les travaux de défrichement ont eu lieu du 29/01/2024 au 09/02/2024. Le suivi écologique réalisé met en évidence la conformité du déroulé et de la temporalité des travaux avec le scénario et la note complémentaire proposés (cf. Scénario défrichement – Cathédrales du rail – Saint-Denis) et validés par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports d'Ile-de-France lors d'échanges en fin d'année 2023.

Les travaux se sont terminés le 09/02/2024 et l'ensemble des rémanents a été traité et exporté en filière adaptée (hormis les branches coincées dans des déchets présents sur site).

Pour donner suite à une réunion de présentation des résultats et, à la demande de la DRIEAT Ile-de-France, deux visites complémentaires ciblant l'avifaune et l'entomofaune ont été programmées au cours de l'année 2024 afin d'assurer un suivi de ces taxons à enjeu. Ces suivis complémentaires avaient pour objectif de suivre l'évolution de ces taxons et espèces à enjeu sur site entre la période de défrichement (réaliser en janvier 2024 par l'entreprise AK-TEAM pour permettre la réalisation des sondages pédologiques) et le début des travaux (fixé à 2026).

A la suite du défrichement réalisé en janvier 2024, aucun impact n'est observé sur le cycle biologique des espèces. Nous constatons en 2024 :

- Une diversité spécifique identique (avifaune et entomofaune)
- Des typologies d'habitats ayant conservés leurs fonctionnalités pour l'ensemble de l'avifaune et entomofaune répartis sur la zone d'étude
- Une utilisation continue du site par l'OEdipode turquoise et la Mante religieuse
- Des nidifications et aire d'évolution des oiseaux à enjeux observés en 2023 toujours présents en 2024

© TERAO 2026

1.5. Identification des rédacteurs de l'étude d'impact

Le Bureau d'études TERAO a été chargé par le pétitionnaire de la rédaction de la présente étude d'impact du projet. Il s'agit d'un bureau d'étude, localisé dans le 12ème arrondissement de Paris (37 rue de Lyon), spécialisé en aménagement et construction durable, qui accompagne notamment les aménageurs et constructeurs dans la rédaction d'études d'impact, ainsi que sur des missions d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage dites Développement Durable. Ce panel de missions permet à TERAO d'identifier régulièrement les effets et impacts des projets d'aménagement et de constructions sur l'environnement et d'être force de propositions auprès des maîtres d'ouvrage dans la définition de mesures opérationnelles permettant d'éviter et de réduire leurs impacts sur l'environnement.

Rédacteur de l'étude d'impact	TERAO	Bureau d'études d'ingénierie pour le bâtiment et la Ville durables TERAO 37 rue de Lyon, 75 012 Paris 01 42 46 06 63

Dans le cadre de l'élaboration de la présente étude d'impact et au regard du contexte de la mission, TERAO a appuyé sa rédaction sur des études complémentaires réalisées par une diversité d'experts (bureaux d'études) missionnés par les maîtres d'ouvrage. L'étude d'impact reprend par conséquent les conclusions de ces différentes études, dont l'intégralité est placée en annexe. Ces études sont les suivantes :

- Etude bioclimatique réalisée par TERAO (septembre-décembre 2023) ;
- Etude ICU réalisée par TERAO (2025) ;
- Inventaires faune-flore 4 saisons et diagnostic zone humide réalisés par BIOCOR (mai 2023 à septembre 2024) ;
- Etude de mobilité réalisée par COSITREX (2023-2026) ;
- Etude acoustique et vibratoire réalisée par IMPEDANCE (2023-2026). Impédance est qualifiée **OPQIBI sur tous les thèmes** de la rubrique de **l'ingénierie acoustique** :
  - Études en acoustique,
  - Acoustique des infrastructures de transports,
  - Acoustique industrielle,
  - Acoustique du bâtiment,
  - Acoustique d'environnement.
- Etude Air & Santé réalisée par TECHNISIM (2023-2026)
- Etude géomètre réalisée par HAMEL Géomètres-Experts
- Etudes Géotechniques G1 PGC, G2 AVP, G5 Matsuo et dissolution sur les gypses réalisées par ATLAS Géotechnique. ATLAS Géotechnique est **OPQIBI sur tous les thèmes** de la rubrique de **l'ingénierie géotechnique** :
  - Étude de projets courants en géotechnique,
  - Étude de projets complexes en géotechnique
  - Étude en géologie
  - Étude en hydrogéologie
  - Etude d'interaction sol-structure complexe
  - Étude en terrassements courants
  - Étude en terrassements complexes
  - Étude de terrassements avec confortement
  - Etude de fondations.

Des investigations supplémentaires d'envergure permettant de dimensionner les travaux à mettre en œuvre seront également menées dans un second temps, notamment des investigations sur les sols qui seront effectuées par la société VALGO dans le cadre de la dépollution du site et des investigations structurelles et de pollution du bâti dans le cadre de la réhabilitation des halles.

ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

2. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

2.1. Préambule

2.1.1. Principes de l'état initial

L'état initial de l'environnement constitue la clé de voûte de l'évaluation environnementale. Il participe à la construction du projet avec l'identification des enjeux environnementaux. Il constitue le référentiel nécessaire à l'évaluation soit l'état de référence. Il doit traiter l'ensemble des thématiques de l'environnement permettant de caractériser son état actuel, mais aussi son évolution.

La réglementation n'impose pas une liste de thématiques à traiter dans l'état initial de l'environnement. Cependant, il doit permettre de répondre aux exigences de la directive relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement selon laquelle l'état initial de l'environnement permet par la suite de faire le point sur « les effets notables probables sur l'environnement, y compris sur des thèmes comme la diversité biologique, la population, la santé humaine, la faune, la flore, les sols, les eaux, les facteurs climatiques, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris le patrimoine architectural et archéologique, les paysages et les interactions entre ces facteurs ».

L'état initial donne une vision globale du territoire, mais permet aussi la mise en évidence de particularités plus locales qui peuvent être importantes pour le futur projet. L'état initial sera approfondi en fonction de la sensibilité du territoire et des orientations du projet. Le choix des thématiques à approfondir est spécifique à chaque projet, et les approfondissements devront être proportionnés aux enjeux. L'état initial permettra de formuler des enjeux territorialisés et hiérarchisés.

2.1.2. Méthodologie d'élaboration de l'état initial

2.1.2.1. Etude bibliographique

L'état initial s'appuie sur les données environnementales existantes. Des données bibliographiques sont disponibles au niveau local et communal. Il ne s'agit toutefois pas de rechercher l'exhaustivité des données collectées, mais la pertinence des informations. C'est cette recherche qui permettra de déterminer les thématiques pour lesquelles les connaissances sont insuffisantes et qui nécessitent des approfondissements.

2.1.2.2. Etude de terrain

Pour compléter les données bibliographiques, des échanges avec des experts en charge des questions environnementales sont indispensables. Après l'étude bibliographique, il peut être nécessaire de réaliser une étude de terrain. Cette étude doit rester proportionnelle au projet et aux enjeux du projet d'aménagement.

2.1.3. Périmètre du projet et aire d'étude

La première étape de l'état initial est de déterminer le périmètre d'étude. Il s'agit de cartographier et de justifier la délimitation du projet sur lequel l'évaluation environnementale sera conduite. Le périmètre étudié peut varier selon les thématiques abordées, il est en effet important de prendre en compte l'environnement de la zone étudiée pouvant être impacté par le projet d'aménagement.

2.1.3.1. Périmètre opérationnel du projet

Le périmètre opérationnel des « Cathédrales du Rail » correspond à l'ensemble des bâtiments et du terrain en friche au Sud de Saint-Denis, délimité à l'Est par la rue Du Bailly et l'Avenue du Président Wilson, à l'Ouest et au Nord par le tracé des voies ferrées, et au Sud par le chemin des Petits Cailloux.

Figure 6 : Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024

2.1.3.2. Aire de réflexion immédiate

L'aire de réflexion immédiate désigne la zone géographique d'influence sur laquelle le projet est susceptible d'avoir des effets en phase travaux et en phase d'exploitation (nuisances directes, augmentation du trafic etc.).

En l'espèce, elle comprend : le périmètre du projet, les écoles à proximité, les activités et services à proximité immédiate du site, la route N1 située à l'Est du projet, les logements voisins ainsi que les voies ferrées et zones végétalisées attenantes au projet.

Figure 7 : Aire d'étude immédiate du site, TERAO, 2024

2.1.3.3. Aire de réflexion rapprochée

Il s'agit d'une aire d'étude d'environ 1,2 km de rayon depuis le centre du secteur opérationnel. Elle permet d'apprécier les effets des aménagements sur le patrimoine paysager du secteur ainsi que les effets cumulés avec d'autres projets en cours à proximité.

L'aire d'étude rapprochée comporte notamment :

- Les cathédrales du rail, classées monument historique
- Le projet de la nouvelle gare de Saint-Denis Pleyel et les voies du Charles de Gaulle Express enjambées par le Franchissement urbain Pleyel
- Le tracé des futures lignes de métro 15 et 16 et du futur tramway 8
- Deux gares
- Des arrêts de métro des lignes 12 et 14

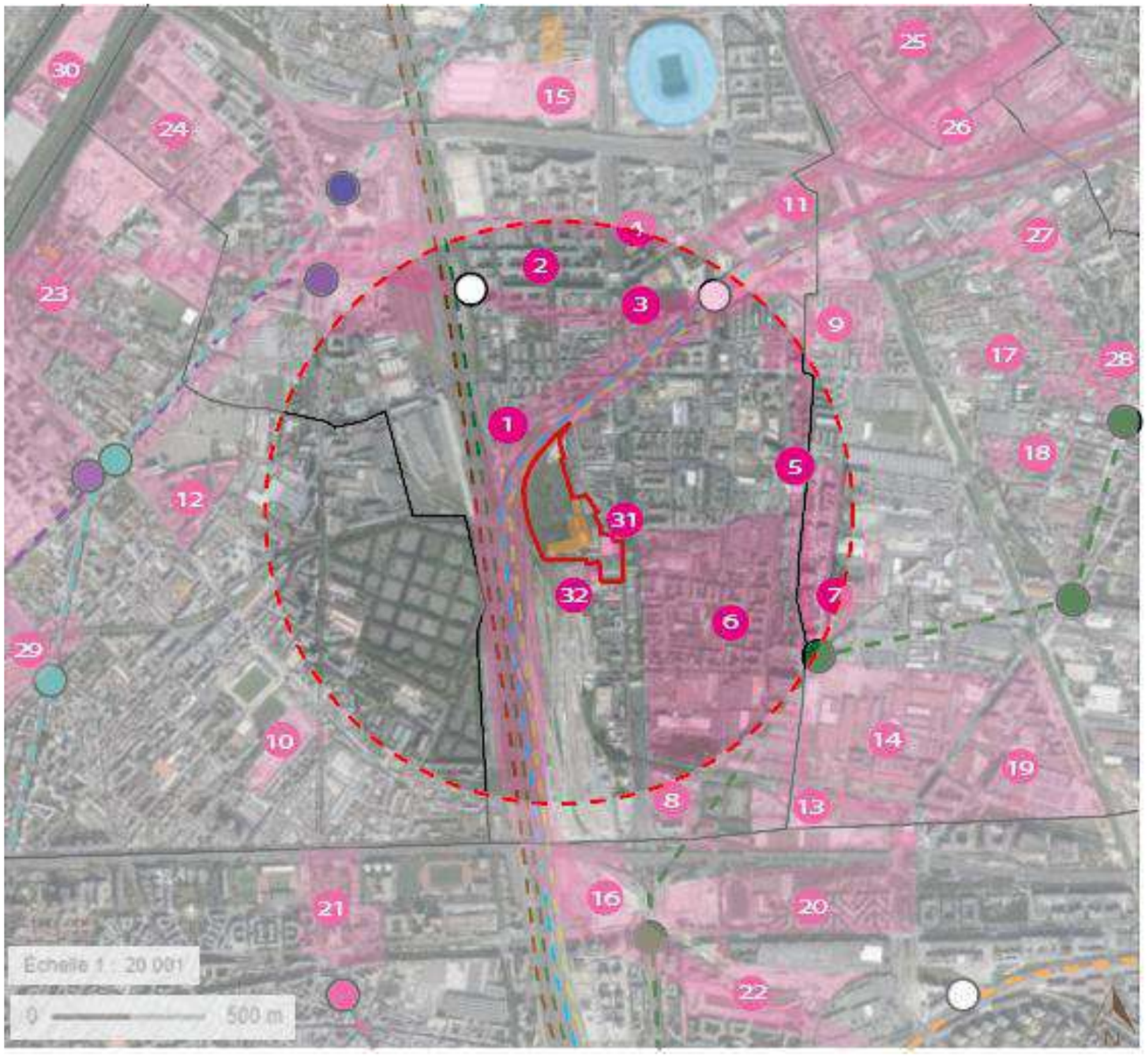


Figure 8 : Aire d'étude rapprochée, TERAO, 2023

2.1.3.4. Aire d'étude éloignée

L'aire d'étude éloignée correspond au territoire sur lequel s'inscrivent les zones d'inventaires et de protection du patrimoine naturel. Elle permet de prendre en compte les éléments à l'échelle régionale et de tenir compte des continuités écologiques plus larges. Il s'agit d'une zone tampon d'un rayon de 5km depuis le centre du secteur opérationnel. L'aire d'étude éloignée empiète légèrement sur le Parc de la Courneuve et le Parc de L'Ile-Saint-Denis, tous deux rassemblés au sein du réseau Natura 2000 des sites de Seine-Saint-Denis (FR1112013).

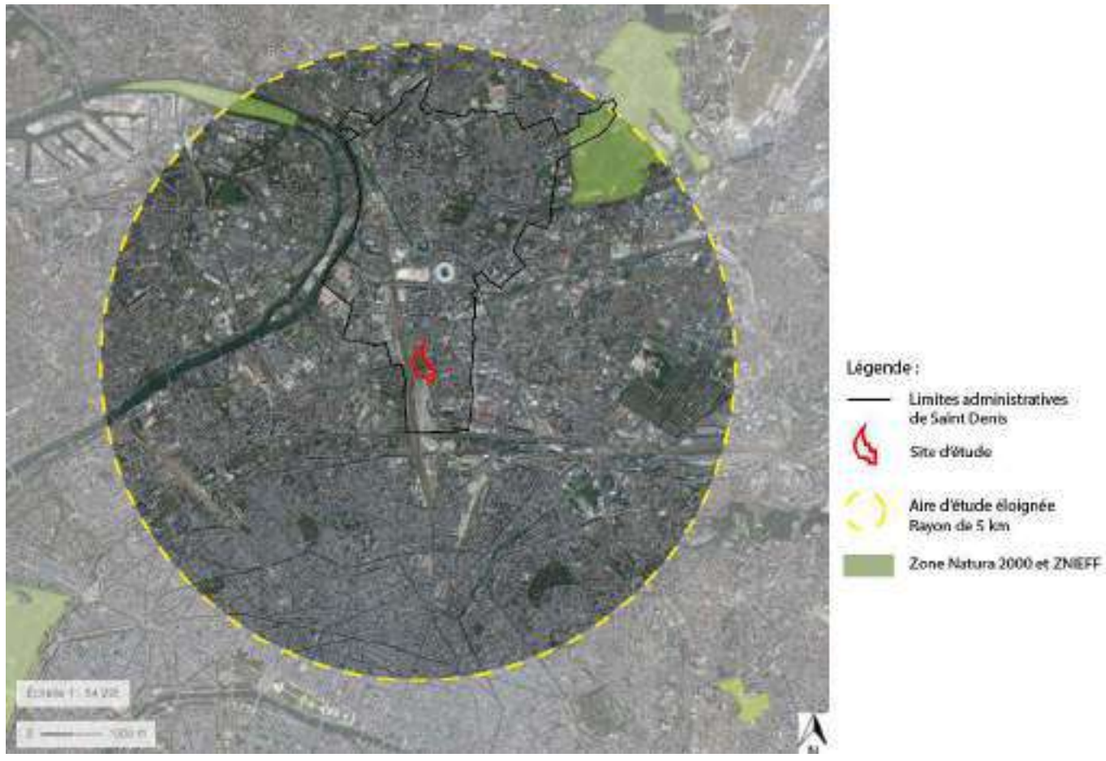


Figure 9 : Aire d'étude éloignée, TERAO, 2024

2.2. Contexte territorial

2.2.1. Contexte territorial et institutionnel

Le site du projet de renouvellement urbain des Cathédrales du Rail (ci-après « site des Cathédrales du Rail ») objet de la présente étude d'impact, est situé dans la commune de Saint-Denis, en région Ile-de-France. La commune est localisée dans la partie ouest du département Seine-Saint-Denis (93) dont elle est la sous-préfecture, en banlieue proche de Paris. Elle présente une population de 113 116 habitants (selon le recensement de la population de l'INSEE de 2020) pour une superficie de 12.36 km². Pour information au 1er janvier 2025, la ville de Pierrefitte-sur-Seine a fusionné avec Saint-Denis et forme ainsi une nouvelle commune de 150 000 habitants, couvrant 15.77 km². Pierrefitte-sur-Seine devient ainsi une commune déléguée de Saint-Denis.

La Ville de Saint-Denis est intégrée à l'EPT Plaine Commune, structure intercommunale créée le 1er janvier 2016 dans le cadre de la mise en place de la métropole du Grand Paris. Elle conserve notamment la compétence de l'aménagement urbain, l'environnement, l'habitat ou l'assainissement.

Au sein de la Métropole, la commune de Saint-Denis représente un pôle d'établissements de services (SNCF, BNP Paribas, SFR) et d'établissements de santé (ANSM, Etablissement français du sang) important. De nombreuses entreprises tertiaires se sont développées à Saint-Denis depuis la construction du Stade de France, le plus grand stade du pays.

Elle est limitrophe de 9 communes, à savoir :

- Au nord : Epinay-sur-Seine, Villetaneuse, Pierrefitte-sur-Seine, Stains ;
- A l'ouest : L'Île-Saint-Denis, Saint-Ouen-sur-Seine ;
- A l'est : Aubervilliers, La Courneuve ;
- Au sud : Paris.

La ville est longée par la Seine et sa partie Sud entre le canal Saint-Denis et Paris constitue la Plaine Saint Denis, s'étendant également sur Aubervilliers et Saint-Ouen-sur-Seine. La plaine est une ancienne zone industrielle majeure européenne, qui fut progressivement désindustrialisée après la Seconde Guerre Mondiale.

La ville se subdivise administrativement en 7 quartiers dont :

- Le Grand Centre-Ville, comprenant la partie historique de la ville, autour de la basilique ;
- Franc Moisin-Bel Air-Stade de France, comprenant le stade de France et les services regroupés autour ;
- La zone portuaire et industrielle à l'Ouest, dans le quartier Pleyel-Confluence ;
- La Plaine, où se situe le projet des Cathédrales du Rail.

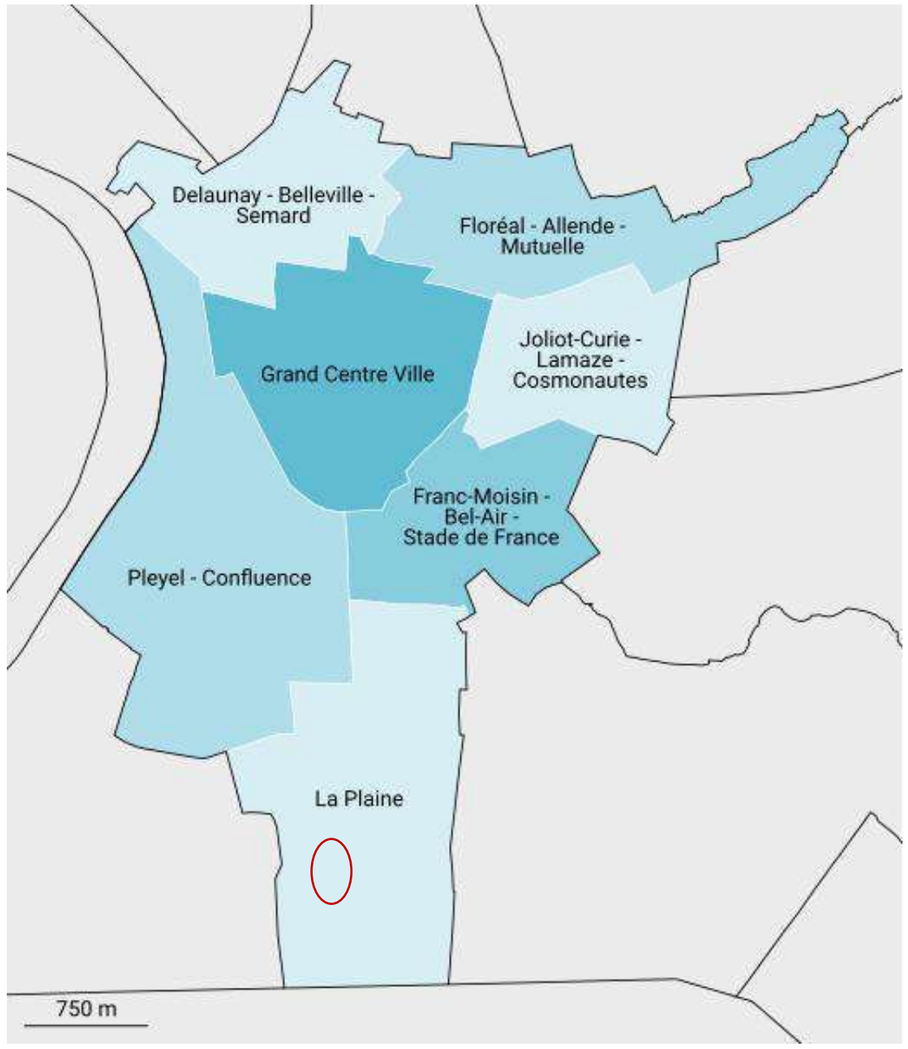


Figure 10 : Carte des 7 quartiers de la commune de Saint-Denis, Wikipédia

A l'échelle communale, le site des Cathédrales du Rail prend place sur la rive droite de la Seine, à proximité de la frontière administrative avec la commune de Saint-Ouen-sur-Seine et de Paris. Il s'inscrit au sein du quartier de La Plaine qui reflète la transition opérée pendant la période d'après 2nde guerre mondiale entre un passé de zone industrielle et une dynamique moderne, intégrant des équipements sportifs, des studios de télévision, des logements et des entreprises tertiaires.

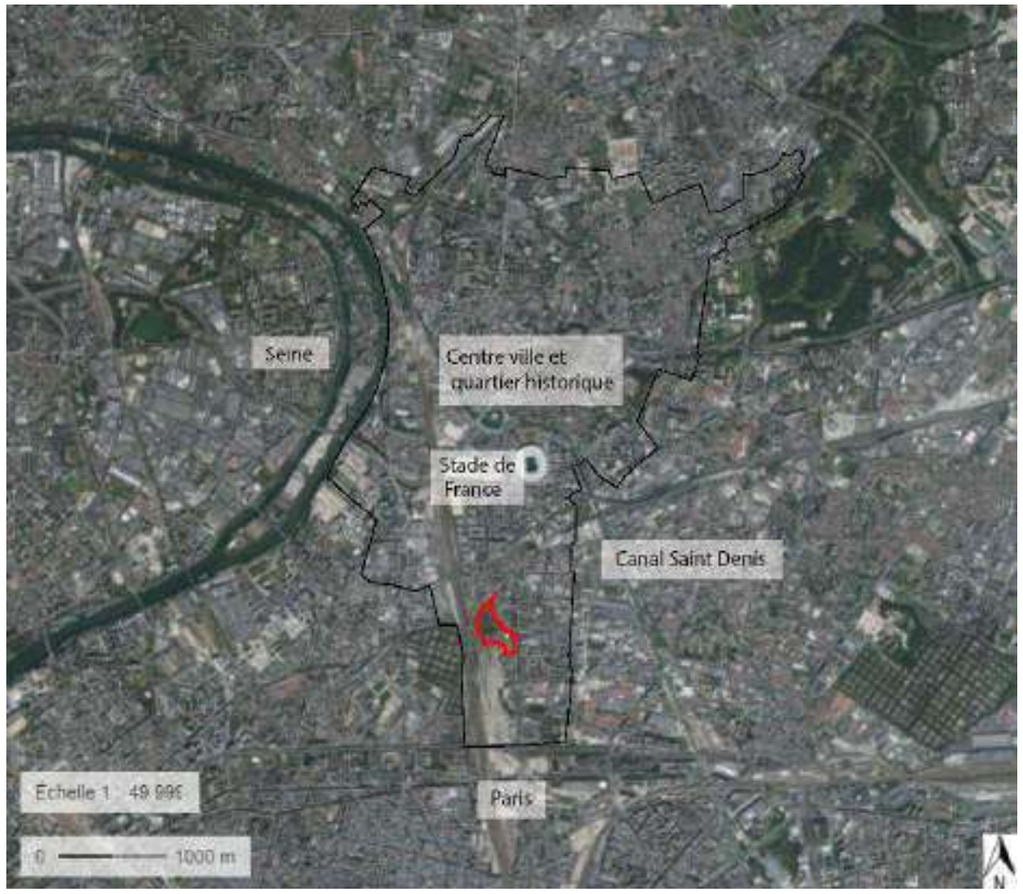


Figure 11 : Plan de situation du projet à l'échelle de la commune, TERAO 2024

Ce quartier connait depuis quelques années une véritable mutation urbaine impulsée par la municipalité de Saint-Denis dans un objectif de redynamisation de l'attractivité et de reconquête du quartier, pour que l'ancienne zone industrielle désaffectée retrouve un statut de ville active. Cette stratégie s'appuie notamment sur l'intégration d'éléments extérieurs comme le Stade de France, le développement des transports par le biais de l'autoroute A1 et des transports en commun comme le métro et le RER. L'installation des studios de sociétés audiovisuelles comme TF1 redéfinit le quartier comme un pôle majeur pour les médias, comme l'émission jeunesse Club Dorothée qui sera diffusée de 1987 à 1997 et popularisera le quartier de La Plaine.

La municipalité souhaite également une mixité d'usage pour le quartier, ce qui la conduit à développer de nouveaux quartiers d'habitat tels que Landy France, Nozal-Front Populaire et Wilson.

2.2.2. Contexte règlementaire

2.2.2.1. Schéma directeur de la région Ile-de-France (SDRIF)

Le Schéma directeur de la région Ile-de-France (SDRIF) a été approuvé le 27 décembre 2013. Depuis mars 2022, la Région Île-de-France a lancé sa révision afin qu'il soit en mis en compatibilité pour les Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024 et afin de déterminer l'aménagement du territoire d'ici à 2040 pour les 12 millions de Franciliens. Après une concertation avec l'ensemble des acteurs du territoire, il a été voté par la Région le 11 septembre 2024.

Il s'impose aux Schémas de cohérence territorial (SCOT) et Plans locaux d'urbanisme (PLU) des communes et intercommunalités de la région. Il s'agit d'un document de référence pour la planification stratégique afin d'encadrer la croissance urbaine, l'utilisation de l'espace et de favoriser le rayonnement international de la région. L'objectif est de garantir un cadre de vie de qualité aux Franciliens à l'horizon 2040.

Il précise les moyens à mettre en œuvre pour corriger les disparités spatiales, sociales et économiques de la région, pour coordonner l'offre de déplacement et préserver les zones rurales et naturelles afin d'assurer les conditions d'un développement durable de la région.

Le nouveau SDRIF-E institue pour la 1re fois l'environnement comme un pilier fondamental du développement francilien. Dans la lignée du Plan vert et du Plan régional d'adaptation au changement climatique, le SDRIF-E adopte de nouvelles règles pour lutter contre l'étalement urbain et protéger les espaces naturels, agricoles et forestiers avec

- la sanctuarisation de 13 % du territoire francilien et de la quasi-totalité des espaces verts de la zone urbaine et périurbaine est actée.
- La création ou l'agrandissement de 140 espaces verts pour permettre à chaque Francilien d'avoir accès à un espace de nature à moins de 10 minutes.

Il prévoit également densifier les réseaux de transports par le développement de nouveaux transports collectifs couplés à des modes de déplacements plus souple et à l'aménagement d'infrastructures en faveur des mobilités actives.

- 73 projets de transports en commun, dont 4 projets de navettes fluviales et 5 nouvelles gares et 40 prolongements de lignes de métro et de nouvelles liaisons, pour un total de plus de 790 km de prolongements du réseau existant,
- 750 km de pistes cyclables

Le SDRIF-E est composé de :

- 3 documents stratégiques :
  - Le Projet d'aménagement régional
  - Les Orientations réglementaires
  - L'Evaluation environnementale stratégique
- 3 cartographies à valeur réglementaire :
  - Maîtriser le développement urbain – carte générale d'aménagement
  - Développement l'indépendance productive régionale – nouvelle carte économique
  - Placer la nature au cœur du développement régional – nouvelle carte environnementale

Il porte plusieurs grands objectifs tels que la création de 27 centralités et 112 polarités afin de générer une Région des 20 minutes et de diminuer de 20% par décennie la consommation foncière en favorisant le recyclage urbain.

L'approbation définitive du SDRIF par décret en Conseil d'État a été adopté le 10 juin 2025.

2.2.2.2. Schéma de cohérence territorial (SCoT)

Le SCoT doit être compatible au Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires SRADDET. (Pour la région Ile-de-France, il s'agit du SDRIF). Il s'agit d'un document de planification territoriale intégrateur des documents d'urbanisme supérieurs tels que le SDRIF.

Créé par la loi S.R.U. (Solidarité et Renouvellement Urbain) du 13 décembre 2000, le SCoT est l'outil de conception et de mise en œuvre d'une planification stratégique intercommunale à l'échelle d'une aire urbaine, d'un bassin de vie ou d'un bassin d'emploi. Il oriente l'évolution d'un territoire à long terme dans le cadre de projet d'aménagement et de développement durable. Il est destiné à assurer la cohérence des différentes politiques sectorielles portées par les documents d'urbanismes intercommunaux, à savoir PLH, PDU et PLUi. Le SCoT est soumis aux dispositions générales édictées aux articles L.111, L.121-1 et L.122 du Code de l'Urbanisme.

Le SCoT de la Métropole du Grand Paris fut approuvé le 13 juillet 2023 par le Conseil de la Métropole du Grand Paris.

Les principales orientations exposées au sein du SCoT de la Métropole du Grand Paris sont :

- Conforter une Métropole polycentrique, économe en espaces et équilibrée dans la répartition de ses fonctions
- Embellir la Métropole et révéler les paysages, renforcer la présence de la nature et de l'agriculture en ville, renforcer le développement de la biodiversité en restaurant notamment des continuités écologiques telles que les trames vertes et bleues, tout en offrant des ilots de fraicheur et la rétention de l'eau à la parcelle
- Permettre aux quartiers en difficulté de retrouver une dynamique positive de développement
- S'appuyer sur les nouvelles technologies et les filières d'avenir pour accélérer le développement économique, la création d'emplois et la transition écologique
- Mettre en valeur la singularité culturelle et patrimoniale de la Métropole du Grand Paris au service de ses habitants et de son rayonnement dans le monde
- Offrir un parcours résidentiel à tous les Métropolitains
- Agir pour la qualité de l'air, transformer les modes de déplacement et rendre l'espace public paisible
- Renforcer l'accessibilité de tous à tous les lieux en transports en commun et tisser des liens entre territoires
- Confirmer la place de la Métropole comme une première créatrice de richesse en France en confortant les fonctions productives et la diversité économique
- Engager le territoire métropolitain dans une stratégie ambitieuse d'économie circulaire et de réduction des déchets
- Organiser la transition énergétique
- Maîtriser les risques et lutter contre les dégradations environnementales, notamment par l'arrêt de la consommation et la reconquête des espaces naturels, boisés et agricoles

Les documents sectoriels intercommunaux (PLH, PDU et PLUi) doivent être compatibles avec le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) du SCoT.

Dans un équilibre avec les objectifs et les orientations visant à préserver et renforcer l'armature naturelle et la nature en ville, à protéger et mettre en valeur les paysages, à prendre en compte les risques et à garantir des aménagements de qualité et ceux visant la densification, le SCOT vise à optimiser la gestion des sols en garantissant un cadre de vie attractif.

Le SCoT énonce également les points suivants comme composantes principales du projet spatial régional :

- Relier – structurer
- Polariser – équilibrer
- Préserver – valoriser

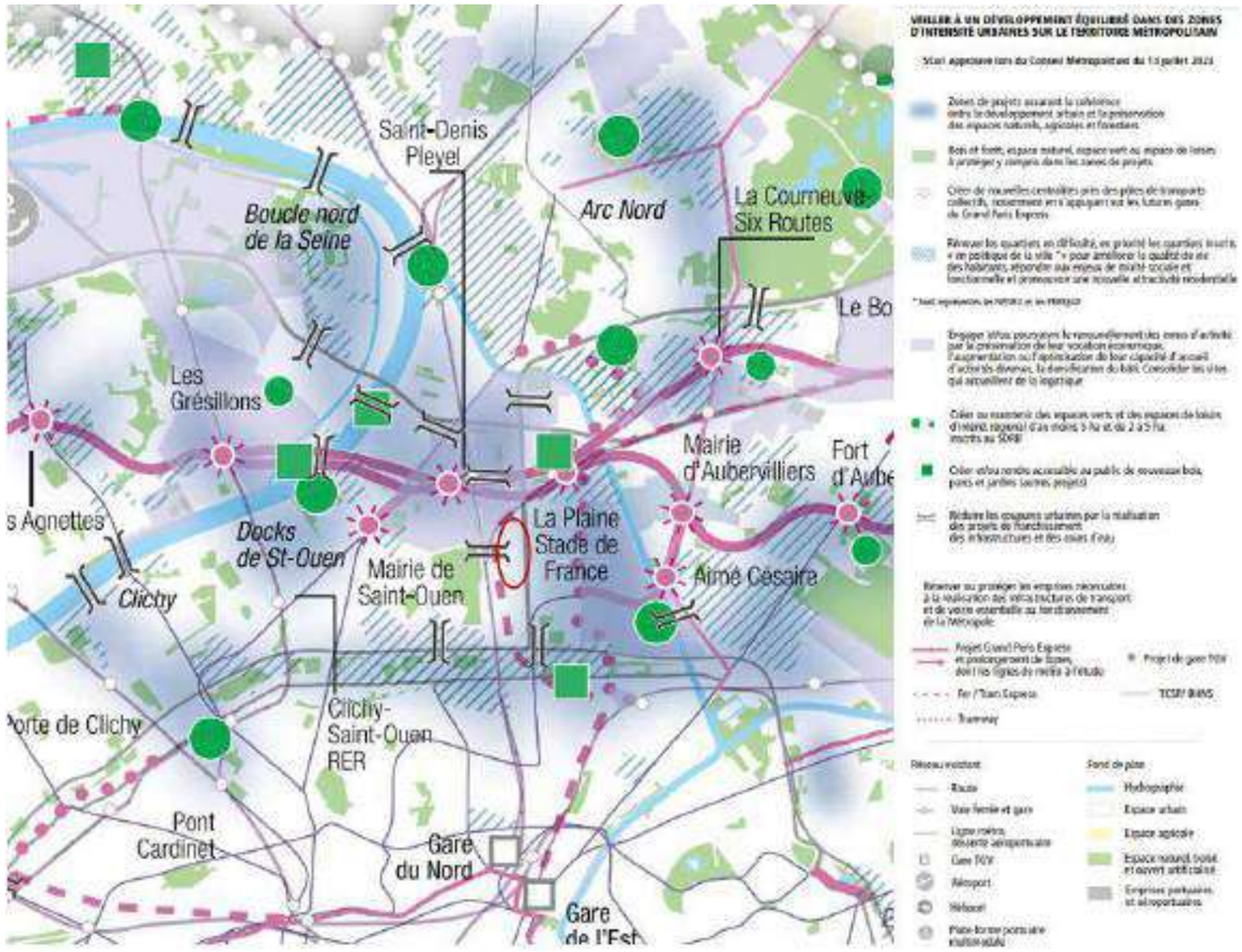


Figure 12 : Carte des Projets à l'échelle de la métropole, SCoT de la Métropole du Grand Paris, 2023

Concernant le site de projet et la ville de Saint-Denis, le SCoT identifie des objectifs de création d'espaces verts et de loisirs, l'extension du réseau de transport en commun et son renforcement en lien avec la polarisation de la ville.

A proximité du site, le SCoT présente l'intention de réduction de coupures urbaines par la réalisation d'un ouvrage de franchissement.

2.2.2.3. Plan Local de l'Habitat 2020-2025 de Plaine Commune

Le Plan Local de l'Habitat 2022-2027 de Plaine Commune fixe 6 grandes orientations pour Plaine Commune :

1. Construire une ville attractive et équilibrée
    - L'objectif de production pour le PLH 2022-2027 de 3 500 logements par an dont 20% en accession sociale à la propriété et 25% en locatif social
    - L'offre de logements doit être diversifiée et mieux répartie sur le territoire par la production de neuf pour équilibrer la métropole. Des typologies variées seront développées afin de répondre aux besoins du territoire.
2. Favoriser les parcours résidentiels ascendants sur le territoire
    - La maîtrise de la hausse des prix du parc privé et des loyers sera renforcée pour permettre aux travailleurs et habitants du territoire d'y rester.
    - L'accession sociale en Bail Réel Solidaire sera massivement développée.
    - Les procédures d'attribution de logement seront transparentes et objectives
3. Construire une ville durable et résiliente
    - Favoriser la construction d'habitat sobre, durable et adapté au climat de demain
    - Les logements neufs devront répondre aux nouveaux usages de la crise sanitaire
    - Développer des matériaux bas-carbone, biosourcés, réemployés afin de limiter les consommations énergétiques et les impacts écologiques des constructions
4. Construire une ville inclusive
    - Améliorer la situation des habitants fragilisés ayant des besoins en logements spécifiques
    - Développer une offre de logements adaptée et des formes d'habitat innovantes pour répondre aux besoins (grand âge, handicap, jeunes, sédentarisation des gens du voyage, …)
5. Requalifier l'habitat privé, prévenir et redresser les copropriétés dégradées
    - L'observatoire des copropriétés sera renforcé pour repérer les difficultés des copropriétés et les accompagner
6. Amplifier la lutte contre l'habitat indigne
    - Les dispositifs pour éradiquer l'habitat indigne et prévenir la dégradation du parc seront renforcés
    - Le permis de louer sera largement étendu et la coordination entre les acteurs (ville, CAF, Etat,…) consolidée

Le projet des Cathédrales du Rail s'inscrit dans les ambitions du PLH en proposant la création d'un nouveau quartier mixte sur une friche ferroviaire. En particulier, le projet porté par la SAS des Cathédrales du Rail vise la création de :

- **650 logements (environ 43 000 m² de surface de plancher) dont environ :**
    - **325 logements en accession à la propriété ;**
    - **225 logements en BRS ;**
    - **65 logements locatifs sociaux**
- **130 logements étudiants**

Le projet compte également un parc urbain de 1,80 ha offrant différents usages sportifs et de loisirs participant à la qualité de vie sur le futur quartier.

Les bâtiments du quartier offriront également des standards de qualité environnementale en matière de confort, de consommation énergétique et de bas carbone notamment.

Avec une programmation dédiée à du logement BRS à hauteur de 30% et une conception bioclimatique qui intègre des mesures issues d'étude spécifique en matière de qualité de l'air et acoustique, le projet répond aux enjeux du PLH.

A cela s'ajoutent les 110 logements développés par Plaine Commune Développement sur le foncier TKE mêlant logements en accession à la propriété et BRS.

2.2.2.4. Plan Local d'Urbanisme Intercommunal

Régi par les dispositions du Code de l'Urbanisme, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) constitue le document de planification territoriale à l'échelle communale ou intercommunale (PLUi). Depuis la loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbains (loi SRU) du 13 décembre 2000, il remplace le Plan d'Occupation des Sols (POS). Il définit le projet de la commune ou de l'agglomération en matière d'aménagement, de traitement de l'espace public, de paysage et d'environnement. Il détermine les règles générales et les servitudes d'utilisation des sols.

La loi d'engagement national pour l'environnement ou « Grenelle II », du 12 juillet 2010, a de plus intégré la prise en compte de la trame verte et bleue, les orientations d'aménagement et de programmation, le PLH (Programme Local de l'Habitat) voire le PDU (Plan de Déplacements Urbains) dans le contenu du PLUi.

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal en vigueur à Plaine Commune a été adopté le 25 février 2020 et fait l'objet d'une procédure de révision depuis février 2023. Le projet de révision du Plan Local d'Urbanisme intercommunal de l'EPT Plaine Commune a été arrêté lors du Conseil de Territoire du 19 novembre 2024.

La révision du PLUi de Plaine commune a finalement été approuvée le 16 décembre 2025.

Le projet des « Cathédrales du Rail » s'inscrivait dans les zones UG (Urbaine Grands services urbains et grands équipements), UVP (Urbaine Verte et Paysagère), UMD (Urbaine Mixte Dense) du PLUi de Plaine Commune. Avec la mise en place du nouveau PLUi, la zone UVP est conservée, la zone UG est conservée en bordure de site, et la zone UMD est transformée en une nouvelle zone UMGP, réservée aux grands projets urbains du territoire, excepté une partie du Chemin des Petits Cailloux et de l'espace adjacent au sud, restant en zone UMD.

La zone « UG » correspond à la zone urbanisée accueillant des grands services urbains et des grands équipements. En l'occurrence, la zone couvre les emprises ferroviaires et leur alentour, notamment celles accueillant le RER, le train et le futur Grand Paris express. Ces emprises ont vocation à conserver leur utilité principale tout en assurant une continuité écologique et une végétalisation des abords des voies. Une lisière écologique est prévue de s'implanter en partie sur le zonage UG. La lisière écologique est l'espace dédié à la compensation écologique : zone exclusivement dédiée à la biodiversité, aucun accès piéton ne sera possible.

La zone « UVP » correspond aux espaces urbains à composante végétale et paysagère comme les jardins, les squares et espaces publics, des espaces dédiés aux sports, aux loisirs ou aux activités culturelles. L'objectif est de renforcer la présence d'espaces de respiration et de les valoriser. Elle est ici renforcée d'un emplacement réservé pour espace vert.

La zone « UMGP » correspond aux Projets urbains du territoire, comprenant les opérations d'aménagement ayant un fort intérêt de développement pour le territoire de Plaine Commune, comme c'est le cas des Cathédrales du Rail.

L'objectif est de permettre la réalisation de ces grands projets porteurs de dynamisme, de développer de nouvelles centralités en affirmant leur mixité fonctionnelle et leur intensité programmatique.

© TERAO 2026

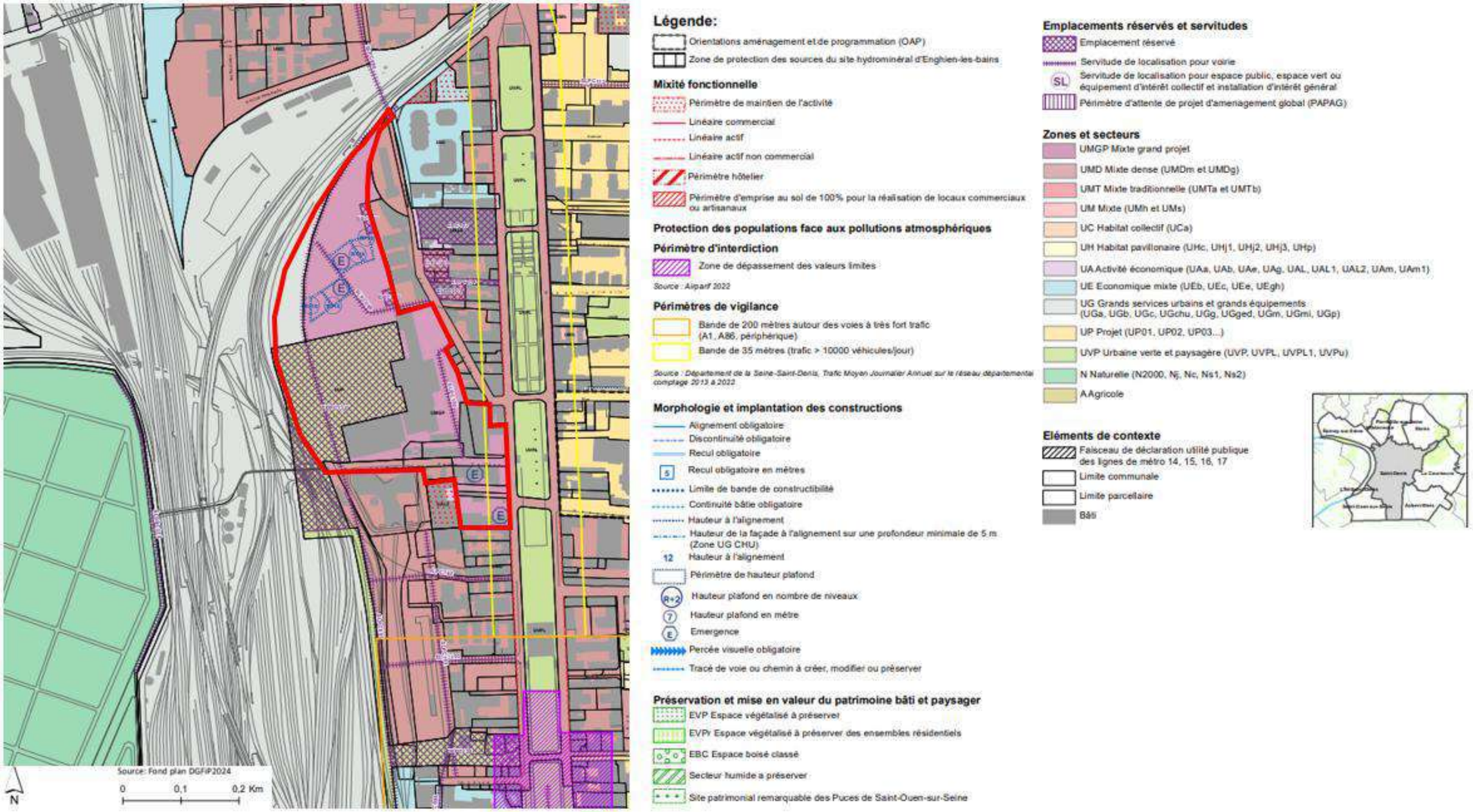


Figure 13: Extrait du règlement graphique - Plan du zonage détaillé Saint-Denis (Sud), Révision du PLUi Plaine Commune, 2025

Figure 14 : Extrait du règlement graphique - Plan du zonage détaillé de Saint-Denis Sud – Révision du PLUi Plaine Commune – 16/12/2025

Le projet est concerné par un secteur de mixité sociale. Les dispositions sont applicables aux opérations destinées au logement dont la surface de plancher est supérieure ou égale à 5 000 m². Au minimum 30% de la surface de plancher est destinée à des logements à caractère social (logements locatifs sociaux, logements en accession à la propriété, PSLA ou BRS). Il est prévu d'avoir cette répartition :

- 50% dédiés à de l'accession
- 30% dédis à du Bail Réel Solidaire
- 20% dédiés à du Logement Locatif Social

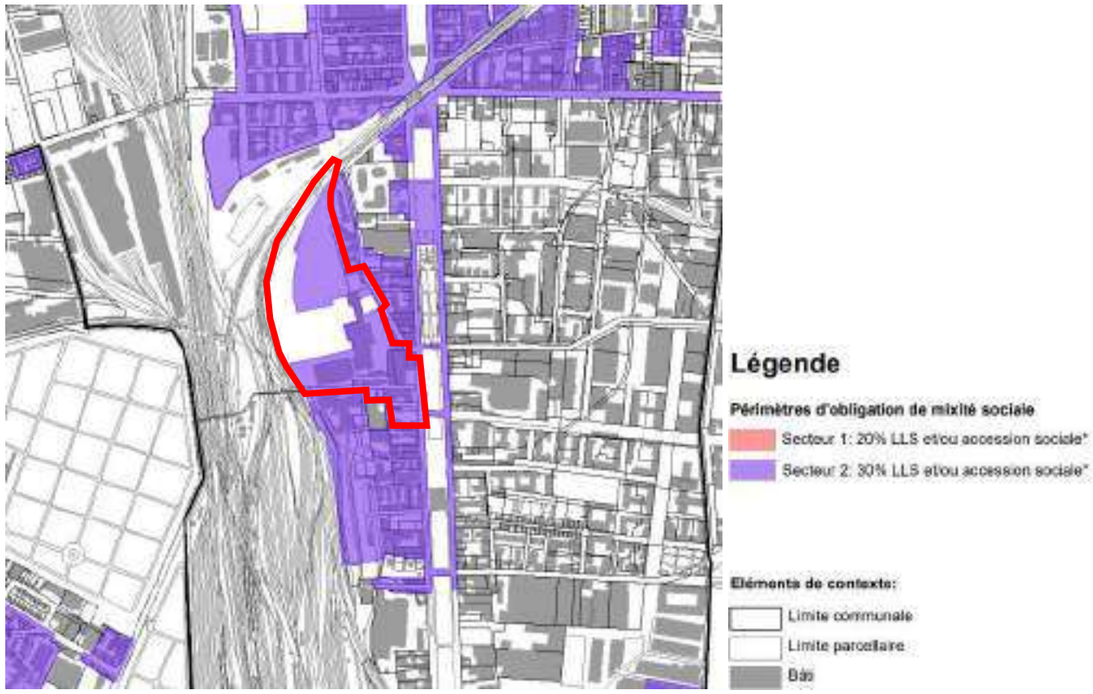


Figure 15 : Extrait du règlement graphique - Plan des périmètres d'obligation de mixité sociale, Révision du PLUi Plaine Commune, 16/12/2025

Il s'agit également d'un secteur de bonus de constructibilité pour mixité sociale : un bonus de constructibilité de mixité sociale peut-être autorisé pour les opérations de plus de 20 logements créant au moins 50% de logements locatifs sociaux et/ou de logements en accession sociale en Bail réel solidaire (BRS) sur l'ensemble de l'opération. La hauteur maximale de la construction peut alors être majorée à raison d'un niveau supplémentaire en attique.

De plus, le site est également couvert par une zone dite « Secteur de taille minimale de logement » qui implique des pourcentages de logements d'une certaine taille minimale à respecter, et ce sur la même localisation que le secteur de mixité sociale (zone UMGP). La règle est la suivante :

- Les opérations créant de 1 à 5 logements doivent comporter au moins 50% de logements de surface de plancher supérieure à 50 m²
- Les opérations créant de 6 à 19 logements doivent comporter au moins 60% de logements de surface de plancher supérieure à 60 m²
- Les opérations créant 20 logements ou plus doivent comporter au moins 70% de logements de surface de plancher supérieure à 65 m²

© TERAO 2026

Figure 16 : Plan des secteurs de servitude de taille minimale de logements, Révision du PLUi Plaine Commune, 16/12/2025

❖ EMPLACEMENT RESERVE ET SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE

Le projet est également sur des zones comportant des servitudes, notamment des servitudes de localisation pour les futures voiries du projet et des servitudes liées aux monuments historiques (« Les Cathédrales du Rail »).

Le plan des servitudes mentionne également une servitude AC1 monuments historiques inscrits, Périmètre de protection des monuments historiques et périmètres des abords pour les Cathédrales du rail, PM1 plan de prévention des risques naturels de mouvement de terrain et T1 Zone en bordure de laquelle s'appliquent les servitudes relatives au chemin de fer.

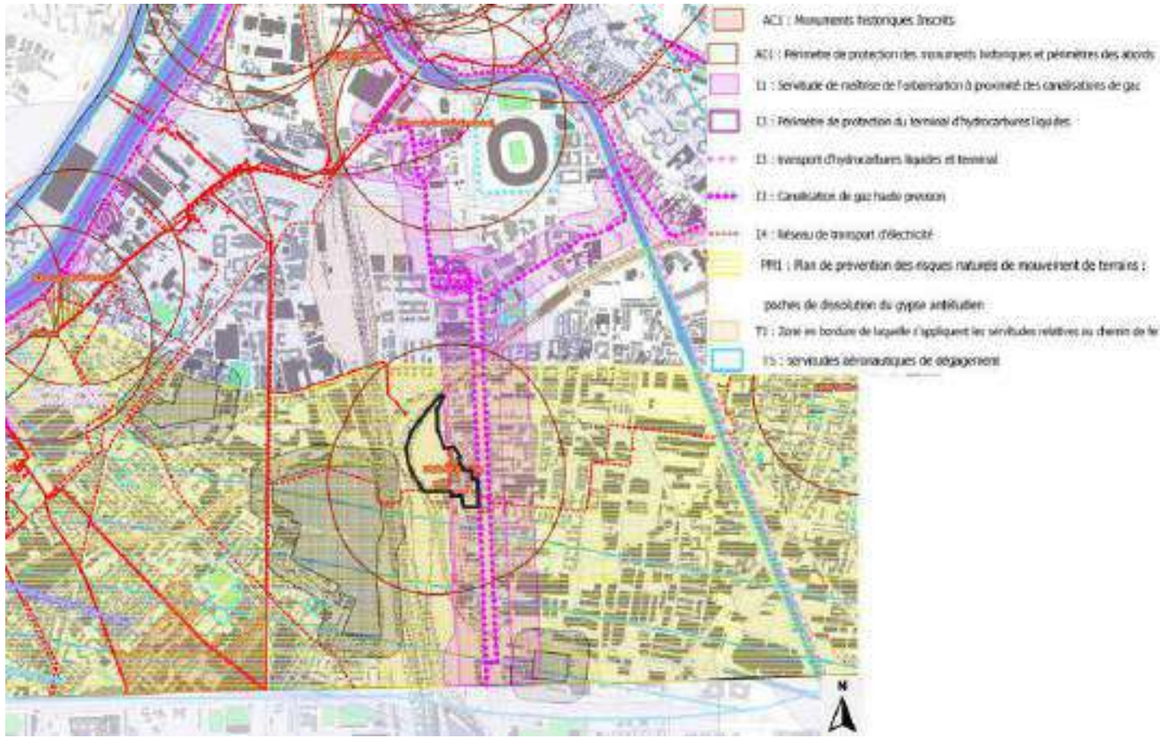


Figure 17 : Extrait du règlement graphique – Plan des servitudes d'utilité publique, Révision du PLUi de Plaine Commune, 16/12/2025

En application des articles L 151-41 du Code de l'urbanisme, le plan de zonage délimite des zones sur lesquelles sont institués des emplacements réservés pour voiries, équipements et installations d'intérêt général, espaces verts et logements. Cette servitude permet aux propriétaires d'exiger l'acquisition par la personne publique au profit de laquelle le terrain est réservé.

Selon l'annexe du règlement graphique, le site de projet comporte (voir Figure 12 ci-dessus) :

- 3 emplacements réservés :
  - « ERPC132 » Espace vert ou espace nécessaire aux continuités écologiques. Cet emplacement a vocation à devenir un espace vert chemin des Cailloux, en lien avec les continuités écologiques de Saint-Denis.
  - « ERC097 (2 fois)» : Equipement d'intérêt collectif et installation d'intérêt général. Cet emplacement est dédié à l'extension de l'école Aime Césaire
- 3 servitudes de localisation pour voirie :
  - « SLPC097 » : Voirie – Création de voirie parallèle à l'avenue Wilson le long des voies ferrées (P.Chapelle)
  - « SLPC099 » : Voirie - Création de voirie reliant la rue du Bailly au secteur des Cathédrales du Rail
  - « SLPC100 » : Voirie - Création de voirie reliant la rue du Bailly au Chemin des Petits Cailloux

❖ ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT ET DE PROGRAMMATION (OAP)

Le terrain d'assiette du projet s'inscrit dans une zone couverte par des Orientations d'aménagement et de Programmation (OAP) trame verte et bleue (au sein du PLUi révisé et approuvé le 16 décembre 2025) qui délimite les éléments constitutifs des continuités écologiques sur le territoire de Plaine Commune.

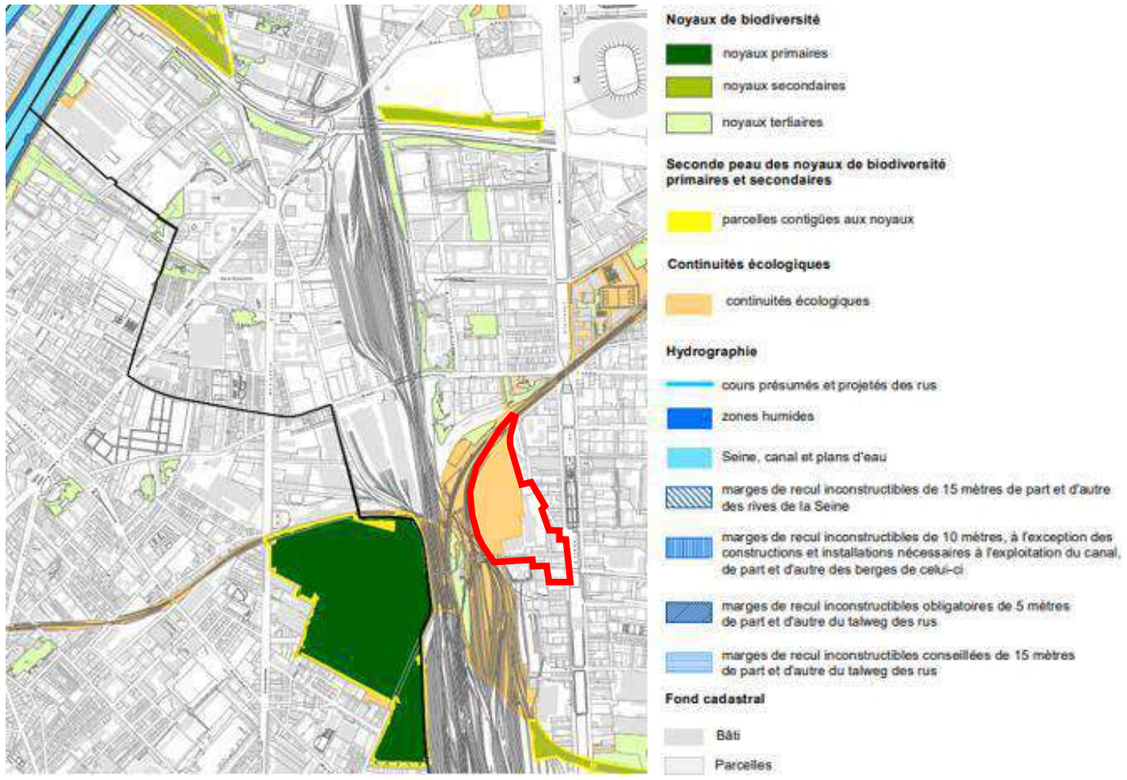


Figure 18 : Extrait du règlement graphique - Trame verte et bleue Saint-Denis (sud) – PLUi de Plaine Commune

Le site est spécifiquement concerné par les continuités écologiques. Ainsi, les projets situés dans les continuités écologiques doivent préserver au moins 30% de pleine terre et jusqu'à 50% selon le taux de pleine terre existante. Pour les projets d'aménagement d'ensemble couverts partiellement ou entièrement par le tracé d'une continuité écologique, l'objectif de pleine terre à atteindre est de 35%.

2.3. Histoire du site et mode d'occupation du sol

Le site des Cathédrales du Rail, terrain d'assiette du projet d'ensemble porté par la SAS Cathédrales du Rail se compose actuellement des deux monuments historiques des cathédrales du rail, entourés d'un espace en friche.

Ces anciennes halles ferroviaires faisaient historiquement partie du dépôt de La Plaine, une ancienne installation de la Compagnie des chemins de fer du Nord (une des principales composantes de la SNCF), qui servaient à entretenir et gérer les locomotives à vapeur puis diesel de la compagnie.

Figure 19 : Photographie historique avant suppression des voies d'accès - Permis d'aménager

Aujourd'hui, le terrain est en cours d'acquisition auprès de la SNCF par la SAS.

Figure 20 : Vue oblique du site des Cathédrales du Rail depuis le Sud du site

Les premiers ateliers de La Plaine furent construits en 1872 pour l'entretien des locomotives à vapeur, et mis en services en 1874.

La Grande Cathédrale (Atelier de Gros Entretien et levage) fut ensuite construite en 1920 et équipée de ponts de levage, l'atelier était alors légèrement moins long que dans sa forme actuelle. A partir de 1938, la SNCF commença à utiliser ces installations pour la maintenance des trains. On estime qu'en 1939, près de 1 200 cheminots travaillaient sur le site pour entretenir environ 130 locomotives à vapeur.

Le 21 avril 1944, durant la Seconde Guerre Mondiale, le site des Cathédrales fut bombardé par les Alliés, car elles constituaient un centre stratégique du réseau de transport allemand en France et de son bon fonctionnement, à la veille des débarquements de Normandie.

Les bombardements détruisirent une partie de la Grande Cathédrale et causèrent des dégâts sur les voies et les équipements.

Après la Libération, la Grande Cathédrale fut reconstruite en 1946 puis prolongée en 1947, pour atteindre sa forme actuelle. La Petite Cathédrale et ses 5 nefs est construite en 1950, afin de servir d'atelier de Petit Entretien, c'est-à-dire de réparation du petit matériel.

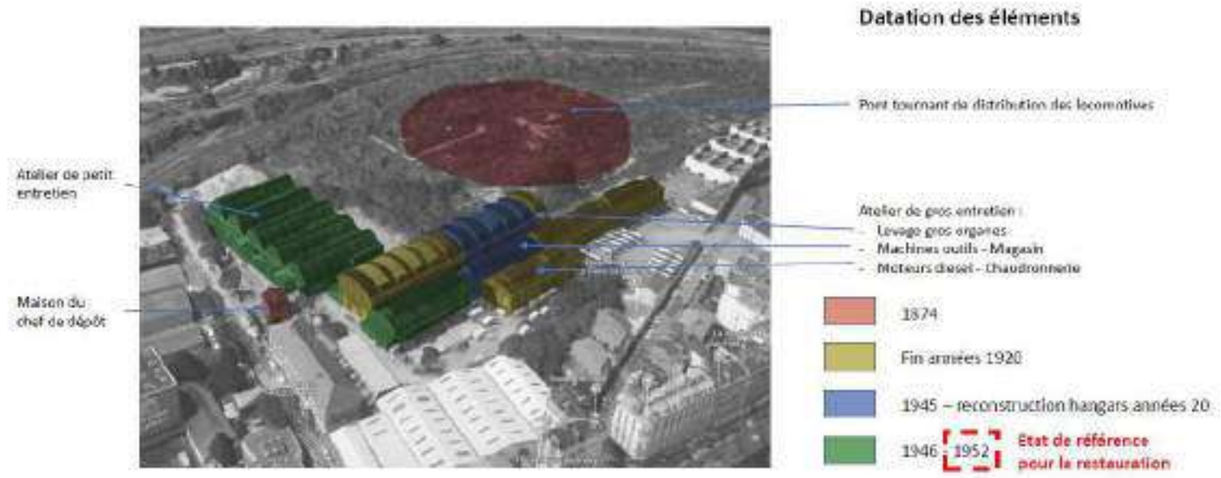


Figure 21 : Historique des bâtiments des Cathédrales du Rail, Roux Ingénierie, François Chatillon architectes, SNCF Immobilier, 2018

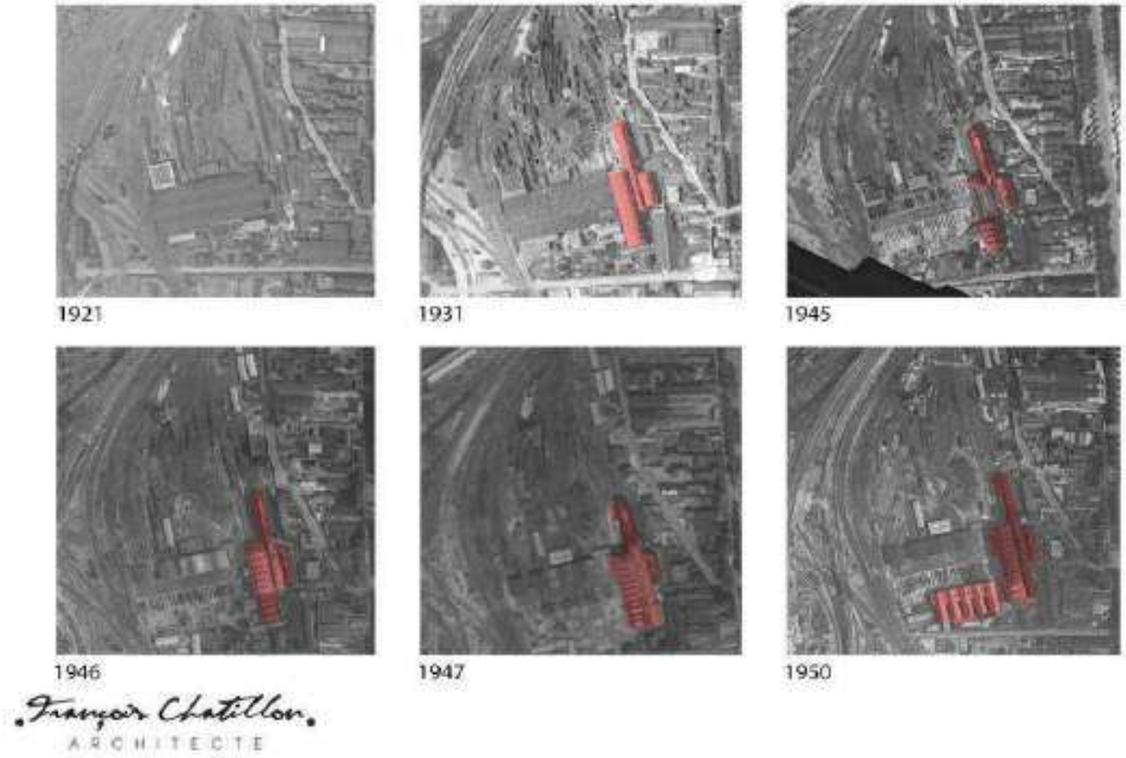


Figure 22 : Evolution des cathédrales au fil du temps, Roux Ingénierie, François Chatillon architectes, SNCF Immobilier, 2018

Le site est finalement désaffecté en 1990 avec la fin des activités de maintenance, et les dernières voies du dépôt seront fermées fin 2003. L'ensemble du site sera déferré en février 2004. A la suite de cette désindustrialisation, seules les deux Cathédrales sont encore debout.

Les deux halles présentent une architecture très spécifique. En effet, elles constituent une expression très rationnelle de l'architecture industrielle pour la production de grands volumes, avec un système d'éclairage naturel diversifié, et une structure en voute mince de béton armé, des formes paraboloïdes dans les voutes de la Petite Cathédrale et des qualités plastiques dans la mise en œuvre.

Grâce à leur symbolisme de l'histoire de l'industrialisation de La Plaine de Saint-Denis et de l'histoire de l'architecture industrielle et des transports ferroviaires, l'intérêt de préservation des Cathédrales est officiellement reconnu en mars 2004, ce qui leur vaut d'être inscrites à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques (pour les façades et les toitures).

Les Cathédrales du Rail sont aujourd'hui fermées au public et dans un état de dégradation important depuis leur désaffection en 1990. L'accès au site est fermé et les espaces extérieurs sont en friche.

Par ailleurs, à l'est de la Grande Cathédrale, l'édifice ThyssenKrup (en jaune sur la figure 24) et les surfaces du parking et box de stockage (en bleu sur la figure 24) ont été démolis en 2023-2024 par l'EPFIF. Ces terrains feront l'objet d'un programme spécifique développé par Plaine Commune Développement, qui ne fait pas partie du périmètre opérationnel de la SAS Cathédrales du Rail. Ces périmètres du projet ont néanmoins été intégré à la présente étude d'impact en tant que projets connexes

Figure 23 : Démolition de l'ilot ThyssenKrupp, février 2024

Figure 24 : Projet des Cathédrales du Rail, TERAO 2023

2.4. Evolution urbaine du quartier

D'après les cartes de Cassini et de l'État-major, le site était relativement isolé, à mi-chemin entre les villes de Paris et Saint-Denis autrefois beaucoup plus petites.

A l'époque déjà, une route royale dessinée par les ingénieurs de Louis XV suivant approximativement le tracé de l'Avenue du Président Wilson reliait ces deux grandes villes, d'après les cartes de Cassini et de l'Etat Major, constituant un axe structurant sur le territoire et intégrant historiquement Saint-Denis à la périphérie proche de Paris. Cette polarité est encore observable de nos jours.

Les premiers chemins de fer longeant le site sont déjà visibles sur la carte de l'Etat Major, sur un tracé inchangé de nos jours.

Le site est resté longtemps isolé de l'urbanisation, et apparaît comme dépourvu de forêts ou de champs sur la carte. Aucun bâtiment n'est construit à proximité.

Au fil des années, on observe la croissance de Paris et de la ville de Saint-Denis, s'étendant en couronne jusqu'à absorber le site et son entourage dans une zone industrielle dans les années 1920.

A cette époque, la rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux, autrefois appelé Avenue de la S^{n} Plaine, sont déjà visibles suivant le tracé que nous leur connaissons.

Dans les années 1950, d'après le portail de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), le site et son entourage proches constituent une zone industrielle, dont les contours sont très similaires pour la partie à l'Ouest de l'Avenue du Président Wilson, et déjà majoritairement identifiables pour la partie à l'Est, qui a subi plus de changements depuis.

Dans les années 2000, une activité de stockage de trains semble encore avoir lieu sur le site, qui est finalement laissé à l'état de friche vers 2006 et inutilisé. Le tracé des rues proches du site se fixe pour atteindre celui que nous connaissons aujourd'hui.

Au début des années 2000, le tracé de l'autoroute A86 se dessine à travers la ville en longeant le stade édifié à la même époque, donnant lieu au paysage actuel de la Plaine.

Figure 25 : Carte de Cassini (1756-1815), Géoportail

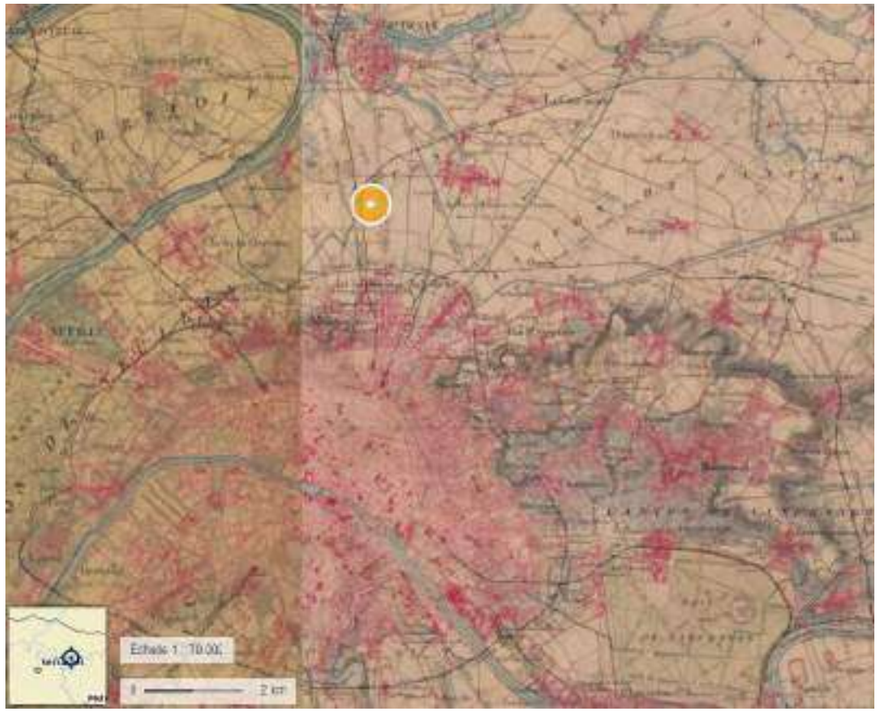


Figure 26 : Carte de l'Etat Major (1820-1866), Géoportail

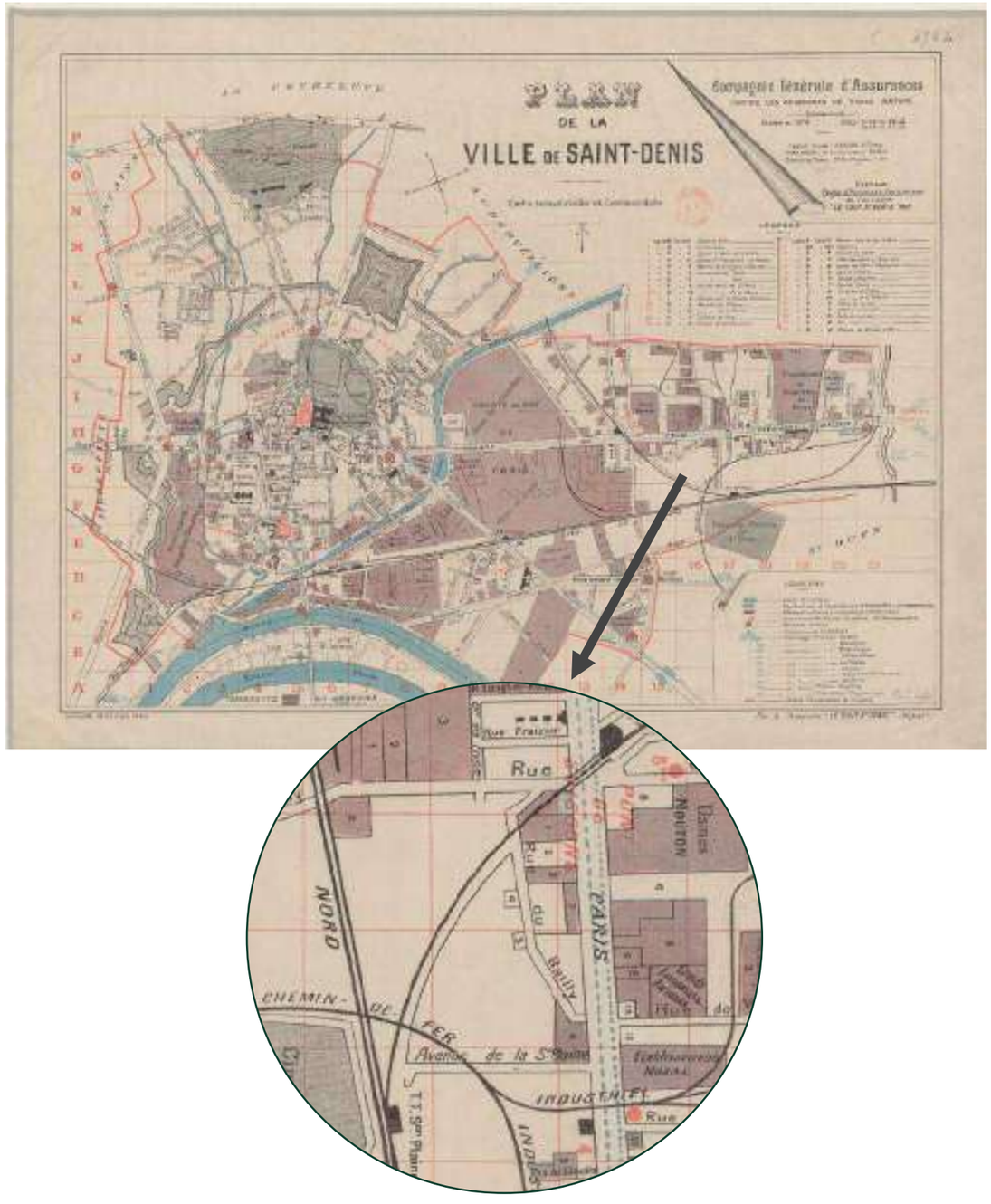


Figure 27 : Carte industrielle et commerciale de Saint-Denis issue de l'annuaire « Le Tout Saint Denis », 1920

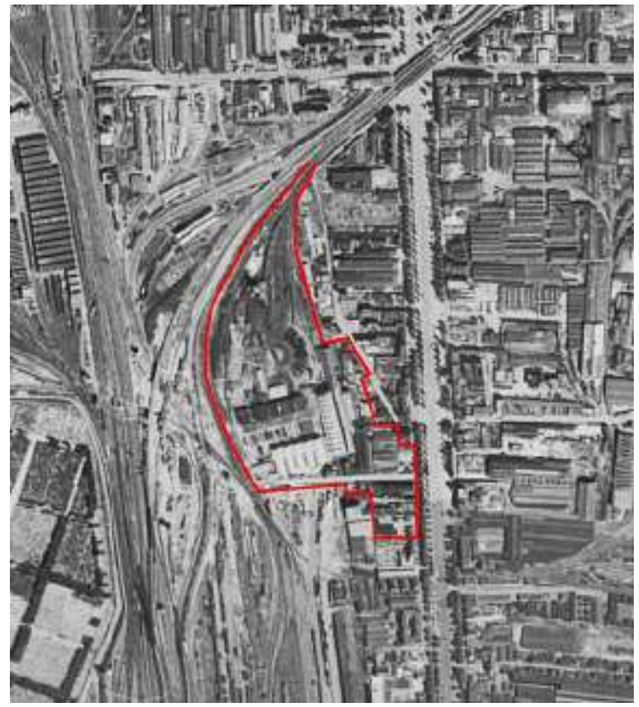


Figure 28 : Photo aérienne 1950-1965, IGN

Figure 29 : Photographie aérienne 2000-2005, IGN

Figure 30 : Photo aérienne 2006-2010, IGN

2.5. Climat

2.5.1. Climatologie

Le climat à Saint-Denis est un climat océanique, tempéré et humide, en raison des masses d'air en provenance majoritairement de l'Atlantique et de la Manche.

La station météorologique la plus proche du site est celle du Bourget, elle se situe dans la commune de Bonneuil-en-France (95500) à 6 km au nord-est de Saint-Denis.

2.5.1.1. Conditions météorologiques

❖ TEMPERATURE

Le climat océanique de la zone se caractérise par des hivers doux, venteux et pluvieux, et des étés plutôt frais. En moyenne, la température relevée s'établit à 12,1°C au droit de la station, avec une température moyenne en été (moyenne maximale sur les mois de juillet et aout) de 19,4°C, et une température moyenne en hiver de 4,9 à 5,4°C sur le mois de décembre, janvier et février.

La moyenne des températures maximales sur l'ensemble de l'année est de 16,3°C et la moyenne des températures minimales de 8°C. La température maximale moyenne intervient en juillet avec 25,5°C et la minimale en février avec 2,1°C.

Tableau 1 : Statistiques des températures de 1991 à 2020 (Fiche climatologique, Météo France, 2023)

Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Température maximale (moyenne en °C)												
7.5	8.7	12.6	16.1	19.6	23	25.5	25.4	21.5	16.5	11.1	7.9	**16.3**
Température moyenne (moyenne en °C)												
4.9	5.4	8.4	11.2	14.7	18	20.2	20	16.5	12.7	8.1	5.4	**12.1**
Température minimale (moyenne en °C)												
2.3	2.1	4.2	6.3	9.8	13	14.9	14.6	11.5	8.8	5.2	2.8	**8**

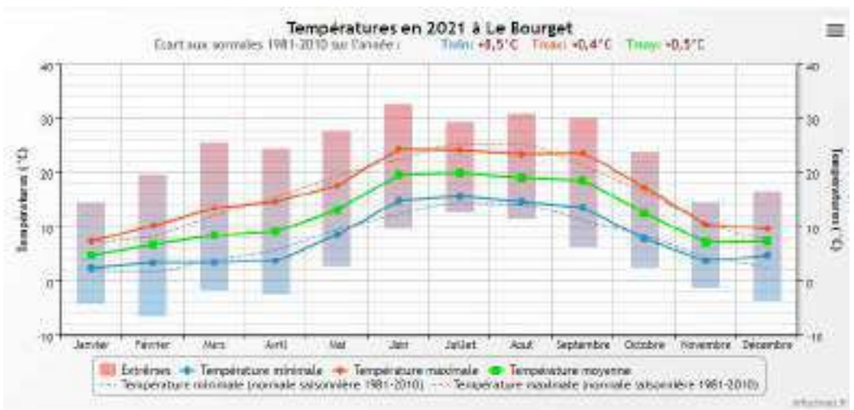


Figure 31 : Chronique des températures pour l'année 2021 référencée au droit de la station Le Bourget, Infoclimat 2021

❖ PLUVIOMETRIE

Il tombe en moyenne 613,3 mm d'eau par an au Bourget, ce qui représente une moyenne mensuelle de 51,11 mm. Néanmoins, cette moyenne varie selon les saisons. Selon la Fiche Climatologique de Météo France, décembre et mai sont les mois les plus pluvieux avec respectivement 63,4 mm et 60,5 mm de précipitations en moyenne. Les mois de février, mars et avril apparaissent comme les moins pluvieux. Avec les orages estivaux, les mois de juin, juillet et août sont les mois durant lesquels les précipitations quotidiennes peuvent atteindre une hauteur maximale de 81,4 mm par jour. En termes de répartition, il pleut 110 jours par an, ce qui représente 30 % de jours avec pluie sur l'année.

Tableau 2 : Statistiques des hauteurs de précipitations de 1991 à 2020 (Fiche climatologique, Météo France, 2023)

Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)												Records établis sur la période du 01-07-1920 au 03-09-2023
25	29.2	31.6	30.3	43.4	52.6	56.4	81.4	38	37.6	30	32.6	**81.4**
03-2022	13-2002	07-1989	08-2022	09-2020	11-2018	06-2001	24-1987	13-1975	14-1993	20-1971	05-1988	**1987**
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												
46.8	41.1	43.9	43.1	60.5	53.8	56.3	52.5	44.6	56.7	53.6	63.4	**616.3**

Figure 32 : Chronique pluviométrique pour l'année 2021 référencée au droit de la station au Bourget, Infoclimat 2021

❖ ENSOLEILLEMENT

D'après les données de la fiche climatologique de la commune de Bonneuil-en-France réalisée par Météo France grâce aux statistiques 1991-2020, l'ensoleillement annuel est de 1 634 heures. Le mois le plus ensoleillé est celui de juillet avec environ 213 heures, selon les normales et les données officielles de Météo France. Le mois de décembre est le mois présentant la normale d'ensoleillement la moins importante environ 54 heures.

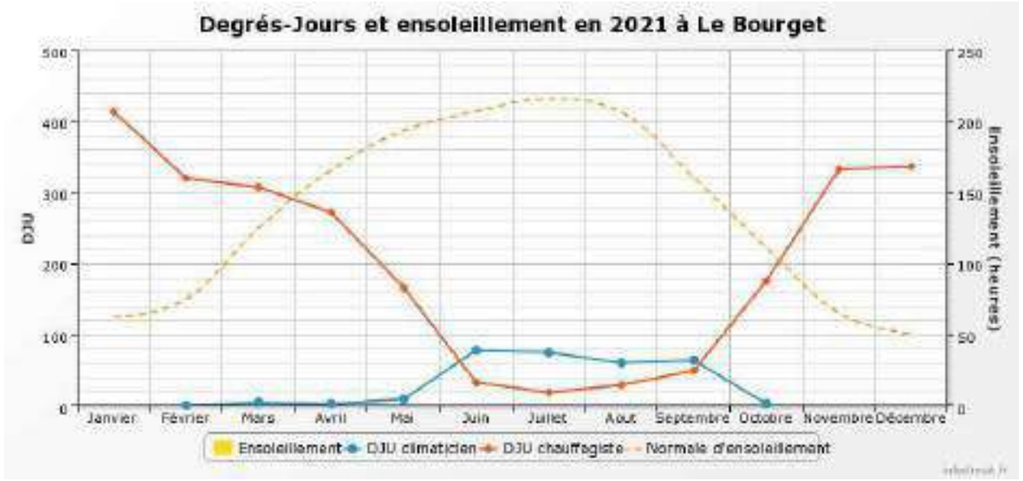


Figure 33 : Diagramme des heures d'ensoleillement, Infoclimat 2021

❖ VENT

D'après les diagrammes de Meteoblue, basés sur les données climatiques des 30 dernières années, les vents dominants proviennent essentiellement du sud-ouest.

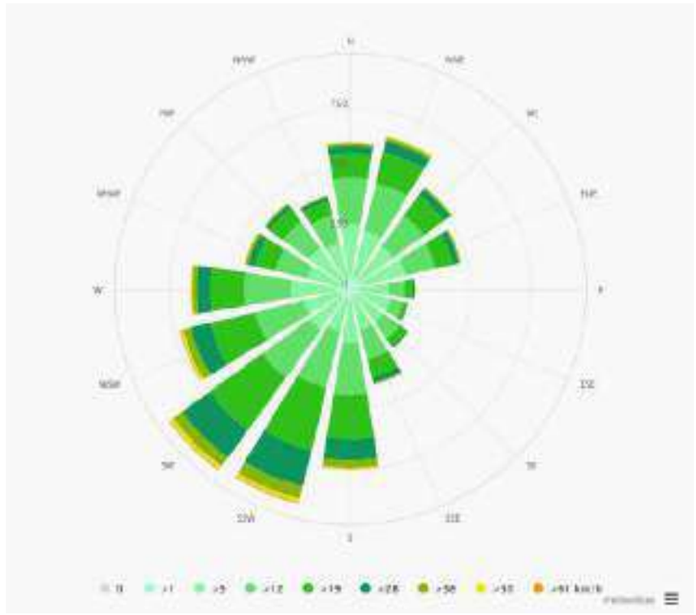


Figure 34 : Rose des vents de Saint-Denis, Meteoblue, 2021

Le nombre de jours moyen avec des rafales de vents supérieures ou égales à 16m/s (soit 58km/h) est de 40 jours.

❖ PHENOMENES EXCEPTIONNELS ET RISQUES METEOROLOGIQUES

La notion de risque naturel notamment climatique recouvre l'ensemble des menaces que certains phénomènes et aléas naturels font peser sur des populations, des ouvrages et des équipements. Plus ou moins violents, ces évènements naturels sont toujours susceptibles d'être dangereux aux plans humain, économique ou environnemental. Le sixième rapport du GIEC établit un lien entre le réchauffement induit par l'homme et l'intensification des phénomènes climatiques extrêmes, qui peu à peu atteignent des régions jusque-là épargnées.

En effet, toutes les communes peuvent être touchées par un événement météorologique, affectant la sécurité des personnes et des biens et perturbant les activités économiques. Le département de la Seine-Saint-Denis a été soumis à 2 cas de tornades de 1897 à 2021. Le département est globalement peu touché par des risques météorologiques et le Dossier Départemental des Risques Majeurs n'en ressence pas.

2.5.2. Projections et adaptation au changement climatique

Le changement climatique en cours constitue un facteur d'accroissement de la probabilité d'apparition d'évènements naturels exceptionnels, ou dans une moindre mesure de dommages matériels.

❖ PROJECTIONS A L'ECHELLE DE LA METROPOLE

En 2020, Plaine Commune a fait réaliser un Diagnostic Climat Air Energie Territorial dans le cadre de son Plan Climat Energie Territorial (2010-2020). L'étude de vulnérabilité qu'elle contient démontre « une augmentation tendancielle de l'exposition aux canicules » ainsi que les possibles impacts futurs du changement climatique, comme « une nette augmentation de l'exposition aux périodes de sécheresse », « un déficit significatif de précipitations en moyenne annuelle » et « une augmentation de la fréquence des épisodes pluvieux exceptionnels. Le territoire est très vulnérable au changement climatique à court et moyen terme, notamment à la hausse de la mortalité estivale, de la dégradation du confort thermique et des infrastructures. La pluviométrie entraînera quant à elle des sécheresses et de possibles inondations ou mouvements de terrains dus aux fortes pluies à venir.

Météo-France a réalisé des simulations climatiques en se basant sur les différents scénarios du GIEC à l'horizon 2050, 2070 et 2100. Ces analyses (Scénario RCP8.5) indiquent que le climat attendu durant les prochaines années à Saint-Denis évoluera par une augmentation de l'amplitude thermique annuelle, augmentation plus marquée sur la période estivale (+0,25°C en 2050 jusqu'à +0,42°C en 2100). L'exposition aux canicules serait alors accrue avant la fin du XXIème siècle : actuellement inférieur à 10, le nombre de jours de canicule se situerait entre 10 et 35 jours à l'horizon 2100.

La période estivale sera également sujette à une baisse significative des précipitations moyennes à Saint-Denis, situation qui s'aggravera tout au long du siècle : -5% à l'horizon 2050. Dans cette perspective, l'exposition aux épisodes de sécheresse hydrologique et agricole s'accroit de façon significative dans les 50 prochaines années. Par ailleurs, l'évolution de la fréquence des épisodes de fortes précipitations (nombre de jours où le cumul de précipitations atteint au moins 10 mm) paraît relativement stable bien qu'en légère augmentation jusqu'à l'horizon 2100.

Par ailleurs, l'effet du changement climatique sur l'évolution du régime des tempêtes conduit à une augmentation de la fréquence des évènements extrêmes en Seine-Saint-Denis, toujours d'après DRIAS.

2.5.3. L'effet Îlot de chaleur urbain

Le phénomène d'îlot de Chaleur Urbain (ICU) correspond à une zone urbaine dont la température est significativement plus élevée sur sa périphérie. En effet, en période de fortes chaleurs, il n'existe quasiment pas de différence entre les zones périphériques et les zones urbaines, par contre c'est la nuit que les principales différences apparaissent, c'est pourquoi le phénomène ICU s'apprécie la nuit. En ville, le refroidissement nocturne sera moindre, ce qui impactera lourdement le confort des habitants. La différence de température entre un îlot de chaleur urbain et les secteurs environnants peut atteindre jusqu'à 12°C dans les grandes agglomérations. Cet effet peut également se répercuter dans le milieu souterrain et entraîner une augmentation des températures des nappes phréatiques.

Ce phénomène est lié à plusieurs facteurs :

- L'occupation du sol
- La morphologie urbaine
- Le dégagement de chaleur issu des activités humaines (moteurs, systèmes de chauffage et climatisation)
- Les propriétés des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, des voiries, etc.

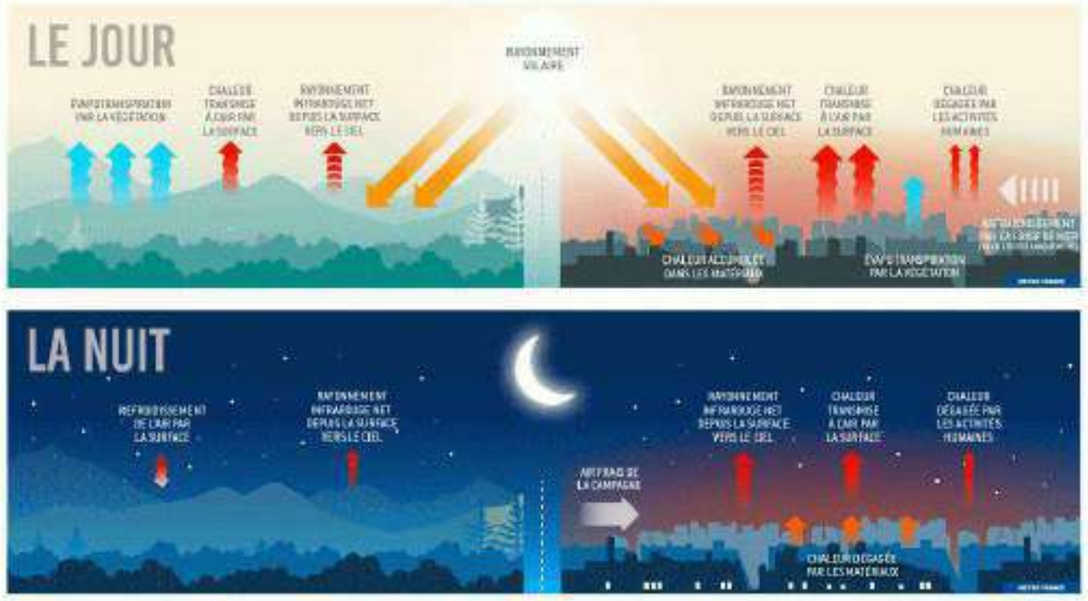


Figure 35 : Illustration des facteurs de l'ICU, Météo France

D'après le Diagnostic Climat Air Energie Territorial de Plaine Commune de 2020, dans un contexte de changement climatique, Plaine Commune présente une forte sensibilité à l'effet d'ilot de chaleur urbain. Les matériaux de la ville, la densité du bâtie et l'activité humaine amplifient l'effet de chaleur, que la rareté des végétaux en ville ne compense pas.

Le retour d'expérience de la canicule de juillet 2019 témoigne de cet effet accru : +16,6°C alors observé à Saint-Denis par rapport à la moyenne des étés précédents (1991 - 2020).

Concernant le site d'étude, l'effet d'ilot de chaleur urbain dans son état initial peut-être évalué dans une première approche grâce aux thermographies effectuées sur le site d'étude. A l'été 2020, en pleine canicule, l'APUR (Atelier Parisien d'Urbanisme) a réalisé une thermographie de l'ile de France, c'est-à-dire un relevé des températures de surface à partir des données infrarouges du satellite LANDSAT.

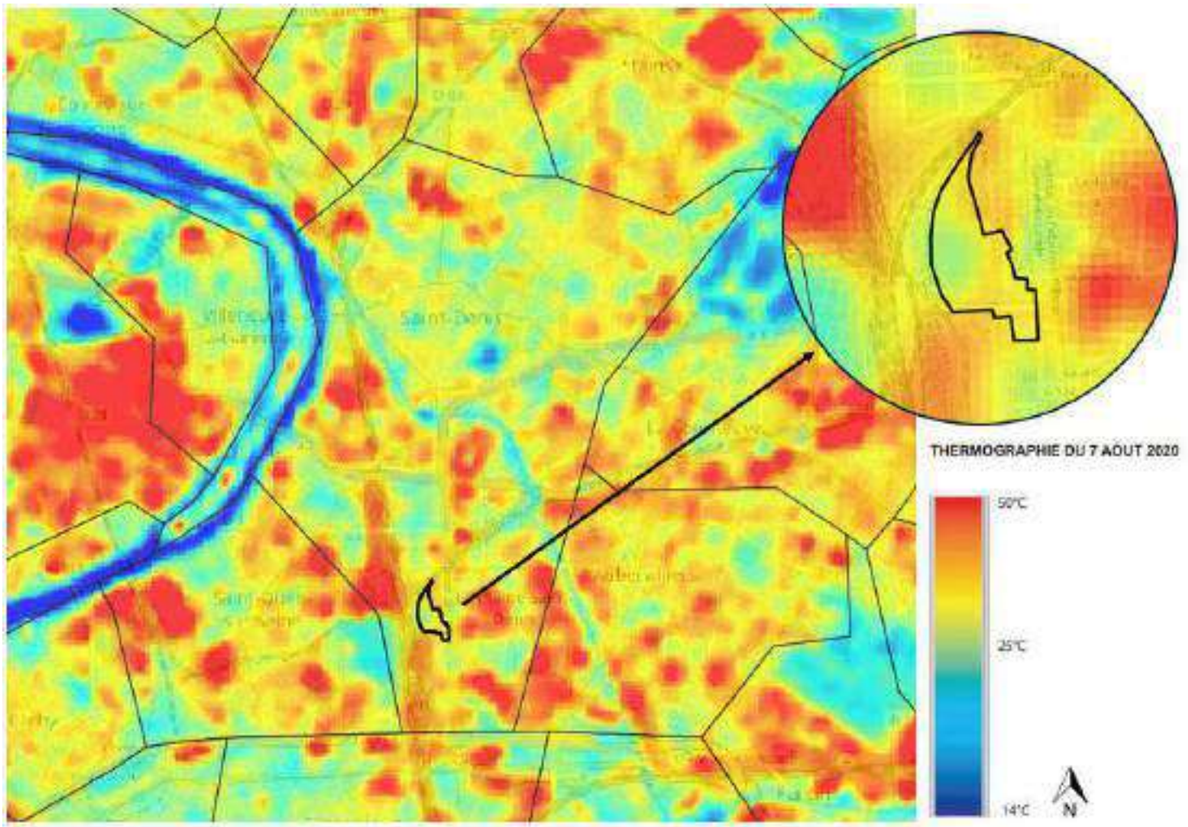


Figure 36 : Thermographie du 7 aout 2020, APUR

Figure 37 : Image aérienne du site en période estivale, Géoportail

Le site grâce à sa végétalisation de friche et à la limitation des bâtiments sur le site est moins impacté que son entourage plus densément bâti et plus artificialisé, bien que son potentiel de rafraîchissement puisse être renforcé par de l'ombrage et de la plantation d'arbres.

En effet, le site est actuellement moyennement efficace en termes de rafraîchissement du fait de sa composition : il s'agit majoritairement d'une formation herbacée en friche, avec des arbustes et de arbres (environ 30 en tout). L'évapotranspiration est donc limitée sur le site, malgré son caractère végétal apparent. De plus, le sol est encore en grande partie artificialisée : des dalles subsistent sous la végétation (voir figue ci-contre et photographies historiques) ce qui limite la perméabilité du site et sa capacité à stocker l'eau pour rafraîchir. Ces dalles sont très exposées au soleil et peu aérées créant des zones d'inconfort et de stockage de chaleur très importantes. Ces zones sont problématiques car accolées aux Cathédrales du rail.

Figure 38 : Photographies du cœur du site, EIFFAGE Aménagement, 2024

Aujourd'hui, aucune population n'est concernée par ce risque sur le site des Cathédrales du Rail car les bâtiments sont inutilisés depuis l'abandon du site. Cependant, malgré la présente de végétation, le manque d'arbre et le caractère artificiel et imperméabilisé du site ne permettent pas un rafraîchissement et un refuge optimal en cas de forte chaleur.

A noter également qu'avec les prévisions climatiques, ce site a vocation à monter encore davantage en chaleur, avec des écarts encore plus importants entre les surfaces végétalisées et les revêtements minéralisés.

Nous pouvons donc affirmer que l'aménagement du futur quartier doit apporter un soin particulier à la maitrise du phénomène d'îlot de chaleur urbain sur ce projet.

Synthèse des enjeux

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU	ENJEU
Climat	Climatologie	La commune est soumise à un climat océanique marqué par des températures douces en moyenne, avec quelques périodes de sécheresse, et des pluies dont la fréquence varie fortement selon les mois de l'année. Les vents dominants proviennent du sud-ouest. Les enjeux climatiques majeurs concernent donc la gestion des périodes de forte pluie ainsi que les quelques périodes de sécheresse.	Faible
	Projections et adaptation au changement climatique	La commune de Saint-Denis est concernée par le changement climatique dans le sens où les températures sont susceptibles d'augmenter tout comme la fréquence des périodes de sécheresse hydrologique et de canicule.	Modéré
	Ilot de chaleur urbain	La commune de Saint-Denis est concernée par le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) et le sera davantage dans le futur avec l'augmentation générale des températures et la diminution des précipitations moyennes, spécifiquement en été. Au niveau de la zone d'étude insérée dans un contexte urbain dense et disposant d'une friche végétalisée, l'enjeu de maîtrise d'ICU peut être considéré comme fort.	Fort

2.6. Milieu physique

2.6.1. Contexte topographique

Selon l'état initial du PLUi, la topographie du territoire de Plaine Commune est marquée par la présence de la Seine qui longe la partie Ouest du territoire, créant un relief de plaine alluviale à des altitudes peu perceptibles, s'élevant légèrement au Nord vers une zones de buttes caractéristique de la vallée de la Seine. Les variations topographiques sont limitées, avec des maximales à moins de 170 m d'altitude au Nord et une zone centrale avec les anciens affluents de la Seine à des hauteurs d'environ 20 à 30m, soit des hauteurs assez faibles.

La topographie relativement plane du territoire n'a donc que peu d'influence au regard du vent et des conditions climatiques. En revanche, les pentes et coteaux structurent le territoire et influencent le paysage et le fonctionnement territorial. Ce relief joue également un rôle dans l'écoulement des eaux pluviales, qui suivent la pente naturelle du terrain. On observe donc un léger creux au centre du territoire avec la Seine et les anciens rus, entourés de coteaux légers plus marqués dans la partie Nord du territoire.

Les faibles variations topographiques du territoire et surtout à l'échelle de Saint-Denis rendent la pratique du vélo et des mobilités actives particulièrement propices.

L'altitude de la ville est en moyenne de 32 mètres. Le site d'étude étant localisé dans la partie Sud de Plaine Commune présente une très légère pente vers l'Ouest., ce qui s'explique par sa localisation par rapport au territoire et à la Seine.

En effet, selon les études géotechniques commanditée par les maîtres d'ouvrage, la topographie générale du site est globalement plane et horizontale à l'échelle du secteur, avec une altitude entre 39 et 41m très proche de celle de la Commune.

Les contours du site sont marqués par des infrastructures qui offrent des vues vers le paysage ouvert et métropolitain : les faisceaux ferrés, le canal Saint Denis et le boulevard périphérique.

Le terrain dédié au projet présente des cotes altimétriques entre 38,1 et 35,7 NGF, soit un dénivelé de 2,4m entre les points hauts et bas du site. Un talus de gravats est présent dans la partie sud-ouest du site, atteignant 41,3 NGF à son sommet. Le site est donc globalement assez plat à l'exception de ce monticule.

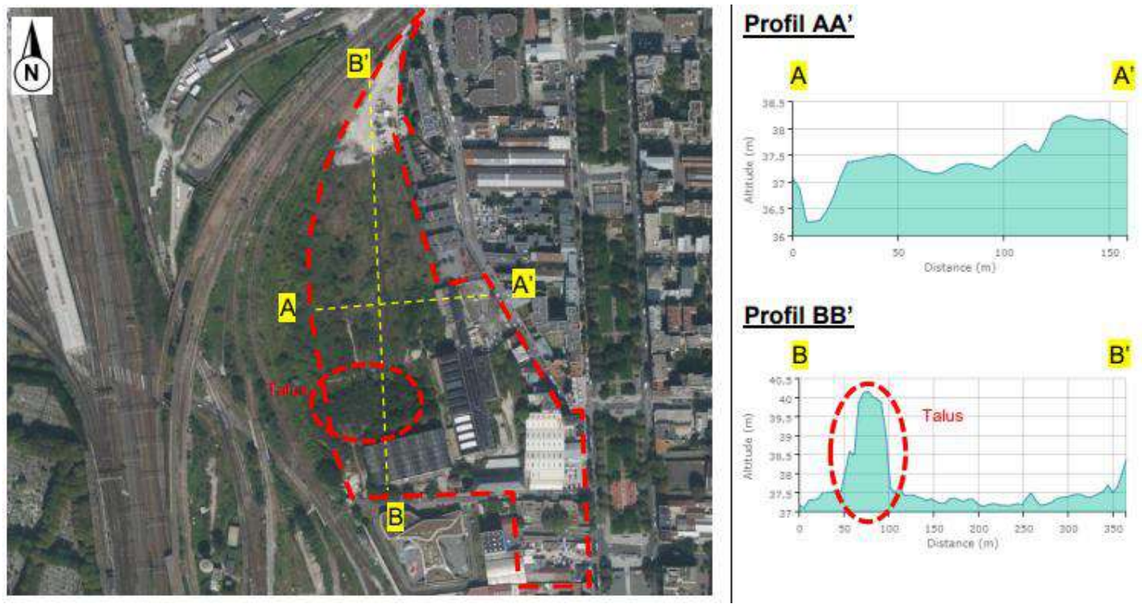


Figure 39 : Profils altimétriques au droit de la parcelle étudiée, Géoportail, ATLAS Géotechnique, Etude G2 AVP, juin 2024

Figure 40 : Vue depuis la partie centrale du site, TERAO, 2023

Figure 41 : Dénivelé léger chemin des Petits Cailloux, TERAO 2023

2.6.2. Contexte géologique

2.6.2.1. Contexte régional historique

La Seine-Saint-Denis est un département proche du centre du vaste Bassin parisien, dont l'histoire sédimentaire a légué des sols majoritairement calcaires. Le Bassin parisien est le plus grand bassin sédimentaire français. Il est entouré à l'Ouest par le Bassin Armoricain, au sud par le Massif central, à l'Est par les Vosges et au Nord par le Bassin de Flandres et les Ardennes. De façon schématique, il ressemble à une série d'auréoles concentriques, les plus petites emboîtées dans les plus grandes, centrées sur la Brie.

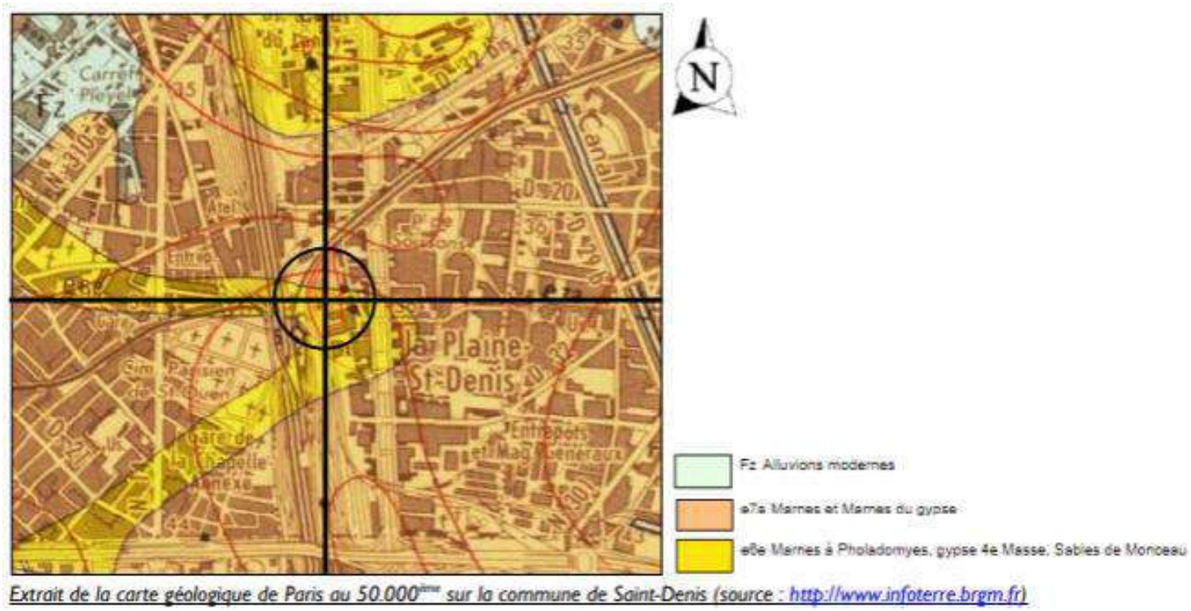
Le bassin a été submergé par la mer il y a 245 millions d'années. Il s'agit d'un vaste plateau crayeux, formé essentiellement au cours du Crétacé supérieur, à la fin de l'ère secondaire (entre -97 à -70 millions d'années). A cette époque, la région était recouverte par une mer peu profonde, dans laquelle se sont déposées des quantités importantes de microorganismes calcaires, dont l'accumulation a donnée naissance à une roche sédimentaire calcaire, tendre et friable : la craie. Celle-ci est cependant surmontée au sud-est du département de l'Eure par une autre roche calcaire, plus dure, le calcaire Lutétien formé lors de transgressions marines postérieures (Ere tertiaire -65 à -2 millions d'années). Suivent des périodes de régressions et de transgressions marines jusqu'en -35 millions d'années. Puis, le Bassin parisien s'érode et dès -23 millions d'années, commence à ressembler à son état actuel : la mer disparait et seul un lac subsiste dans la région de la Beauce actuelle. Le climat se refroidit et les périodes glaciaires et interglaciaires s'alternent. Les niveaux des mers baissent, et de ce fait les sédiments en place sont formés de roches d'origine marine, lacustre et fluviatile.

Les différentes périodes de sédimentation ont conduit à une hétérogénéité des dépôts alluviaux. De même, les différences de températures lors des aires glacières et interglaciaires ont entrainé des phénomènes importants. Les fluctuations de températures sont souvent associées à l'accroissement de la perméabilité des roches sous-jacentes (notamment les roches granitiques ou métamorphiques) et donc à la formation de futurs réservoirs d'eau souterraine. Aujourd'hui, ces réservoirs sont utiles pour l'alimentation en eau potable ou pour l'exploitation de la géothermie profonde.

Ainsi, à l'échelle de Plaine Commune, une succession d'horizons argilo-marneux s'intercale entre des formations à base de marne calcaire ou de calcaires, souvent gypseuses, ce qui explique qu'une partie de la région ait été exploitée dans des carrières de pierre à plâtre.

2.6.2.2. Contexte local et composition du sol

D'après les données BRGM, le site d'étude est concerné par les zonages e7a et e6e : le sous-sol est composé de Marnes et de Marnes du gypse ainsi que de Marnes à Pholadomyes, de gypse 4e Masse et de Sables de Monceau, c'est-à-dire des sables verdâtres ou jaunes typique de la partie Nord de la région parisienne.



Extrait de la carte géologique de Paris au 50.000ème sur la commune de Saint-Denis (source : http://www.infoterre.brgm.fr)

Figure 42 : Carte géologique de la ville de Saint-Denis, BRGM

D'après la carte lithologique simplifiée, le sol de la commune de Saint-Denis est constitué de calcaire, marnes et gypse dans son intégralité, avec la présence de sables autour des rives de la Seine et d'argiles à l'est de la commune. Ainsi, au niveau du site, le sol se caractérise donc par la présence de calcaire, marnes et gypse.

Figure 43 : Extrait de la carte lithologique simplifiée, InfoTerre

D'après l'examen de la carte géologique au 1/250 000ème, la succession lithologique prévisionnelle au droit du périmètre opérationnel est constituée par :

- Des remblais (Compte tenu des aménagements antérieurs au droit du site – la présence de surépaisseurs n'est pas à exclure d'un point à l'autre du site),
- Les Marnes et Sables Infragypseux (4ème Masse du Gypse et Sables de Monceau),
- Le Calcaire de Saint-Ouen,
- Les Sables de Beauchamp,
- Les Marnes et Caillasses,
- Le Calcaire Grossier.

2.6.2.3. Etudes géotechniques

❖ METHODOLOGIE

Dans le cadre de sa mission géotechnique, le bureau d'études ATLAS Géotechnique a été missionné par les maîtres d'ouvrages. ATLAS Géotechnique est certifié OPQIBI pour les études de projets courants en géotechnique, les études de projets complexes en géotechnique, les études en géologie, en hydrologie, d'interaction sol-structure complexe, en terrassements courants et complexes, en terrassement avec confortement et en études de fondation.

Il a ici été amené à réaliser deux études simultanément :

- Étude de type G1 PGC (Etude Géotechnique préalable en phase Préconisation Générale de Construction - définition, réalisation et suivi d'un programme d'investigations spécifique).
  Dans le cadre de cette étude, les travaux suivants ont été réalisés entre le 10 et le 20/06/2024 :
  - 8 sondages pressiométriques menés à 10,0 m de profondeur, notés SP1 à SP8, avec enregistrement numérique des paramètres de forage
  - Les sondages SP(i) précédents ont été prolongés jusqu'à 55,0 m en profondeur, en mode destructif avec enregistrement des paramètres de forages
  - 48 essais pressiométriques répartis dans les sondages précédents, tous les 1,0 / 1,5 m
  - Les sondages SP1, SP4, SP5 et SP7 ont été équipé d'un tube PVC lisse (Ø 52 / 60) jusqu'à 55,0 m de profondeur avec exécution d'un profil de diagraphie différée type Gamma Ray
  - 4 sondages piézométriques notés PZ1 à PZ4, menés jusqu'à 8,0 m de profondeur
  - 4 sondages à la tarière mécanique, notés ST1 à ST4, mené à 2,0 m de profondeur
  - 4 essais de perméabilité de type Porchet, réalisés au droit des sondages ST(i) précédents
  - Mesure du niveau d'eau en fin de chantier et un relevé complémentaire effectué le 25/06/2024.

Les sondages ont été nivelés avec un GPS Trimble R10. Le matériel suivant a été utilisé : sondeuse de marque COMACCHIO de type GEO 205, enregistreur des paramètres de forage POCKET LIM, logiciel de traitement des données de sondages GEOLOG 4.0 (LIM S.A.), AUTOCAD.

- Étude de type G2 AVP (e Étude Géotechnique de Conception en phase Avant-Projet - principes constructifs et d'adaptation du projet au sol envisageables et ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique).
  Dans le cadre de cette étude, les travaux suivants ont été réalisés entre le 10 et le 20/06/2024 :
  - 9 sondages au pénétromètre dynamique, notés P11 à P19, menés jusqu'à 3,0 m de profondeur ou au refus
  - 6 fouilles de reconnaissance géologique à la pelle mécanique menées à 2,0 / 2,6 m de profondeur, notés PM11 à PM16 (les sondages P11 et PM11 n'ont pas été réalisés en raison d'interdiction d'accès à la zone)
  - 3 sondages à la tarière mécanique, notés ST11 à ST13, mené à 2,0 m de profondeur
  - 3 essais de perméabilité de type Porchet, réalisés au droit des sondages ST(i) précédents, complété par 2 autres essais de perméabilité, de type Porchet également, réalisés lors de la sécurisation pyrotechniquei au niveau des sondages P13 et P15
  - Relevé du niveau d'eau en fin de chantier
  - Essais de laboratoire : 6 essais d'infiltration GTR, 6 essais d'Indice de Portance Immédiate, 6 mesures de teneur en sulfate et matière organique, 1 essai d'aptitude au traitement des sols.

Les sondages ont été nivelés avec un GPS Trimble R10. Le matériel suivant a été utilisé : sondeuse de marque MAPESOL de type MAP80 et pelle mécanique, enregistreur des paramètres de forage POCKET LIM, logiciel de traitement des données de sondage : GEOLOG 4 de LIM S.A, AUTOCAD.

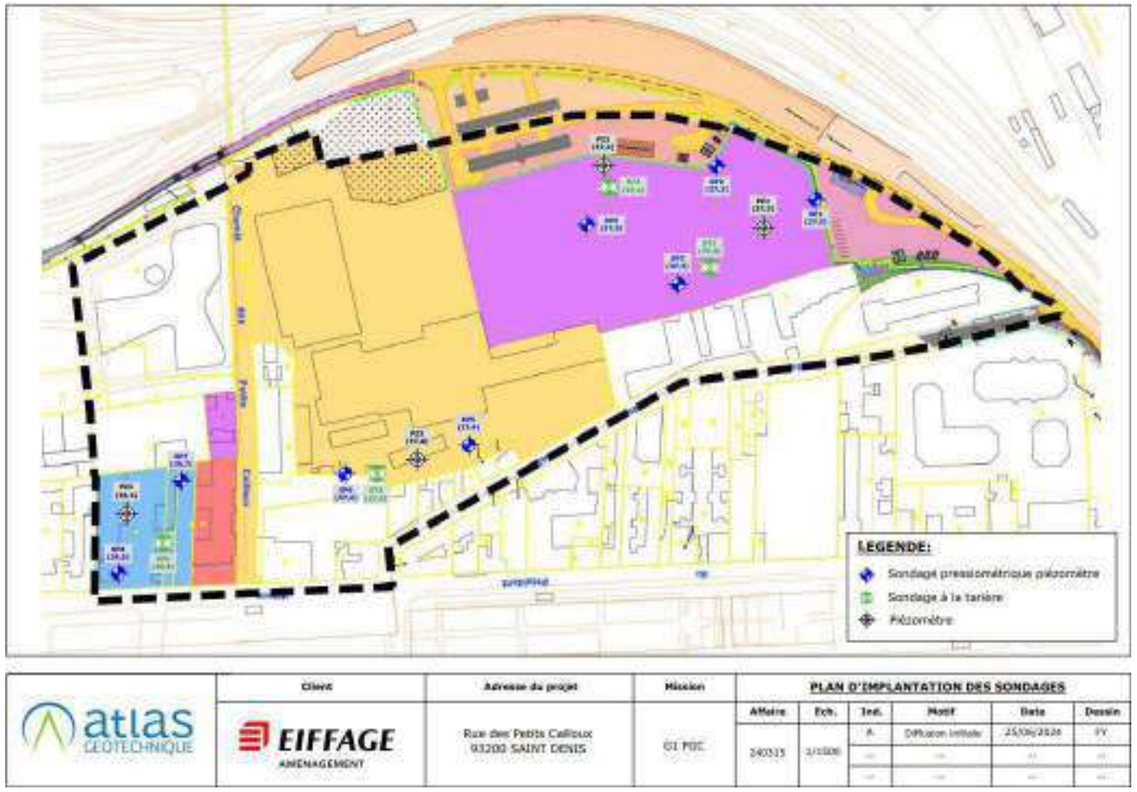


Figure 44 : Plan d'implantation des sondages (ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G1 PGC, juin 2024)

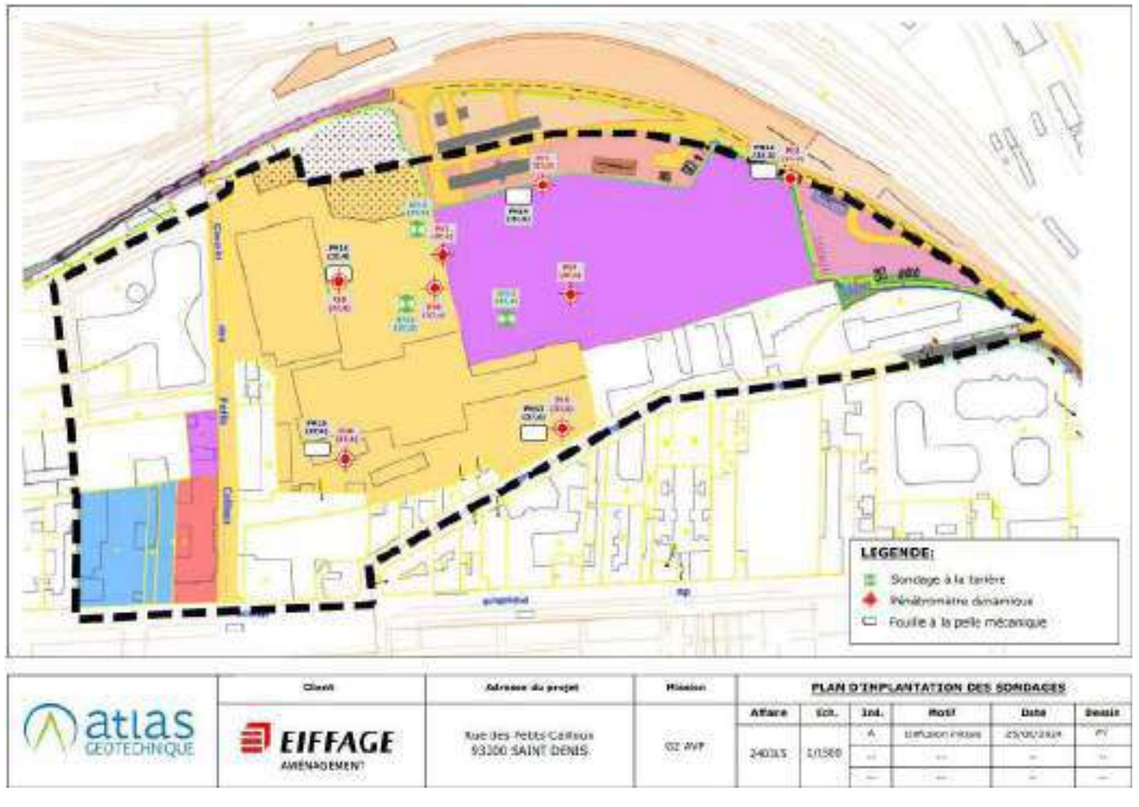


Figure 45 : Plan d'implantation des sondages, ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G2 AVP, juin 2024

❖ RESULTAT

1) Lithologie

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous 15cm de pavé bitumineux ou 10 cm de dalle de béton la coupe lithologique suivante :

- De 0,1/0,15m à 0,5/2,5m de profondeur /TN soit vers 37,3/34,9 NGF : des remblais, sablo-argileux à sablo-graveleux crème brun marron et gris noirâtre à cailloux et débris divers (béton, ferraille, bois, morceaux de brique et de verre, plastique, géotextile…etc.). Des surépaisseurs ne sont pas à exclure d'un point à l'autre du site.
- Jusqu'à 3,1/5,6m de profondeur soit 33,5/31.8 NGF : des marnes et sables infragypseux ont été observés, constitués de marne légèrement argileuse blanc crème à jaunâtre à blocs et/ou bancs indurés de calcaire.
- Jusqu'à 12,0/14,2m de profondeur soit 25,5/23,2 NGF, le Calcaire de Saint Ouen a été traversé sous forme de marne et calcaire jaunâtre à blanchâtre, refermant des bancs et/ou blocs ultra-indurés de calcaire et/ou gypse
- Jusqu'à 32,0/34,5m soit 5,5/2,2 NGF, des sables de Beauchamp ont été mis en évidence. Ce sont des sables gris à passées argileuse, pouvant refermer des blocs et / ou bancs gréseux ou gypseux.
- Jusqu'à 46,0/47,5m de profondeur soit -8,7/-10,8 NGF, les Marnes et caillasses ont été rencontrées sous forme de marne calcaire et grisâtre. D'après les enregistrements de paramètre de forage, les vitesses d'avancement au sein de ce faciès sont faibles, témoignant de la présence de bancs et/ou blocs de calcaire et/ou de gypse.
- Au-delà, le Calcaire Grossier a été identifié jusqu'à l'arrêt volontaire du sondage le plus profond à 55,3m de profondeur soit jusqu'à la cote -18,7 NGF. Il est constitué de marno-calcaire à passages sableux gris beige à blanchâtre pouvant renfermer des bancs et/ou blocs indurés de calcaire

2) Hydrologie

- En juin 2024, aucune présence d'eau n'a été mise en évidence jusqu'à 2,0 / 2,6 m de profondeur, soit jusqu'à 35,6 / 34,8 NGF. Ainsi, la nappe serait située plus en profondeur au droit du site et serait attendue entre 6,0 et 8,1 m de profondeur, soit entre 31,4 et 28,6 NGF au droit du site (étude G2 AVP)
- Toutefois, l'étude précise que des circulations d'eau anarchiques de ruissellement et/ou d'infiltration peuvent se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

3) Pénétrométrie

Les essais pénétrométriques mettent en évidence des caractéristiques mécaniques hétérogènes entre 0 et 3,0 m de profondeur sur le site. Des passages de compacités faibles à médiocres ont été reconnus entre 0,6 et 2,3 m de profondeur sur les sondages P12, P14, P15 et P19, pouvant correspondre aux Remblais, tandis que des passages de compacités élevées à très élevées ont été traversés au droit de l'ensemble des sondages (à l'exception de P14) entre 0 et 3,0 m de profondeur. Des refus prématurés ont été détectés au droit des sondages P12, P13, P14 et P18 entre 1,5 et 2,9 m de profondeur, pouvant correspondre à des vestiges ou à des blocs et/ou bancs indurés de calcaire au toit des Marnes et Sables Infragypseux.

P12 (37,6 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,6	Moyenne
0,6 à 1,2	Médiocre
1,2 à 2,4	Moyenne
2,4 à 2,9	Elevée à très élevée
2,9	Refus

P13 (37,2 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 2,6	Moyenne
2,6 à 2,8	Elevée à très élevée
2,8	Refus

P14 (37,4 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,9	Moyenne
0,9 à 1,5	Faible
1,5	Refus

Figure 46 : Extraits de commentaires de diagrammes de pénétration dynamique (profondeur et Résistance Dynamique de pointe), ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G2 AVP, juin 2024

4) Essais de perméabilité

Dans le cadre de la mission G1 PGC, réalisée en juin 2024, ATLAS a réalisé quatre essais de perméabilité de type PORCHET au droit des sondages ST1 à ST4 entre 0 et 2m de profondeur. Le coefficient de perméabilité calculé se résume comme suit :

Sondages		ST1	ST2
Faciès		Remblais marron foncé noir à cailloux	Remblais marron foncé noir à cailloux
Type d'essai		PORCHET	PORCHET
Lanterne d'essai (m)		0 – 2,0	0 – 2,0
Coef. de perméabilité « k »	m/s	= 1,67 × 10^{-6}	= 2,12 × 10^{-6}
	mm/h	= 6,0	= 7,7

Sondages		ST3	ST4
Faciès		Remblais sableux fin crème et noir à cailloux et débris de briques	Remblais sableux gris foncé à cailloux
Type d'essai		PORCHET	PORCHET
Lanterne d'essai (m)		0 – 2,0	0 – 2,0
Coef. de perméabilité « k »	m/s	= 1,34 × 10^{-6}	= 3,24 × 10^{-5}
	mm/h	= 4,8	= 117,0

Figure 47 : Essais de perméabilités réalisés sur le site, ATLAS Géotechnique, G1 PGC , juin 2024

Dans le cadre de la mission G2 AVP, quatre essais de perméabilité complémentaire de type PORCHET ont été réalisés entre 0 et 2,0 m de profondeur au droit des sondages ST11 à ST13 et des sondages P13 et P15. Les coefficients de perméabilité calculés à partir de ces essais sont résumés comme suit :

Sondages		ST11	ST12	ST13
Faciès		*Remblais* sableux marron à cailloux	*Remblais* argileux et sableux crème et noir à cailloux	*Remblais* sableux marron foncé
Type d'essai		PORCHET	PORCHET	PORCHET
Lanterne d'essai (m)		0 – 2,0	0 – 2,0	0 – 2,0
Coef. de perméabilité «k »	m/s	2,46 × 10^{-6}	4,73 × 10^{-6}	5,42 × 10^{-6}
	mm/h	8,85	17,0	19,5

Sondages		P13	P15
Type d'essai		PORCHET	PORCHET
Lanterne d'essai (m)		0 – 2,0	0 – 2,0
Coef. de perméabilité «k »	m/s	1,70 × 10^{-6}	6,50 × 10^{-6}
	mm/h	6,11	23,4

Figure 48 : Essais de perméabilités réalisés sur le site, ATLAS Géotechnique, étude G2 AVP, juin 2024

Enfin, dans le cadre de la présente étude géotechnique de la mission G5, huit fouilles, nommées F101 à F108, ont été réalisées à la pelle mécanique, entre le 24/07 et le 25/07/2025, jusqu'à 1,75 / 3,65 m de profondeur, afin d'estimer la capacité d'infiltration des terrains au droit du site. Les 8 essais de perméabilité par infiltration révèlent que les valeurs de perméabilités mesurées au droit des fouilles F101 à F108 sont très disparates, respectivement de l'ordre de 10-6 m/s et 10-5 m/s et varient d'un facteur 10 ou supérieur. D'après ces résultats ainsi que les informations issues des différentes études réalisées sur site, les différences constatées s'expliqueraient par les variations lithologiques importantes, liées notamment à la nature hétérogène des Remblais traversés. Les différences constatées s'expliqueraient par les variations lithologiques. Les terrains présentant une fraction plus grossière se caractérisent par une perméabilité plus élevée, tandis que les sols à la fraction argileuse dominante présentent une perméabilité plus faible. Au vu de la nature des sols et des résultats obtenus, les sols superficiels peuvent être classés comme peu perméables selon la classification Mabillot « forage d'eau » et de perméabilité faible selon la classification Philipponnat « fondations et ouvrages en terre ».

5) Essais en laboratoire

Dans le cadre de l'étude de type G2 AVP, ATLAS Géotechnique a réalisé en laboratoire 6 essais d'identification GTR, 6 essais physicochimiques et 6 essais CBR sur des échantillons prélevés au droit des sondages PM12 à PM16 entre 0 et 2m, ainsi qu'un essai d'aptitude au traitement à la chaud et liant hydraulique sur un échantillon issu du sondage PM12 entre 0,7 et 1,5m de profondeur.

Sond.	Prof. (m)	Formation	W_N (%)	Granulométrie			VBS	Essai CBR		Classe GTR 2023	NFP 11-300
				Dmax (mm)	2 mm (%)	<80 µm (%)		IPI (%)	W_N (%)		
PM12	0,7 – 1,5	Marne sableuse beige à cailloutis (*Marnes et Sables Infragypseux*)	13,9	31,5	90,7	28,0	1,29	30	12,5	I_{1m}	B_1
PM12	1,5 – 2,0	Marne limono sableuse beige (*Marnes et Sables Infragypseux*)	18,2	16,0	97,1	64,8	1,94	5	17,2	F_{1h}	A_1
PM13	0,6 – 1,2	Sable limoneux brun à graviers (*Recouvrement*)	12,0	31,5	93,8	25,9	1,72	24	10,7	I_{2m}	B_2
PM14	0 – 1,6	Sable limoneux graveleux noir (*Remblais*)	19,0	31,5	82,7	32,4	2,52	26	16,7	I_2	B_2
PM15	0,8 – 2,0	Limon sablo-graveleux brun (*Remblais*)	20,3	31,5	81,4	48,8	1,30	22	18,7	F_{1m}	A_1
PM16	0 – 2,0	Sable graveleux noir (*Remblais*)	14,7	31,5	67,6	18,8	0,76	41	14,2	I_1	B_1

WN : Teneur en eau naturelle, VBS : Valeur de bleu au méthylène, Dmax : Diamètre du plus gros élément, WL : Limite de liquidité, 2 mm : Pourcentage d'éléments passant au tamis de 2 mm, < 80 µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns,

Figure 49 : Résultats des essais d'identification GTR et essais CBR, ATLAS Géotechnique, Etude géotechnique G2 AVP, juin 2024

- Les Marnes et sables infragypseux ont été identifiés de classe GTR F1, I1et I2 soit A1 B1 B2 selon la norme NFP11-300 : sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau.
- Les remblais sont de classe GTR B1 et B2 soit de classe B1 et B2 selon la norme NFP11-300.

Sondage	Prof (m)	Teneur en sulfates (SO_4)		Teneur en MO (%MS)
		mg/kg MS	% MS	
PM12	0,7 – 1,5	< 50	< 0,0050	2,1
PM12	1,5 – 2,0	< 50	< 0,0050	2,8
PM13	0,6 – 1,2	3600	0,36	2,7
PM14	0 – 1,6	2900	0,29	19,4
PM15	0,8 – 2,0	62	0,0062	5,6
PM16	0 – 2,0	5600	0,56	3,3

Légende : SO4 : Sulfate, MS : Matière séche.

Figure 50 : Résultats des analyses physico-chimiques, ATLAS Géotechnique, étude G2 AVP, juin 2024

Les sols comptent donc des teneurs en sulfates faibles à moyennes comprises entre 0,005 et 0,56%. Ils sont d'agressivité chimique faible à modérée vis-à-vis du béton, soit des environnements qualifiés de XA1 à XA2. La teneur en matière organique est de 2,1% à 5,6% avec une mesure élevée au droit du PM14 de 19,4%, qui pourrait indiquer la présence de morceaux de bois.

Un essai d'aptitude au traitement selon le GTS (essai Proctor, essai de gonflement, résistance à la compression diamétrale) a été réalisé sur des échantillons issus du sondage PM12, à des profondeurs entre 0,7 et 1,5m. Les conclusions sont présentées dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Formation	Traitement et dosage	Gv à 7 j d'immersion (%)	Rti à 7 j d'immersion (MPa)	Aptitude
PM12	0,7 – 1,5	Marne sableuse beige à cailloutis (*Marnes et Sables Infragypseux*)	CaO 1,0 % LHR 7,0 %	0,08	0,211	Apte

Figure 51 : Résultats de l'essai d'aptitude au traitement GTS, ATLAS Géotechnique, Etude G2 AVP, juin 2024

Le matériau parait apte au traitement en première approche, au vu de sa résistance de 0,211 MPa. Cette aptitude est cependant à considérer avec précaution du fait de la dominance gypseuse des sols en place, qui pourraient causer une formation d'ettringite avec un gonflement des sols en cas de traitement.

6) Etude de potentiel de réutilisation de matériaux du site

L'étude contient également une étude de potentiel de réutilisation de matériaux du site. Elle conclut que les remblais ne sont pas utilisables, mais que les sols issus des marnes et sables infragypseux peuvent potentiellement être utilisés en remblai s'ils sont combinés à un traitement à la chaux. Pour un réemploi en couche de forme, les sols de classe A1, B1 et B2 selon la norme NFP11-300 devront être traités aux liants hydrauliques potentiellement associés à la chaux, sous réserve de vérifications.

Les éléments contenant des éléments gypseux/sulfatés de cette couche seront cependant à exclure de toute réutilisation, tout comme les sols fins dans un état hydrique très humide ou très sec.

❖ ANALYSE DES RESULTATS

Ainsi d'après les sondages effectués, il en ressort les conclusions suivantes :

- Le sol est constitué de plusieurs couches lithologiques aux propriétés variables, notamment de remblais contenant des débris divers et de marnes et sables infragypseux. Du fait des remblais, des surépaisseurs peuvent apparaître à différents endroits du site.
- Les caractéristiques mécaniques sont très hétérogènes entre 0 et 3,0 m de profondeur sur le site, avec des remblais très peu compacts opposés à des zones à compacité élevée
- le niveau de la nappe de l'Eocène Supérieur, baignant le Calcaire de Saint-Ouen, a été mesuré entre 6,0 et 8,1 m de profondeur, soit entre 31,4 et 28,6 NGF
- les sols superficiels peuvent être classés comme peu perméables selon la classification Mabillot « forage d'eau » et de perméabilité faible selon la classification Philipponnat « fondations et ouvrages en terre »
- Les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau (classe A1 B1 B2 selon norme NFP11-300), tandis que les remblais sont de classe B1 et B2 selon la norme NFP11-300
- Les sols ont des teneurs en sulfates faibles à moyennes. Ils sont d'agressivité chimique faible à modérée vis-à-vis du béton, soit des environnements qualifiés de XA1 à XA2. La teneur en matière organique est de 2,1% à 5,6% avec une mesure élevée au droit du PM14 de 19,4%, qui pourrait indiquer la présence de morceaux de bois
- Les sols issus des marnes et sables infragypseux sont réutilisables sous réserve de traitement à la chaux et de vérification.

2.6.3. Contexte hydrogéologique

2.6.3.1. Nappes souterraines

❖ CONTEXTE DEPARTEMENTAL

D'après le Système d'information sur l'eau du bassin Seine-Normandie, la commune de Saint-Denis est recouverte par quatre masses d'eau souterraines :

- La masse d'eau souterraine HG218 « Albien-Néocomien captif » :

Cette masse d'eau est originaire du Crétacé inférieur et se situe à plus de 700 mètres de profondeur sous le bassin parisien, ce qui la protège des pollutions de surface, et possède une réserve importante d'eau de l'ordre de 700 milliards de m³.

- La masse d'eau souterraine HG001 « Alluvions de la Seine moyenne et avale » :

Cette masse d'eau comprend les nappes alluviales de la Seine (moyenne et avale) et quelques affluents (basse vallée de l'Andelle, de l'Eure et de la Risle). L'encaissant des alluvions est essentiellement constitué de craie fracturée. La nappe de la craie est alors en continuité hydraulique avec la nappe alluviale et le cours d'eau. Le substratum de la nappe alluviale de la Seine est composé de terrains à perméabilité variable (ME HG102).

- La masse d'eau souterraine HG102 « Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix » :

La masse d'eau HG102 est majoritairement dans le département des Yvelines en Ile-de-France. Sa partie sud s'arrête au nord-ouest de l'Essonne dans le secteur de l'Hurepoix (Ile-de-France). Elle s'étend au nord-ouest dans le Mantois, au sud de la Seine et jusqu'à la confluence avec l'Eure, dans le département de l'Eure (Haute-Normandie). Le secteur

est de la masse d'eau se situe au sud de Paris et sa proche banlieue. Au nord, la masse d'eau est de niveau 2, sous couverture de la nappe alluviale de la Seine (MESO HG001). La masse d'eau sous-jacente est celle de l'Albien Néocomien captif HG218, et elle est en relation avec les HG001 et HG104. Elle est constituée des formations géologiques de l'Eocène et de l'Oligocène. Elle comporte une succession de formations géologiques aquifères, séparées par des horizons plus ou moins imperméables. Les multiples intercalations argileuses, sablo-argileuses et marneuses protègent plus ou moins le principal niveau aquifère.

- La masse d'eau souterraine HG104 « Éocène du Valois » :

La masse d'eau est composée d'une succession de formations géologiques aquifères, d'âge Tertiaire, qui sont séparées par des horizons plus ou moins imperméables de manière à former un aquifère multicouche. La masse d'eau est cloisonnée par des niveaux stratigraphiques et par des variations latérales de faciès (notamment dues à la présence de structures tectoniques). Son réservoir principal est celui de l'Eocène moyen et inférieur, comprenant le Calcaire du Lutétien et les Sables de Cuise et du Soisonnais. Elle est séparée en deux grands ensembles hydrogéologiques, une partie de la nappe captive assurant une grande réserve d'eau, l'autre majoritairement libre, en écoulement à travers des fissures.

❖ AQUIFERES EN PRESENCE AU DROIT DU SITE

D'après l'Etude historique et de vulnérabilité réalisée par TESORA en mars 2016 et conformément à la géologie du site et à la Base de données du Sous-Sol (BSS), la première nappe s'écoulant au droit de la zone d'étude est localisée au sein de la formation du calcaire de Saint-Ouen à environ 6-8 m de profondeur : il s'agit de la nappe libre du Bartonien. Le suivi piézométrique mis en place sur site depuis 2003, 2005 et 2009 montre que la nappe s'écoule vers l'est-nord-est dans la partie nord du site et vers le sud-sud-est dans la partie sud. Un dôme piézométrique est constaté dans la partie sud-ouest du site.

La localisation de la nappe a été confirmée par le rapport de GOLDER (rapport n°19129868_R01_V0.1 du 20 janvier 2019). La première nappe d'eau souterraine est rencontrée entre 6 et 8 m de profondeur et se situe au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen (Bartonien inférieur). D'après le Diagnostic environnemental complémentaire réalisé par ICF en juin 2022, le contexte hydrogéologique du site est complexe puisque les terrains aquifères de la nappe des Calcaires de Saint-Ouen présentent des perméabilités variables liées à l'alternance de niveau marno-calcaires et sableux pouvant occasionner des effets-paliers. Les données les plus complètes semblent fournies par GOLDER ASSOCIATES et GRS VALTECH notamment dans le cadre de la gestion d'une barrière hydraulique de confinement et du suivi des niveaux d'eau associé. D'après les rapports de GOLDER (rapport n°19129868_R01_V0.1 du 20 janvier 2019) et de GRS VALTECH (rapport n°11200021 du 31 janvier 2021), le sens d'écoulement préférentiel est orienté vers le sud-sud-ouest, avec un niveau statique estimé à 27 m NGF, soit environ 8 m de profondeur. Cette barrière est susceptible de modifier localement les écoulements.

En complément, dans le cadre de la mission G1 PGC réalisée en juin 2024 par ATLAS Geotechnique portant sur l'aménagement immobilier, les résultats ont confirmés l'étude antérieure en mettant en évidence un niveau d'eau plus ou moins stabilisé, situé entre 6,0 et 8,1 m de profondeur, soit entre 31,4 et 28,6 NGF.

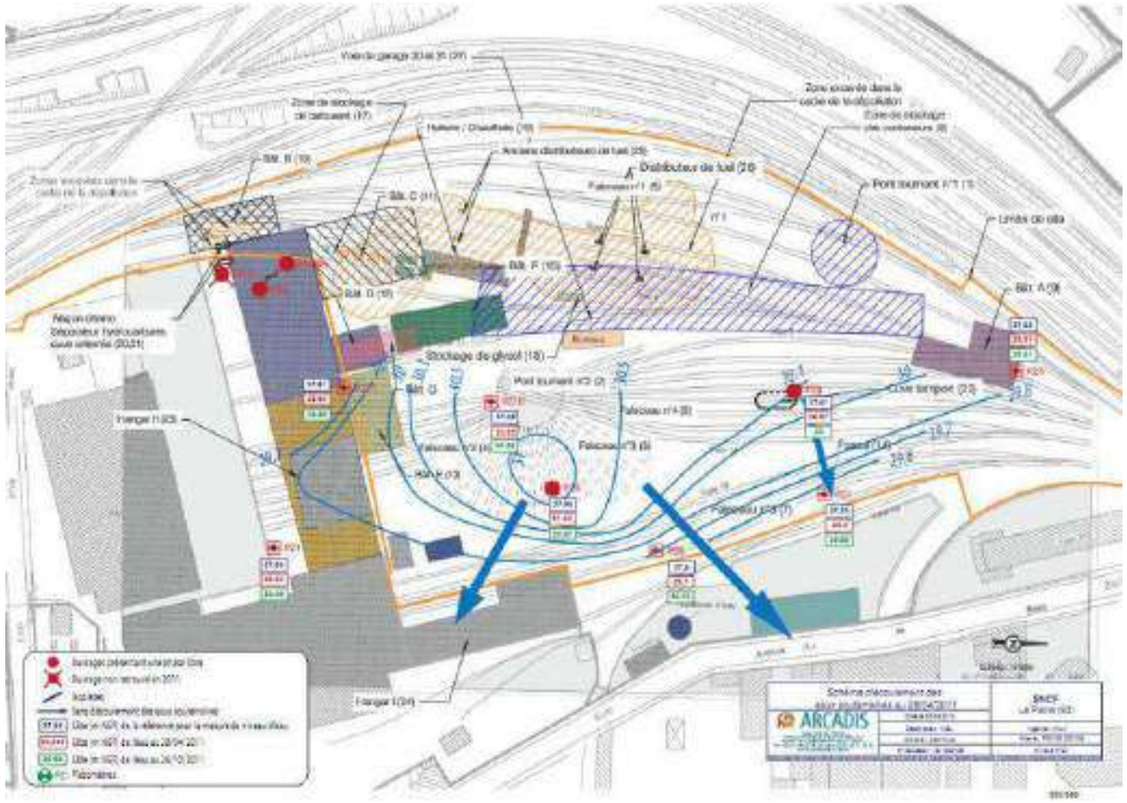


Figure 52 : Ecoulement des eaux souterraines et localisation des piézomètres au droit du site (rapport ARCADIS, 2012)

❖ SUIVI PIEZOMETRIQUE D'ARCHIVE

Le site a fait l'objet de nombreuses études hydrogéologiques et de plusieurs périodes de relevés piézométriques du fait de son état de pollution initiale et du suivi des activités de dépollution. Une barrière hydraulique a notamment été mise en place en 2017 par SOLEO au sud du site pour réaliser un suivi du niveau de pollution de la nappe et cela sous la responsabilité de la SNCF. De nouveaux travaux ont été réalisés en 2020 pour SNCF Immobilier par GRS VALTECH sur la barrière hydraulique.

La barrière sera enlevée par la SNCF à l'acquisition du terrain. L'entreprise VALGO prendra ensuite le relais pour la gestion des sols et les investigations et travaux de dépollution. Grâce à ces études et aux diagnostics précédant, nous pouvons nous faire une idée assez précise des caractéristiques de la nappe au droit du site, et ce depuis 2017.

- 2017 : un Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire rédigé par TESORA fournit les relevés piézométriques en différents points du site en janvier 2016 et décembre 2017 :

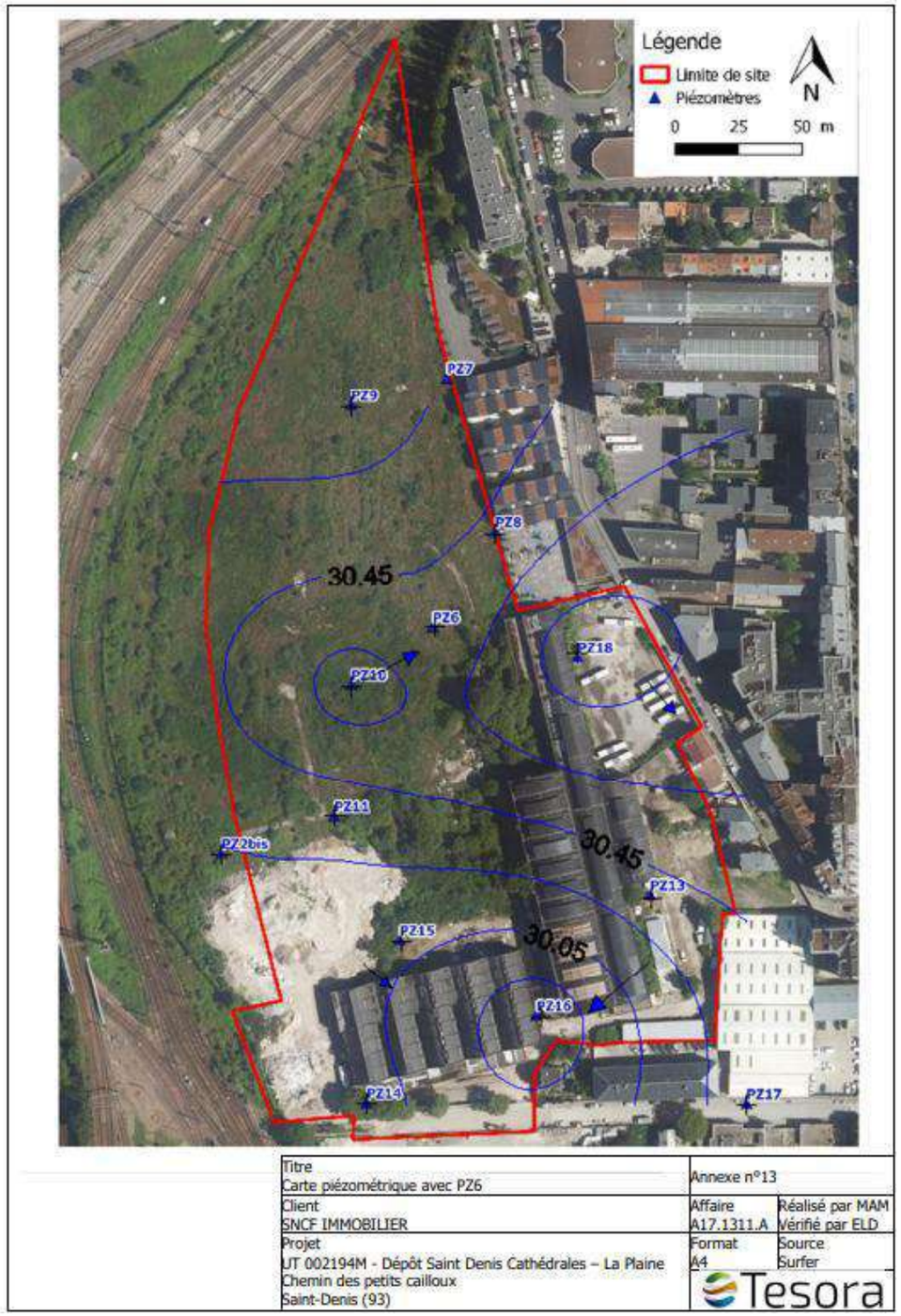


Figure 53 : Carte piézométrique, TESORA, Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire 2017

Tableau 17 : Nivellement des piézomètres – Relevés piézométriques de janvier 2016 et décembre 2017

Ouvrage	Coordonnées Lambert 93		Altitude	Niveau statique	Niveau statique	Niveau statique	Niveau statique
	X	Y	(m NGF)	Janvier 2016 (m/repère)	Décembre 2017 (m/repère)	Janvier 2016 (m NGF)	Décembre 2017 (m NGF)
PZ2bis	652667	6868065	37,708	8,97	7,47	28,738	30,238
PZ6	652748	6868154	37,957	6,2	7,47	31,757	30,487
PZ8	652771	6868191	37,611	6,36	7,121	31,251	30,49
PZ9	652714	6868241	37,629	7,72	7,51	29,909	30,119
PZ10	652717	6868132	37,573	5,9	6,8	31,673	30,773
PZ11	652712	6868079	37,784	7,2	7,46	30,584	30,324
PZ13	652835	6868049	37,744	7	7,37	30,744	30,374
PZ14	652726	6867965	37,715	7	7,58	30,715	30,135
PZ15*	652739	6868030	37,444	6,7	7,35	30,744	30,094
PZ16*	652793	6868000	37,1	6,73	7,42	30,37	29,68
PZ17*	652873	6867967	37,045	6,75	6,69	30,295	30,355
PZ18*	652804	6868141	37,521	6,45	6,53	31,071	30,991

** Piézomètre installé avec bouche à clé ras de sol*

Figure 54 : Relevés piézométriques de janvier 2016 et décembre 2017, TESORA, Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire 2017

Ce nivellement, couplé aux relevés piézométriques effectués en décembre 2017, indique que le piézomètre PZ18 est positionné en amont hydraulique du site et le piézomètres PZ16 en aval hydraulique. La carte piézométrique réalisée à l'issue de la campagne de 2016 mettait en évidence la présence d'un dôme piézométrique au droit de la zone composée des ouvrages PZ6 et PZ10. Dans le cadre de la campagne de 2017, la carte piézométrique réalisée confirme la présence de ce dôme piézométrique, mais légèrement décalé, le sommet du dôme étant localisé autour du piézomètre Pz18. Deux sens d'écoulements ont ainsi pu être mis en avant, le premier au nord du PZ10 et PZ18 aurait un écoulement préférentiel vers le nord tandis que le second sur la partie sud met en évidence un écoulement préférentiel vers le sud.

En fin d'année 2018 et début d'année 2019, SOLEO a réalisé une note d'avancement concernant l'état de la nappe et les relevés piézométriques avec la barrière hydraulique. Deux cartes piézométriques ont ainsi pu être établies, sur la partie sud du site :

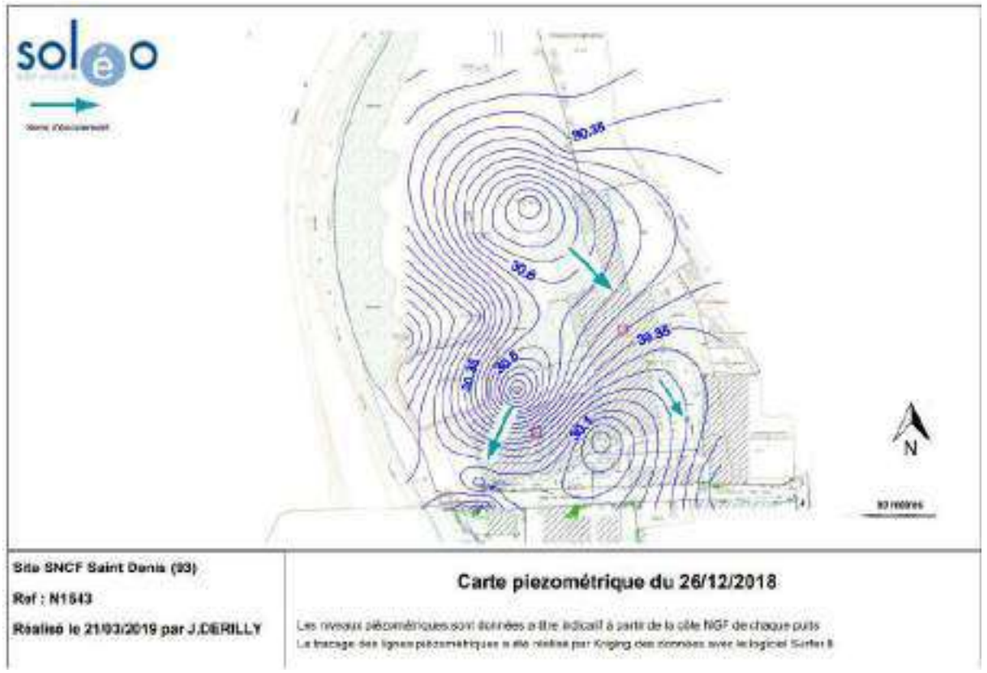


Figure 55 : Carte piézométrique de décembre 2018, Note d'avancement SOLEO, mars 2019

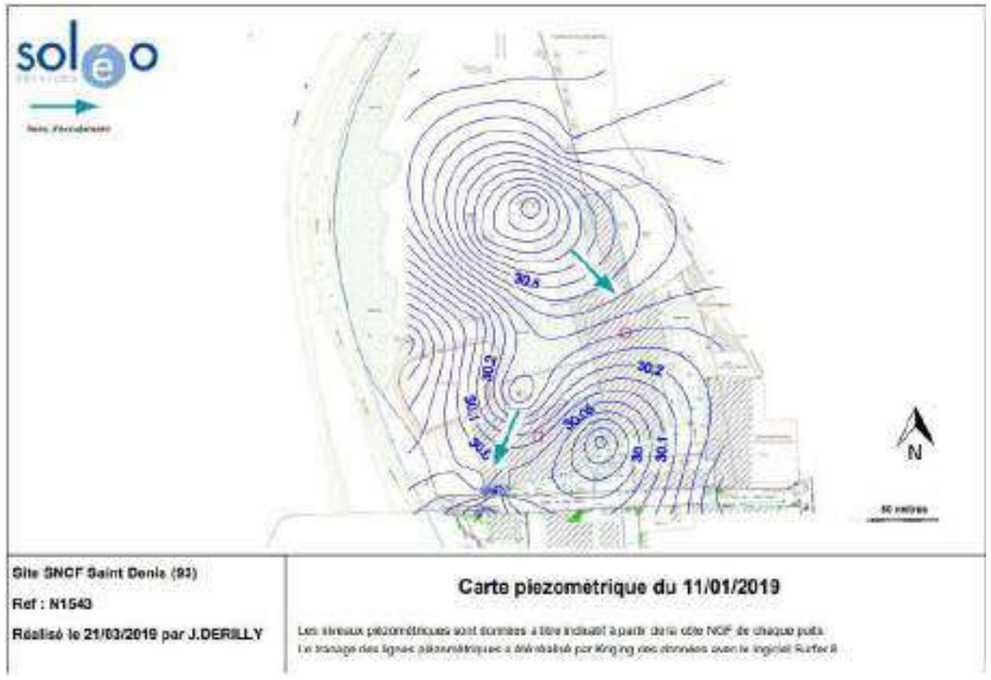


Figure 56 : Carte piézométrique de janvier 2019, Note d'avancement SOLEO, mars 2019

Les variations de niveaux piézométriques depuis 2017 sont assez faibles, ce qui semble confirmé par le suivi piézométrique dans les ouvrages de contrôle de la barrière hydraulique effectué par SOLEO en 2019 et 2020.

Figure 57 : Niveaux piézométriques relevés dans les ouvrages de contrôle, SOLEO, Note trimestrielle de février 2020

Ce graphique permet de constater une variation régulière entre les piézomètres au cours du temps. Comme lors de l'année 2019, l'augmentation générale de la piézométrie sur l'ensemble des puits à partir de novembre 2019 est associée à la période de hautes eaux. L'absence de donnée sur Pz7 est due à un assèchement du puits observable depuis le début des relevés piézométriques. L'absence de donnée sur Pz2bis à partir du 25/07/2019 est due à la destruction de ce piézomètre. Les ouvrages Pz6, Pz10 et Pz15 ont un niveau piézométrique supérieur à l'ensemble des autres ouvrages mesurés. Des dômes hydrauliques sont présents au niveau de ces ouvrages, ces phénomènes ponctuels influencent les directions d'écoulement des eaux souterraines.

Dans le dernier rapport trimestriel de VEOLIA (Sarpi ThinkTech, anciennement GRS VALTECH) de T0+36 mois rédigé en octobre 2023, l'évolution des niveaux statiques depuis novembre 2020 est fournie :

Figure 58 : Carte de repérage des piézomètres, VEOLIA (Sarpi ThinkTech), Rapport trimestriel octobre 2023

Figure 59 : Evolution des niveaux statiques relevés entre novembre 2020 et octobre 2023, VEOLIA (Sarpi ThinkTech), Rapport trimestriel octobre 2023

Les relevés n'ont cependant pas pu être réalisés pendant 2 mois en 2021 (août et septembre) et pendant 2 mois en 2022 (juin et juillet) car la végétation était trop dense pour accéder aux Piézomètres. Entre novembre 2020 et février 2022, on note une augmentation générale des niveaux statiques, comprise entre 1m et 2m, en fonction des piézomètres de suivi. La période de "basses eaux" habituellement visible à l'automne, n'est pas très marquée en 2021 : les niveaux statiques restent stables ou diminuent de quelques dizaines de cm (30 à 60 cm) entre mai et novembre 2021. Les niveaux statiques ont diminué depuis mars 2022 et jusqu'en avril 2023. Une augmentation des niveaux statiques est observée depuis mai 2023. Lors de ce dernier trimestre de suivi (août à octobre 2023), les niveaux statiques ont augmenté légèrement par rapport au trimestre précédent 2023.

❖ CONCLUSION DU SUIVI PIEZOMETRIQUE

Une nappe est présente au droit du site d'étude, la nappe libre du Bartonien, au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8m de profondeur. Le suivi piézométrique fait état de niveaux statiques entre 28,5 et 31,5 mNGF entre novembre 2020 et octobre 2023.

Le site ne présente pas de risque de remontée de nappe en l'état.

2.6.3.2. Etats quantitatif et chimique de la masse d'eau

Concernant l'état des masses d'eau souterraine au niveau de la commune de Saint-Denis, le SDAGE énonce les objectifs suivants :

- L'état chimique des masses d'eau souterraines doit être bon en 2027 (y compris depuis 2015 et 2021)
- L'état quantitatif des masses d'eau doit être bon.

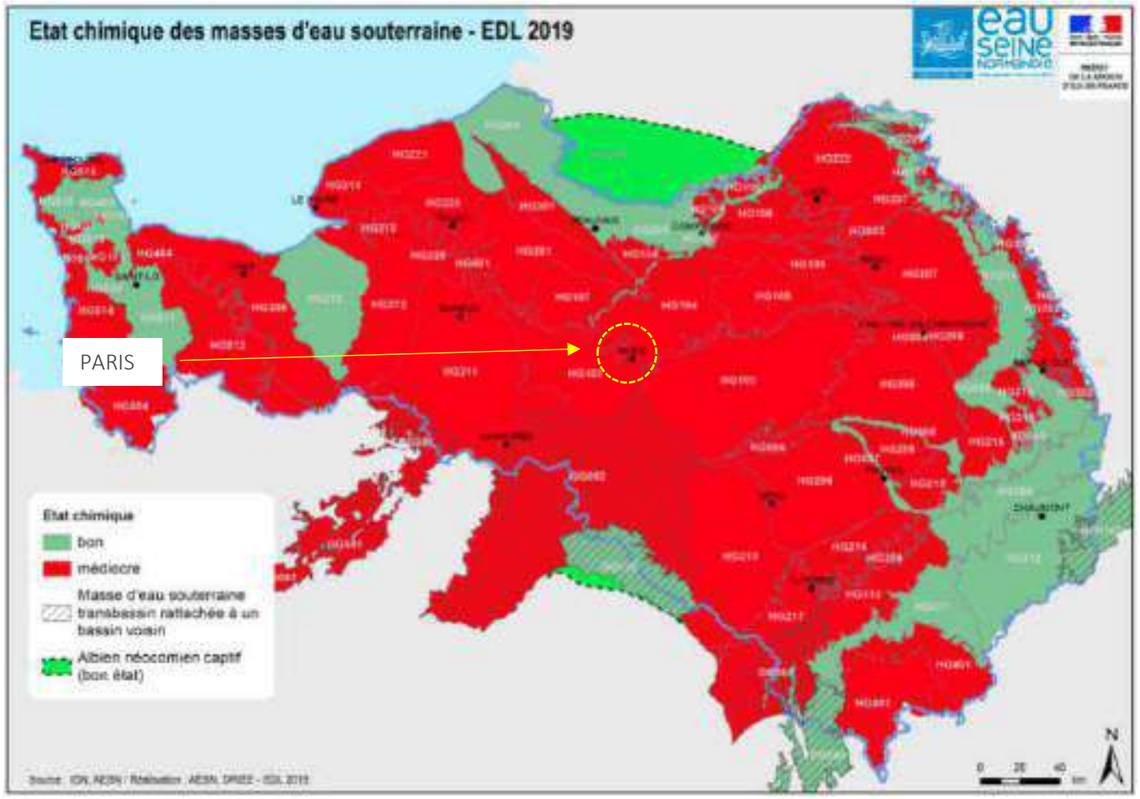
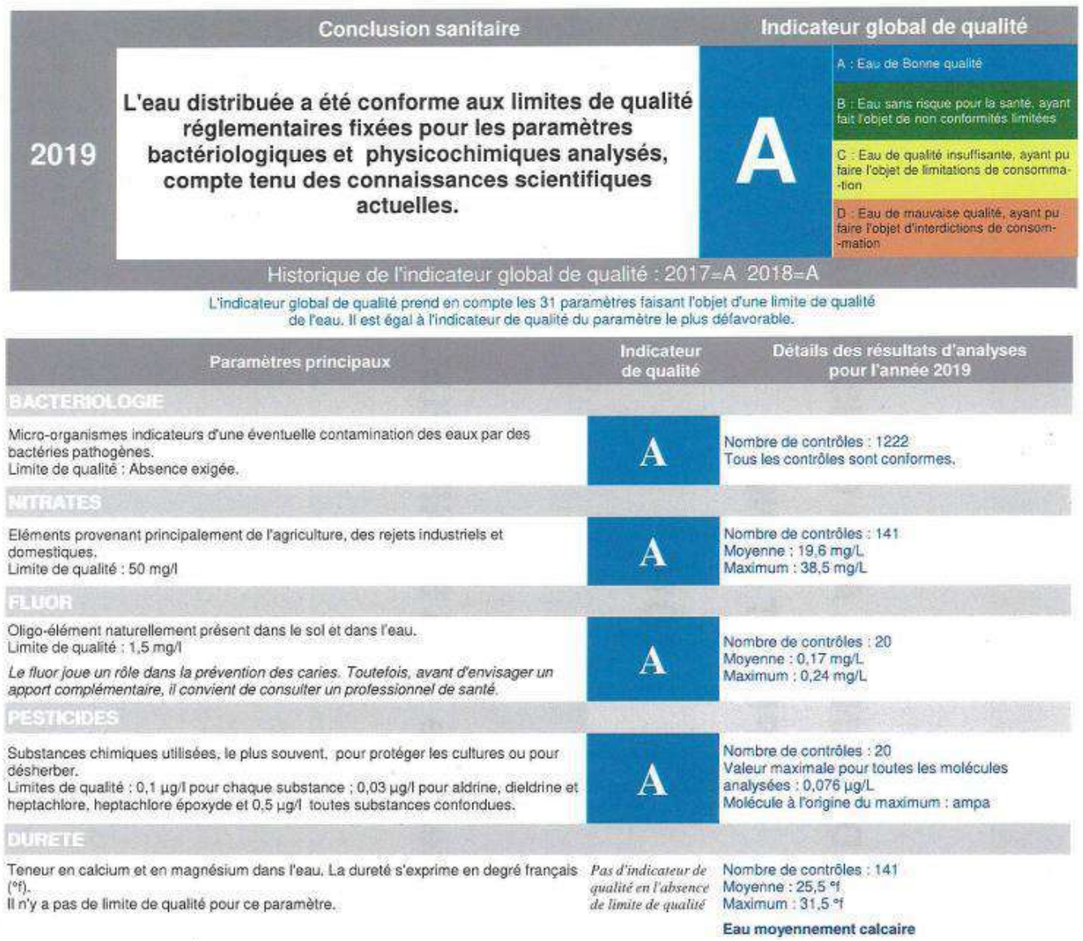


Figure 60 : Carte de l'état chimique des masses d'eau souterraine, Eau Seine Normandie

Selon les données de l'agence Eau Seine Normandie, l'état écologique de l'eau au niveau de la commune de Saint-Denis est mauvais et son état chimique est considéré comme médiocre.

Cependant, selon le site de l'ARS, il n'y a pas de station d'analyse de l'eau à Saint-Denis, la plus proche est celle de l'usine de traitement de l'eau de Neuilly-sur-Marne (à environ 15 km du site). Or, au droit de la station, l'état de l'eau est conforme au niveau bactériologique, physico-chimique et des références de qualités. L'eau peut être consommée par tous.



2019	Conclusion sanitaire	Indicateur global de qualité
	L'eau distribuée a été conforme aux limites de qualité réglementaires fixées pour les paramètres bactériologiques et physicochimiques analysés, compte tenu des connaissances scientifiques actuelles.	A

A : Eau de Bonne qualité
B : Eau sans risque pour la santé, ayant fait l'objet de non conformités limitées
C : Eau de qualité insuffisante, ayant pu faire l'objet de limitations de consomma-tion
D : Eau de mauvaise qualité, ayant pu faire l'objet d'interdictions de consom-mation

Historique de l'indicateur global de qualité : 2017=A 2018=A

L'indicateur global de qualité prend en compte les 31 paramètres faisant l'objet d'une limite de qualité de l'eau. Il est égal à l'indicateur de qualité du paramètre le plus défavorable.

Paramètres principaux	Indicateur de qualité	Détails des résultats d'analyses pour l'année 2019
BACTERIOLOGIE		
Micro-organismes indicateurs d'une éventuelle contamination des eaux par des bactéries pathogènes. Limite de qualité : Absence exigée.	A	Nombre de contrôles : 1222 Tous les contrôles sont conformes.
NITRATES		
Eléments provenant principalement de l'agriculture, des rejets industriels et domestiques. Limite de qualité : 50 mg/l	A	Nombre de contrôles : 141 Moyenne : 19,6 mg/L Maximum : 38,5 mg/L
FLUOR		
Oligo-élément naturellement présent dans le sol et dans l'eau. Limite de qualité : 1,5 mg/l *Le fluor joue un rôle dans la prévention des caries. Toutefois, avant d'envisager un apport complémentaire, il convient de consulter un professionnel de santé.*	A	Nombre de contrôles : 20 Moyenne : 0,17 mg/L Maximum : 0,24 mg/L
PESTICIDES		
Substances chimiques utilisées, le plus souvent, pour protéger les cultures ou pour désherber. Limites de qualité : 0,1 µg/l pour chaque substance ; 0,03 µg/l pour aldrine, dieldrine et heptachlore, heptachlore époxyde et 0,5 µg/l toutes substances confondues.	A	Nombre de contrôles : 20 Valeur maximale pour toutes les molécules analysées : 0,076 µg/L Molécule à l'origine du maximum : ampa
DURETE		
Teneur en calcium et en magnésium dans l'eau. La dureté s'exprime en degré français (°f). Il n'y a pas de limite de qualité pour ce paramètre.	*Pas d'indicateur de qualité en l'absence de limite de qualité*	Nombre de contrôles : 141 Moyenne : 25,5 °f Maximum : 31,5 °f **Eau moyennement calcaire**

Figure 61 : Limites de qualités réglementaires pour la qualité de l'eau potable, ARS Île de France

2.6.3.3. Usages des eaux souterraines

D'après la base de données du sol et du sous-sol (BSS) du BRGM, plusieurs points d'eau sont référencés dans un rayon de 500 m autour du site.

Figure 62 : Cartographie de l'usage des eaux souterraines, InfoTerre BRGM

Conformément au Plan des Servitudes d'Utilité Publique intégré au PLUi, le site n'est intégré ni au périmètre de protection rapproché de captage d'eau, ni au périmètre éloigné de captage d'eau.

2.6.3.4. Vulnérabilité hydrogéologique intrinsèque

La vulnérabilité hydrogéologique intrinsèque correspond à une notion de vitesse de propagation de la pollution issue de la surface vers et dans la nappe d'eau souterraine. Elle caractérise la capacité de « défense » d'une nappe vis-à-vis d'une pollution.

D'après les données BRGM, les eaux souterraines de la commune de Saint-Denis présentent une vulnérabilité forte, notamment le long de la Seine et du canal de Saint-Denis, avec un indice de vulnérabilité allant de moyen à fort.

En lien avec les données SIGES Seine Normandie et la capacité du sol à laisser s'infiltrer les eaux de surface, et d'après les diagnostics réalisés notamment la Synthèse de l'état environnemental du site produit par la SNCF en juin 2018 au regard de leurs investigations, l'absence d'horizon sus-jacent imperméable au droit de la nappe libre relevée à 6-8m de profondeur (entre 29,5 et 31,5 mNGF de niveaux statiques relevés entre mars 2021 et octobre 2023), les eaux souterraines présentent une vulnérabilité à des pollutions en provenance de la surface.

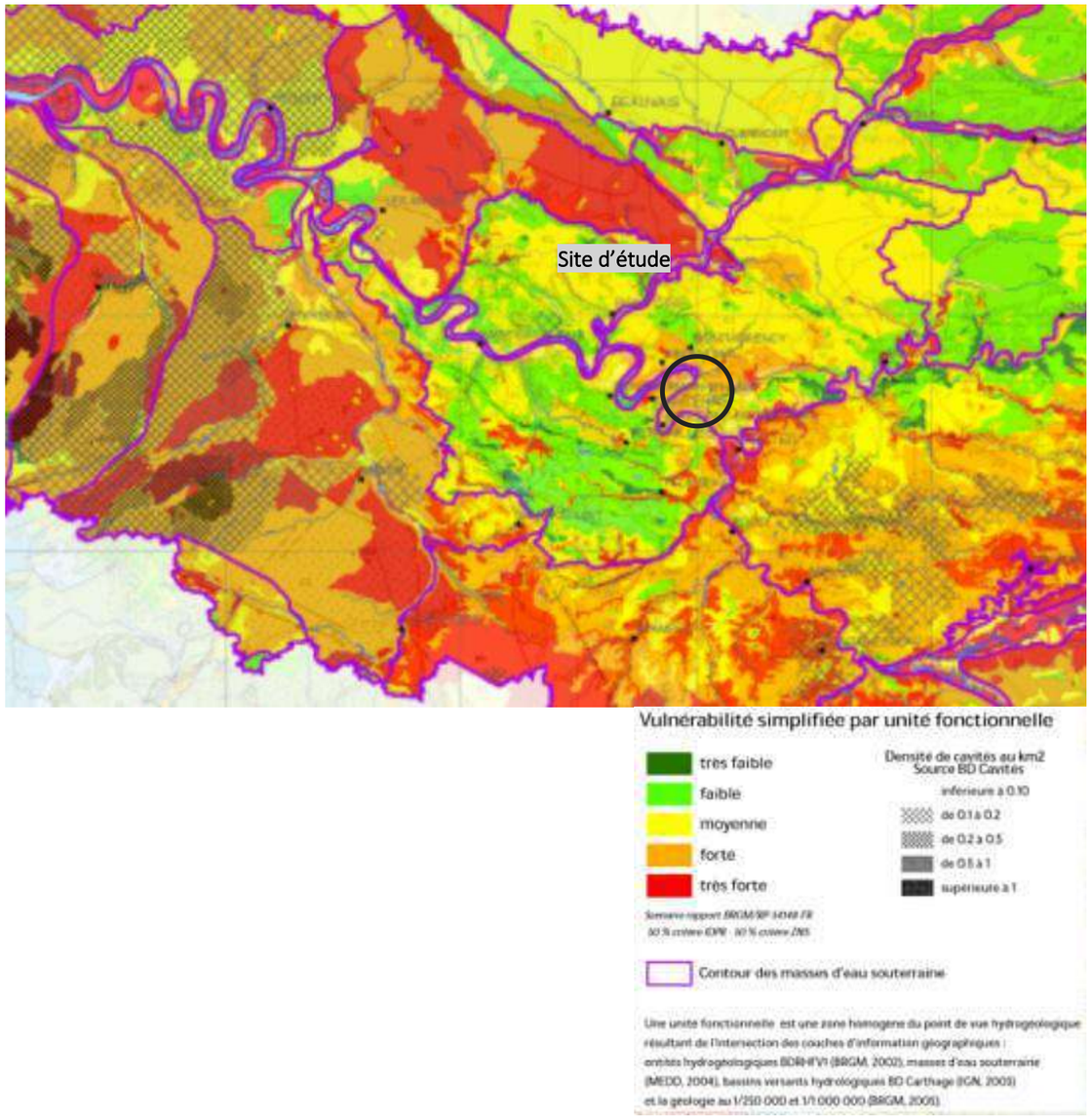


Figure 63 : Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie, SIGES Seine Normandie, BRGM

2.6.4. Contexte hydrographique

2.6.4.1. Contexte hydrographique du site

Le site d'étude est intégré au Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE) du bassin de la Seine Normandie. La déclinaison territoriale du SDAGE est conférée aux SAGEs gérés par les Agences de l'eau et ont des périodes d'application de 6 ans.

Le site d'étude est intégré au SAGE Croult Enghien Vieille Mer. Les différents cours d'eau se jettent dans la Seine et constituent le réseau hydrographique principal. Celui-ci longe le territoire de Plaine Commune sur sa partie Ouest selon une trajectoire Sud-Nord à environ 2 km au nord-ouest du site. Le cours de la Seine se divise en deux entre Saint-Ouen et Epinay-sur-Seine, formant L'Île-Saint-Denis.

Selon le Rapport de présentation du zonage d'assainissement et du zonage pluvial du PLUi de Plaine Commune, la Seine se caractérise par une grande diversité saisonnière de ses débits, avec des débits moyens maximaux en hiver et au début du printemps, et un débit moyen minimal en août. Elle subit aussi régulièrement des périodes de crue.

Lors de sa traversée du territoire métropolitain, la Seine reçoit plusieurs affluents qui forment le réseau hydrographique secondaire, presque tous situés en rive droite.

Figure 64 – Contexte hydrologique, Géoportail

La zone d'étude est localisée à proximité de la Seine, qui se trouve à environ 1,9 km au Nord-Ouest du site. Au regard de la localisation de la Seine par rapport au site, celle-ci est peu susceptible d'être impactée par l'activité du site.

2.6.4.2. Qualité des eaux superficielles

Le bon état des eaux superficielles est atteint lorsque l'état chimique de la masse d'eau est bon et son état écologique est au moins bon.

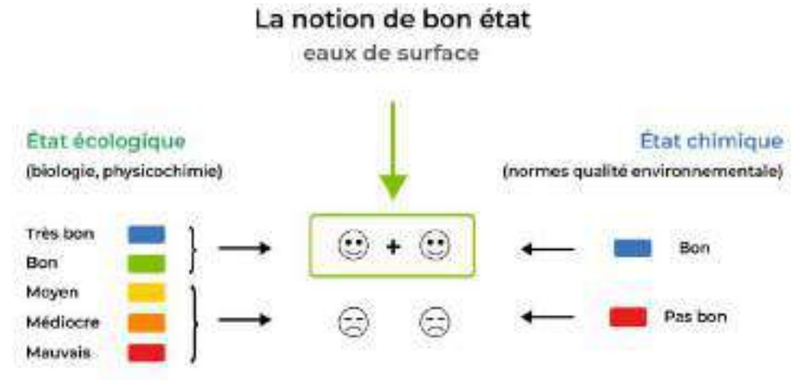


Figure 65 : Schéma explicatif de la notion de bon état des eaux de surface, Eaufrance

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands énonce plusieurs objectifs concernant l'état des masses d'eau, notamment portant sur l'état écologique, l'état chimique sans les substances ubiquistes, ainsi que l'état quantitatif et chimique des masses d'eaux souterraines.

Concernant l'état des masses d'eau superficielle pour le bassin de la Seine, le SDAGE énonce les objectifs suivants :

- L'état écologique de la Seine doit être très bon en 2027, et l'objectif pour la rive droite est reporté au-delà de l'année 2027
- L'état chimique de la rive droite doit être bon d'ici 2027

2.6.5. Risques naturels

D'après le dictionnaire de l'environnement, le risque est défini comme la possibilité de survenance d'un évènement susceptible de porter atteinte à l'équilibre naturel. Il résulte de la conjonction d'un aléa et des enjeux en présence. L'aléa est la probabilité d'occurrence d'un phénomène donné. Les enjeux sont les personnes, les biens, les équipements et l'environnement menacés par l'aléa, et susceptibles de subir des préjudices. Étroitement associée à la notion d'enjeux, la vulnérabilité mesure les conséquences dommageables de l'évènement sur les enjeux.

2.6.5.1. Risque d'inondation par crues

Les inondations par débordement de cours d'eau découlent de crues lentes de plaine ou de crues rapides et torrentielles. Un cours d'eau peut alors déborder de son lit habituel. Une crue lente se caractérise par la sortie lente d'un fleuve ou d'une rivière de son lit mineur, qui envahit ensuite son lit moyen, voir son lit majeur. Le phénomène de crue de plaine est souvent lié à des pluies répétées, prolongées ou intenses (parfois cumulées avec la fonte des neiges sur les reliefs) qui provoquent une élévation plus ou moins brutale du débit et par conséquent de la hauteur d'un cours d'eau. Les inondations associées interviennent surtout au printemps, ainsi qu'en automne et en hiver, lorsque l'influence cumulée des pluies sur le débit des rivières est forte.

Parmi les inondations ayant touché les communes de Plaine Commune, on recense des inondations liées au débordement plus ou moins rapide de la Seine et de ses affluents hors de leur lit mineur, aux coulées de boue ou encore aux remontées de nappe. Si toutes les communes ont été touchées au moins une fois, une récurrence plus

élevée est constatée dans les secteurs les plus proches de la Seine et dans les zones de confluence. Toutefois, le dernier aléa connu par la commune de Saint-Denis remonte à 1910. Il s'agissait d'un aléa par crue pluviale avec coulées de boue.

Au niveau de chaque district hydrographique, la directive européenne du 23 octobre 2007, dite « Directive Inondation », qui a pour objectif de fournir un cadre aux États membres pour réduire les conséquences négatives des inondations sur la santé humaine, l'activité économique, l'environnement et le patrimoine culturel.

La directive inondation se déroule en 3 étapes successives, renouvelables par cycle de 6 ans :

- Evaluation préliminaire des risques (EPRI) , conduisant au recensement d'évènements historiques marquants et à la production d'indicateurs caractérisant les enjeux à l'échelle du bassin, notamment sur la population et les emplois exposés
- Sélection des territoires à risque important d'inondation et cartographie des TRI
- Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) du bassin Seine-Normandie, qui fixe pour six ans les 4 grands objectifs à atteindre pour réduire les conséquences négatives des inondations sur la vie et la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'économie. Ce PGRI est détaillé au niveau local sur chaque TRI par une stratégie locale de gestion des risques d'inondation (SLGRI)
  Aujourd'hui, le bassin de la Seine Normandie, incluant la commune de Saint-Denis, est couvert par un PGRI 2022-2027 approuvé par arrêté du préfet coordonnateur le 3 mars 2022.

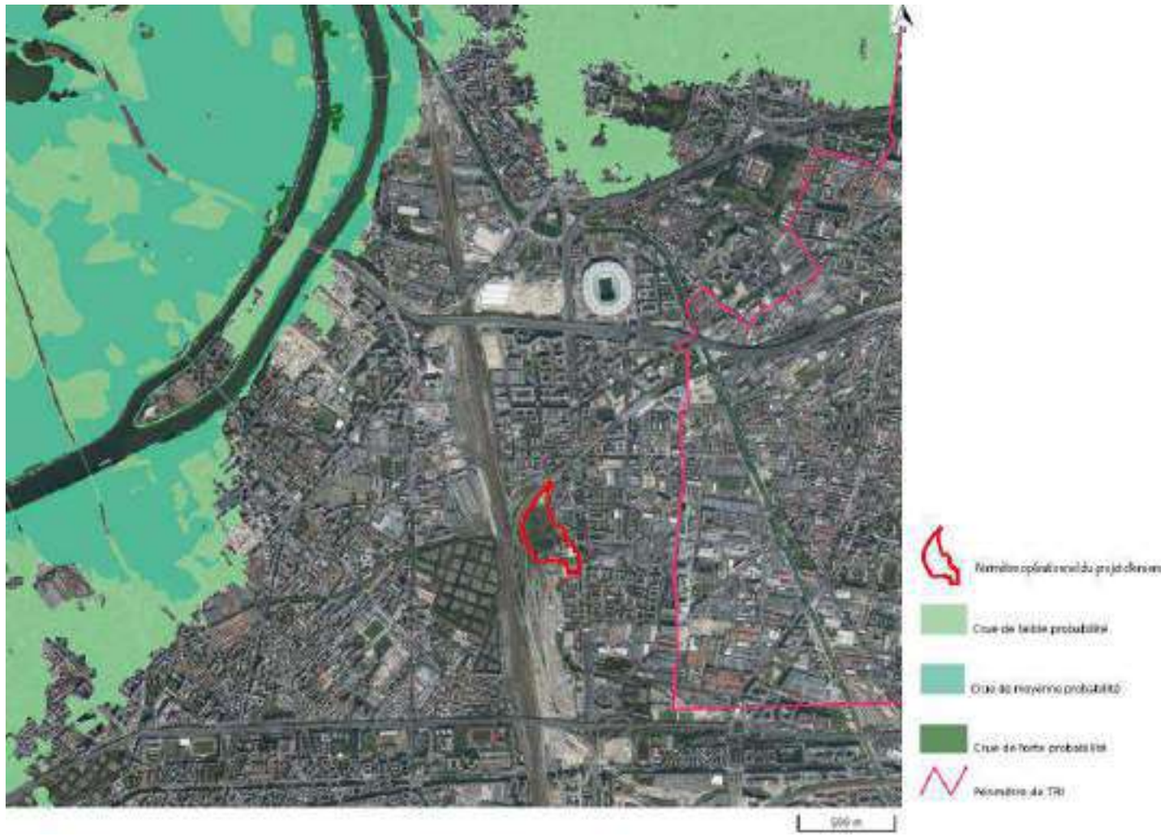


Figure 66 : Cartographie des zones de TRI, Géorisques

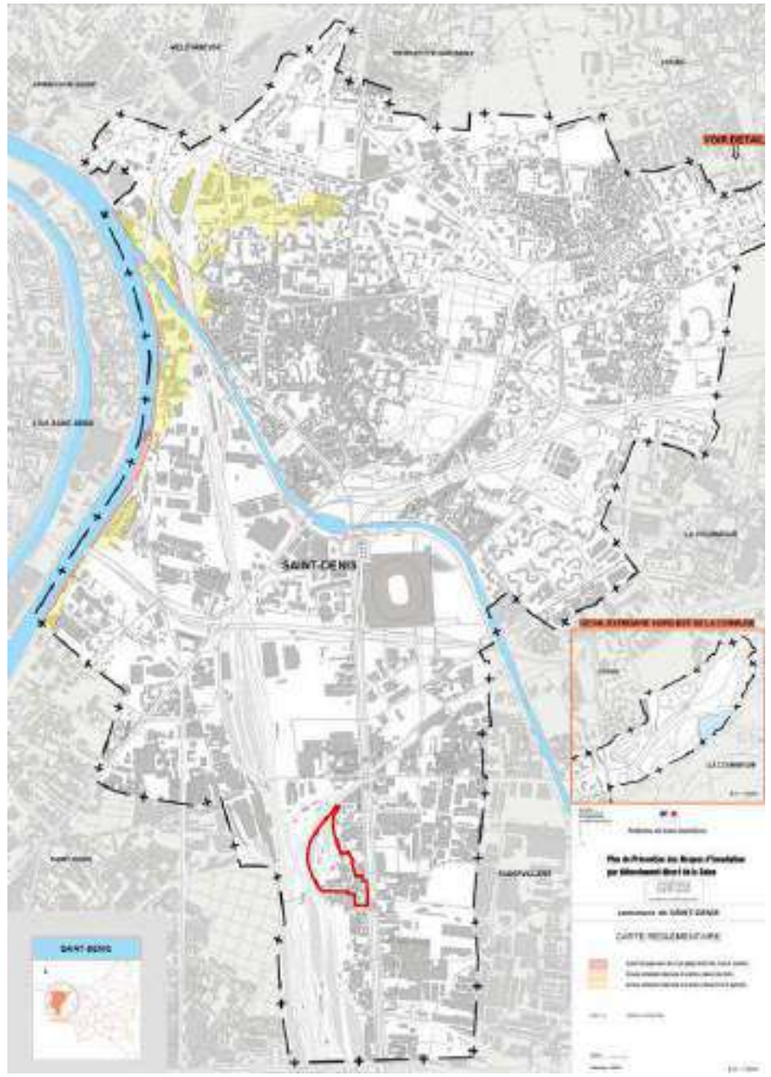


Figure 67 : PPRI Saint-Denis, préfetecture de Seine-Saint-Denis

Bien que la ville constitue un TRI, il n'existe pas de risque d'inondation (fréquent, moyen, moyen avec changement climatique et extrême) concernant le secteur opérationnel du projet. Ce risque ne devrait pas augmenter dans le futur malgré l'impact du changement climatique, du fait de la distance de la Seine au projet et de la topologie de la ville.

La Ville de Saint-Denis est exposée à un Plan de Prévention des risques Naturels prévisibles d'Inondation (PPRI) de la Seine qui inclut le site des Cathédrales du Rail. Selon ce PPRI, le secteur opérationnel du projet n'est pas intégré au zonage lié au risque inondation.

Même si le changement climatique pourra impliquer des crues plus violentes, la distance entre le site et les cours d'eau le protège.

2.6.5.2. Risque d'inondation par remontée de nappe au droit du site

Les nappes phréatiques dites libres sont celles qui ne sont pas séparées du sol par une couche de terrain imperméable.

Elles sont alimentées par l'infiltration d'une partie de l'eau de pluie qui atteint le sol. La recharge des nappes a principalement lieu durant la période hivernale car cette saison est propice à l'infiltration d'une plus grande quantité d'eau de pluie : les précipitations sont plus importantes, la température et l'évaporation sont plus faibles, et la végétation, peu active, prélève moins d'eau dans le sol ; à l'inverse, durant l'été, la recharge des nappes est faible ou nulle. On appelle « battement de la nappe » la variation de son niveau au cours de l'année.

Si des évènements pluvieux exceptionnels surviennent et engendrent une recharge exceptionnelle, le niveau de la nappe peut alors atteindre la surface du sol et provoquer une inondation "par remontée de nappe".

Ainsi, le phénomène d'inondation par remontée de nappes est provoqué par la montée du niveau de la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol.

Trois paramètres sont particulièrement importants dans le déclenchement (et la durée) des inondations par remontée de nappes :

- Une suite d'années à pluviométrie excédentaire, entraînant des niveaux d'étiages de plus en plus élevés ;
- Une amplitude importante de battement annuel de la nappe, dépendant étroitement du pourcentage d'interstices de l'aquifère ;
- Un volume global important d'eau contenue dans la nappe.

Les dommages engendrés par une telle inondation peuvent être lourds : inondations des sous-sols, des garages semi-enterrés ou de caves, des fissurations d'immeubles, des remontées de cuves enterrées ou des canalisations, des dommages aux réseaux routiers et de chemins de fer, des pollutions et dispersion de déchets.

D'après les données du Département des services techniques direction de l'eau et de l'assainissement de Plaine Commune, la carte des zones sensibles aux remontées de nappes identifie que le secteur opérationnel ne se situe pas dans une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe, mais la partie Sud et Est du site est limitrophe à une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe.

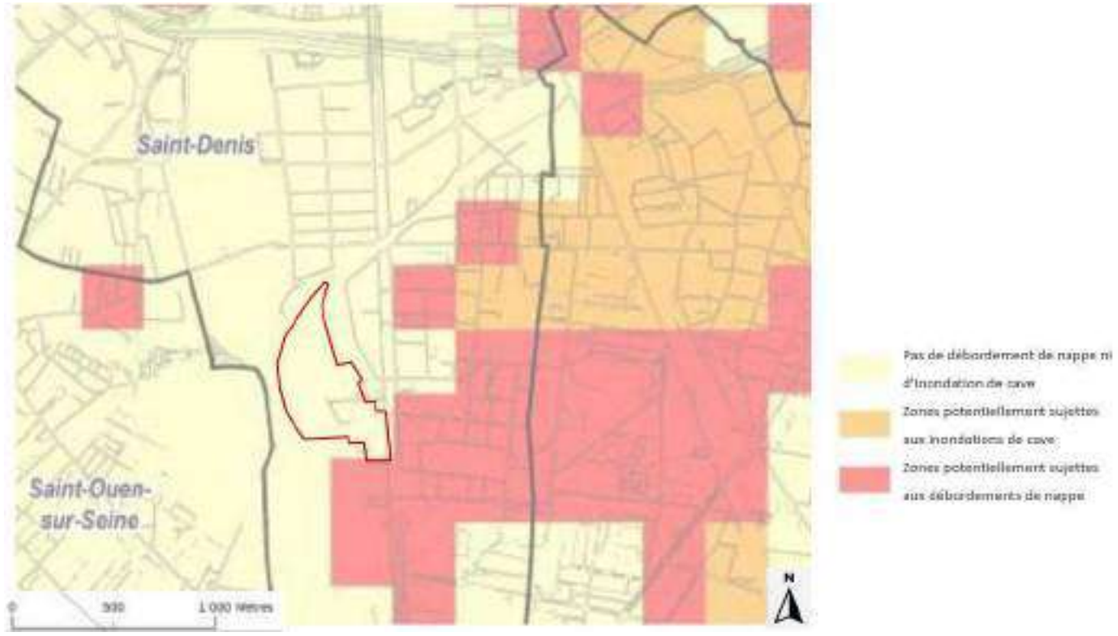


Figure 68 : Cartographie de sensibilité face au risque de remontée de nappes, Département des services techniques direction de l'eau et de l'assainissement, Plaine Commune, 17/04/2019

L'analyse du contexte géologique et hydrogéologique local sur la base, d'une part du rapport de Fondasol, et d'autre part des données bibliographiques, indique la présence d'un aquifère au droit du site, la nappe du calcaire de Saint-Ouen (nappe libre du Bartonien).

D'après l'analyse du contexte hydrogéologique local sur la base de données bibliographiques, et des relevés piézométriques réalisés, la zone d'étude se trouve au droit d'une zone qui ne présente pas de risque de remontées de nappe. Aucune hydromorphie liée à une remontée de nappe n'a été observée lors des investigations pédologiques de BIOCOR en juin 2024. Le niveau de la nappe pourrait cependant être amené à remonter à l'avenir du fait du changement climatique et de la légère augmentation des pluies (DRIAS – les futurs de l'eau estime que la zone recevra 8mm supplémentaires de pluie efficace cumulée entre 2041-2070), sans que le risque devienne impactant.

2.6.5.3. Risque d'inondation par ruissellement

L'inondation par ruissellement se produit lorsque les eaux de pluie ne peuvent pas ou plus s'infiltrer dans le sol. Cette inondation se traduit par un écoulement d'eau important en dehors du réseau hydrographique et du réseau d'évacuation des eaux pluviales : les eaux de pluie ruissellent, s'accumulent dans les points bas, saturent les réseaux d'évacuation entraînant une remontée d'eaux par les réseaux d'égout. Cela conduit à une submersion de la voirie et des constructions de tout un quartier. Ce sont des phénomènes plutôt printaniers et estivaux, avec une montée des eaux rapide.

Certaines caractéristiques des territoires peuvent accentuer le risque de survenue d'inondation par ruissellement en cas d'évènement climatique important : la topographie, l'état des sols et les caractéristiques des sous-sols, la sécheresse, l'évolution des pratiques agricoles et forestières, etc. D'une façon générale, le développement des surfaces imperméabilisées est une cause et un facteur aggravant du ruissellement.

Le site est actuellement végétalisé avec une végétation essentiellement xérophile générée par la présence d'une sous couche relativement imperméable. Il est assez peu bâti à l'exception des Cathédrales du Rail et de la zone avec la crèche, la PMI et le CMS au Sud. Quelques cheminements perméables et aires de stockage restent sur le site, mais sans avoir d'impact notable sur le ruissellement.

Figure 69 – dalle en béton pour le stockage, TERAO 2023

Figure 70 - Site existant à l'état de friche végétalisée, TERAO 2023

D'ailleurs, d'après le PLUi de Plaine Commune, la géographie de la Seine-Saint-Denis et son urbanisation dense rendent le territoire de Plaine Commune très sensible à des inondations par ruissellement et donc à des débordements du réseau d'assainissement lors des pluies exceptionnelles.

Aujourd'hui, la zone d'étude n'est pas exposée au risque d'inondation par ruissellement urbain. Toutefois, les pluies intenses vont être amenées à augmenter à l'avenir du fait du changement climatique, et la destination du site va évoluer faisant du risque ruissellement un enjeu pour le projet.

2.6.5.4. Risque de mouvements de terrain

Les mouvements de terrain sont des phénomènes naturels d'origines très diverses. Il en survient chaque année en France, d'importance et de type très divers. Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol et du sous-sol. On distingue : les mouvements lents, qui entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme. Il s'agit principalement des affaissements, des tassements, des glissements et retraits/gonflements ; et les mouvements rapides, qui se propagent de manière brutale et soudaine. Il s'agit des effondrements, chutes de pierres et de blocs, éboulements et coulées boueuses. Les perturbations climatiques actuelles et à venir peuvent avoir des incidences sur la stabilité des sols et augmenter le nombre de mouvements de terrain.

La commune de Saint-Denis est concernée par plusieurs Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) :

- Un plan de prévention des risques naturels (PPRN) de type Mouvements de terrain couvrant les aléas mouvements de terrain et particulièrement les affaissements et effondrements d'origine naturelle (cavités souterraines) a été approuvé en mars 1986, depuis un nouveau plan a été prescrit sur la commune de Saint-Denis en janvier 2005.

La commune a fait l'objet d'un état de catastrophe naturelle (non localisés précisément sur la commune) concernant un mouvement de terrain en décembre 1999.

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE9900627A	Mouvement de Terrain	25/12/1999	30/12/1999

Figure 71 : Historique des catastrophes naturelles pour la commune de Saint-Denis. Géorisques 2025.

D'après les données du site Géorisques, la zone d'étude ne présente pas d'indices de cavités souterraines ou de mouvements de terrains à moins de 500 m du projet. Des mouvements de terrains notamment effondrements ont été recensés sur les communes limitrophes d'Aubervilliers et de Clignancourt. A noter qu'il existe cependant une servitude d'utilité publique ciblant le site comme zone à risque de mouvement de terrain.

Cette servitude est notamment liée aux sols de Seine-Saint-Denis qui sont particulièrement riches en gypse du fait de leur ancienne extraction dans des carrières, Plaine Commune a donc défini clairement les périmètres associés à ce risque, dont fait partie le site.

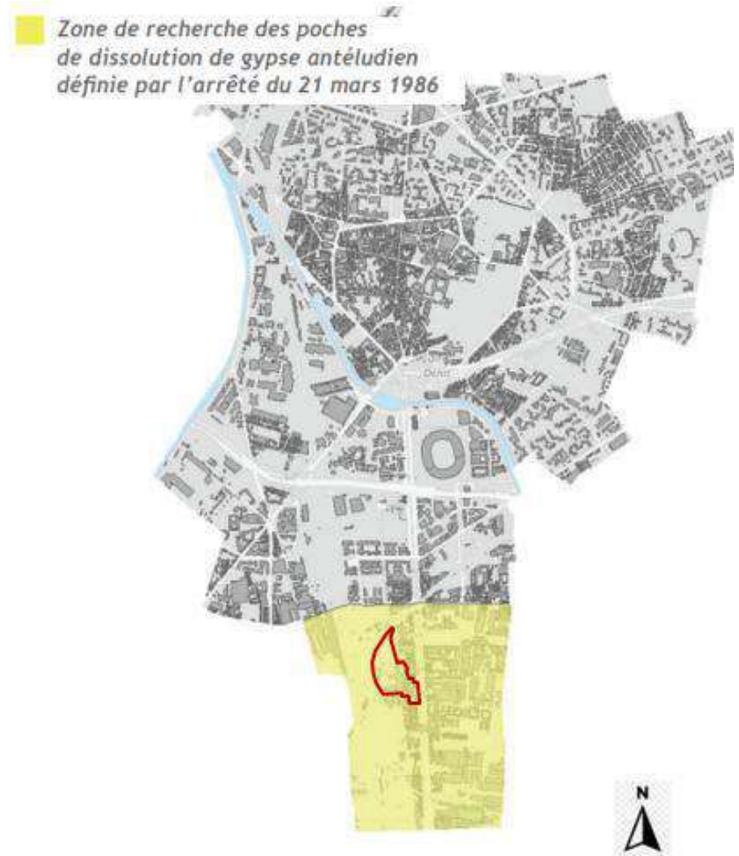


Figure 72 : Périmètre du risque de dissolution du gypse à Saint-Denis, PLUi Plaine Commune, Servitudes d'utilité publique, mis en compatibilité en 2021

Le gypse est une roche soluble rencontrée fréquemment dans les sous-sols français. Au contact de l'eau, cet élément se dissous ce qui altère ses propriétés. Ces modifications peuvent entraîner la formation de cavités dans la roche souterraine, pouvant à terme conduire à des effondrements en surface. La dissolution du gypse constitue donc un risque pour les personnes et les biens situés au-dessus.

Le site se trouve dans un secteur à risque de dissolution du Gypse Antéludien, défini par arrêté préfectoral. Les anomalies éventuelles sont généralement contenues dans les formations antéludiennes (Calcaire de Saint-Ouen, Sables de Beauchamp et Marnes et Caillasses).

Le bureau d'étude ATLAS Géotechnique a réalisé dans la continuité de son étude géotechnique, un rapport spécifique sur la recherche d'éventuelles poches de dissolution du gypse antéludien au droit de la parcelle, conformément à la notice technique de l'IGC de Paris (31/01/2016).

Dans ce cadre 26 sondages destructifs ont été réalisés jusqu'à 55,0 m de profondeur, afin de rechercher les éventuelles poches de dissolution de gypse au sein des formations antéludiennes. La majorité de ces sondages montre un bon état de conservation des niveaux gypseux, à l'exception de 4 sondages dont deux localisés au nord de la ZAC (SD102 et SD104) et les deux autres au sud (SD122 et SD125). Les anomalies observées sont situées au toit des Marnes et Caillasses (en partie nord) globalement entre 34,0 et 38,0 NGF de profondeur et à la base des Sables de Beauchamp entre 30,0 et 34,0 NGF de profondeur (en partie sud).

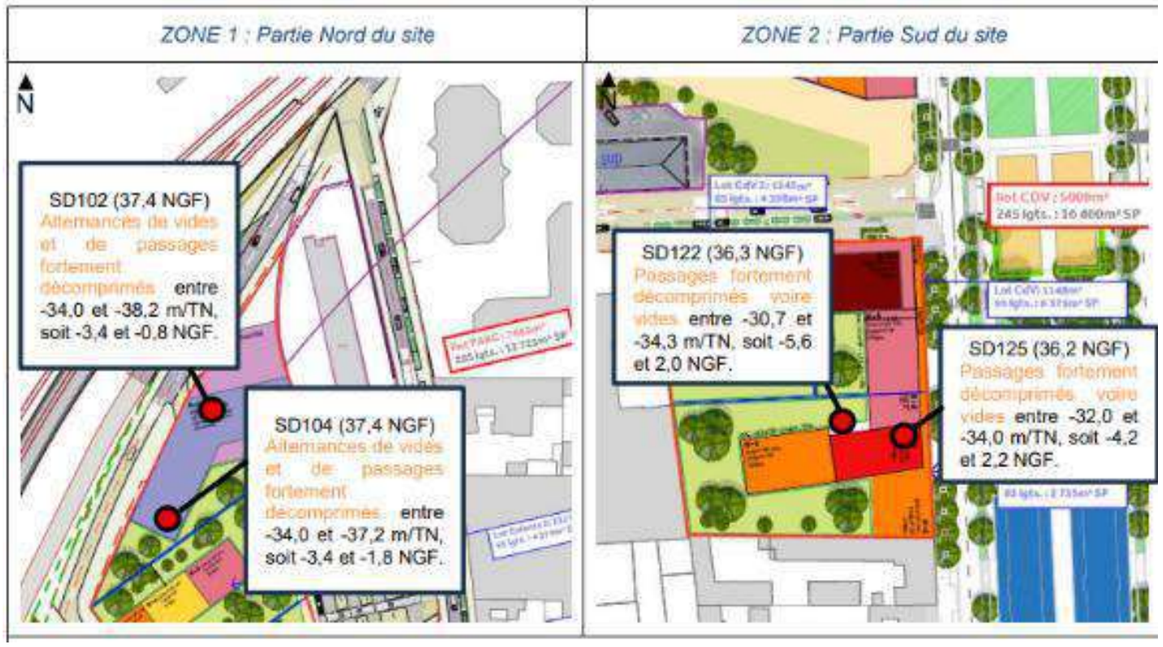


Figure 73 : Plans de localisation des zones d'anomalies de gypse, Atlas Géotechnique, septembre 2025

2.6.5.5. Retrait / gonflement des sols argileux

Les terrains argileux superficiels peuvent voir leur volume varier à la suite d'une modification de leur teneur en eau, en lien avec les conditions météorologiques. Ils se « rétractent » lors des périodes de sécheresse (phénomène de « retrait ») et gonflent au retour des pluies lorsqu'ils sont de nouveau hydratés (phénomène de « gonflement »).

Ces variations sont lentes, mais elles peuvent atteindre une amplitude assez importante pour endommager les bâtiments localisés sur ces terrains. Les conditions d'apparition peuvent être des phénomènes climatiques exceptionnels ou des travaux d'aménagement (bouleversement des conditions naturelles d'évapotranspirations, perturbation de l'état hydrique du sous-sol, aggravation de la dessiccation du sous-sol).

Le changement climatique influence directement ce phénomène à cause de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur.

La prévention du risque retrait-gonflement des sols argileux n'interdit pas la constructibilité d'un terrain mais implique des règles de construction et de prévention à adapter en fonction de la nature du sol rencontré et du type de bâti.

D'après la carte de sensibilité des sols au retrait/gonflement disponible sur le site de Géorisques, le site de projet présente majoritairement une exposition moyenne au retrait/gonflement des argiles. Avec le changement climatique, les périodes de sols secs vont être allongées et plus fréquentes sur la commune et seront conjuguées à des épisodes pluvieux plus intenses. Le risque devrait donc augmenter avec le changement climatique et doit être pris en compte.

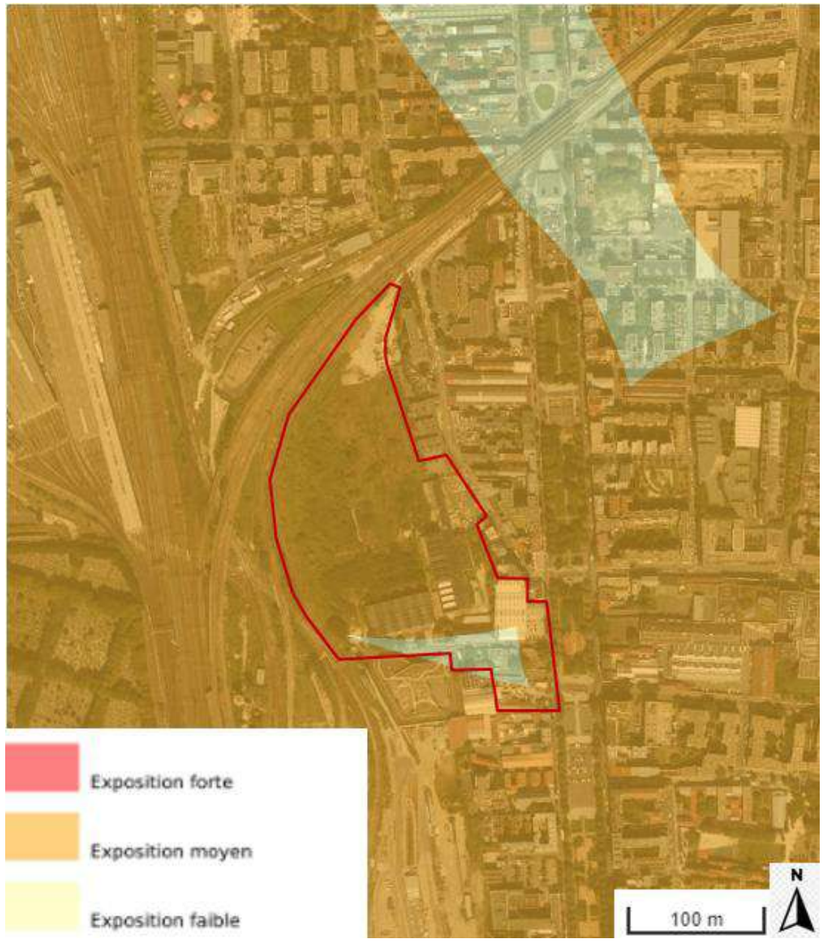


Figure 74 : Cartographie de sensibilité au retrait-gonflement des argiles, Géorisques 2025

2.6.5.6. Sismicité

Un séisme est une vibration du sol provoquée par une rupture brutale des roches en profondeur le long d'une faille. Ces failles, ou zone de rupture en profondeur dans la roche, se prolongent parfois jusqu'à la surface du sol, et leurs deux bords se déplacent l'un par rapport à l'autre.

Le moteur de ces déplacements est la tectonique des plaques, c'est-à-dire le résultat des mouvements entres les plaques rigides de la lithosphère induit par les déformations des couches visqueuses en profondeur.

Il se traduit à la surface terrestre par des vibrations du sol et parfois par des décalages de la surface du sol de part et d'autre des failles. On évalue un séisme grâce à deux types de paramètres : l'intensité et la magnitude.

L'aléa sismique est la possibilité, pour un site donné, d'être exposé à des secousses telluriques de caractéristiques données (exprimées en général par des paramètres tels que l'accélération, l'intensité, le spectre de réponse…). Il peut être évalué par une méthode déterministe ou probabiliste.

La règlementation s'appuie en France sur une carte de l'aléa sismique réalisée à l'échelle nationale. Elle est traduite au niveau règlementaire par un zonage sismique, qui donne pour chaque commune son niveau d'exposition.

La commune de Saint-Denis est classée dans sa totalité en zone 1 dite de "sismicité très faible". Ainsi, aucune prescription (ex : règles de construction parasismique) liée à ce risque n'est établi sur le territoire. Deplus, d'après les données Géorisques, la commune de Saint-Denis n'est pas soumise à un plan de prévention des risques sismiques et présente un risque sismique très faible.

2.6.5.7. Risque radon

Le radon est un gaz radioactif naturel incolore et inodore, le radon provient de la chaîne de désintégration de l'uranium d'une part, et de celle du thorium d'autre part, deux éléments naturellement présents dans les roches du sol. Il est présent dans le sol, l'air et l'eau. En extérieur, ce gaz se dilue rapidement. Il présente principalement un risque sanitaire pour l'homme lorsqu'il s'accumule dans les bâtiments. Le code de la santé publique fixe le niveau de référence en radon à 300 Bq/m3 en moyenne annuelle dans les immeubles bâtis.

D'après les données Géorisques, la commune de Saint-Denis est soumise à un risque radon faible.

2.6.6. Synthèse et enjeux

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU		ENJEU
Milieu physique	Contexte géologique	Les couches géologiques au droit du site des Cathédrales du rail ont des propriétés mécaniques très hétérogènes, avec des compacités très faibles dans les remblais et très fortes ailleurs. Les sols sont peu perméables (valeurs de 1,7.10-6 m/s à 6,50.10-6 m/s). Les sols sont assez fins et peu plastiques, sensibles aux variations hydriques. Ils sont d'agressivité chimique faible à modérée vis-à-vis du béton, et paraissent aptes au traitement à la chaux, bien qu'un risque de formation d'ettringite doive être pris en compte.		Modéré
	Contexte topographique	Le site des Cathédrales du rail présente une topographie globalement plane à l'exception d'un talus au sud-ouest du site, ce qui n'implique pas de contraintes particulières vis-à-vis de la réalisation d'un projet d'aménagement.		Nul
	Contexte hydrogéologique	Etude hydrogéologique	Le site surplombe la nappe du Bartonien, localisée au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8m de profondeur. Le site ne présente donc pas de risque de remontée de nappe ou de contrainte constructive en l'état.	Faible
		Etat quantitatif et chimique de la masse d'eau	Au droit du territoire sur lequel s'implante le projet, la masse d'eau souterraine a été évaluée de la manière suivante : - état chimique médiocre ; - état quantitatif mauvais.	Modéré
		Usage des eaux	Aucun usage des eaux souterraines n'est recensé à proximité du site d'étude.	Nul
		Vulnérabilité hydrogéologique	Au regard de la faible perméabilité des sols et de la présence d'un aquifère situé entre 6 et 8m de profondeur au droit du site, les eaux souterraines présentent une vulnérabilité modérée face aux activités potentiellement polluantes de surface.	Modéré
	Contexte hydrographique	Contexte hydrographique du site	Le site d'étude ne comporte pas d'éléments hydrographiques et au regard de la localisation de la Seine, celle-ci est peu susceptible d'être impactée par l'activité du site.	Nul
		Qualité des eaux	Les eaux de la Seine sont globalement de bonne qualité.	Nul
		Usages des eaux superficielles	Il n'existe aucun cours d'eau ni plan d'eau sur le site d'étude.	Nul
	Risques naturels	Inondation par crue	Le site d'étude n'est pas soumis à un risque d'inondation par crue, bien que la ville de Saint-Denis soit soumise à un PPRI.	Nul
		Inondation par remontée de nappe	Le site d'étude se trouve dans une zone non soumise aux débordements de nappe ou inondations de cave. Le site surplombe la nappe du Bartonien, localisée au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8m de profondeur.	Faible
		Inondation par ruissellement	Aujourd'hui, la zone d'étude n'est pas exposée au risque d'inondation par ruissellement urbain. Toutefois, les pluies intenses vont être amenées à augmenter à l'avenir du fait du changement climatique, et la destination du site va évoluer faisant du risque ruissellement un enjeu pour le projet.	Modéré
		Mouvement de terrain (cavités souterraines, Glissement, chute, coulée, éboulement, érosion, Retrait/gonflement des sols argileux)	La commune est concernée par un Plan de prévention prescript concernant les risques cavités souterraines. La carte de sensibilité des sols au retrait/gonflement disponible sur le site de Géorisques indique que le site de projet présente une exposition moyenne au retrait/gonflement des argiles. La majorité des sondages effectués pour identifier d'éventuelles poches de dissolution de gypse montre un bon état de conservation des niveaux gypseux, à l'exception de 4 sondages dont deux localisés au nord de la ZAC (SD102 et SD104) et les deux autres au sud (SD122 et SD125). Les anomalies observées sont situées au toit des Marnes et Caillasses (en partie nord) globalement entre 34,0 et 38,0 NGF de profondeur et à la base des Sables de Beauchamp entre 30,0 et 34,0 NGF de profondeur (en partie sud).	Fort
		Séisme	La commune de Saint-Denis est classée dans sa totalité en zone 1 dite de "sismicité très faible". Ainsi, aucune prescription (ex : règles de construction parasismique) liée à ce risque n'est établi sur le territoire. Deplus, d'après les données Géorisques, la commune de Saint-Denis n'est pas soumise à un plan de prévention des risques sismiques et présente un risque sismique très faible.	Faible
		Radon	D'après les données Géorisques, la commune de Saint-Denis est soumise à un risque radon faible	Faible

2.7. Milieu naturel

2.7.1. Zonages réglementaires du patrimoine naturel

Les zonages réglementaires du patrimoine naturel qui correspondent à des sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes. Ce sont les sites du réseau européen Natura 2000, les sites soumis aux arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles nationales et régionales, etc.

2.7.1.1. Arrêté préfectoral de protection de biotope

L'arrêté préfectoral de protection de biotope est un outil de protection des milieux naturels. Un écosystème est constitué d'un biotope (milieu de vie physicochimique et spatial) et d'une biocénose (ensemble des communautés vivant dans ce biotope) en interaction. Les espaces concernés sont constitués par des formations naturelles peu exploitées, où l'exercice des activités humaines est réglementé soit pour préserver les biotopes nécessaires à la survie d'espèces animales ou végétales protégées, soit pour protéger l'équilibre biologique de certains milieux.

A une échelle plus large, sur le territoire de la Seine-Saint-Denis, 5 arrêtés préfectoraux de protection de biotope sont en vigueur. L'arrêté de protection de biotope le plus proche est celui du « Glacis du Fort de Noisy-Le-Sec » situé à environ 7,5 km au Sud-Est de la zone du projet.

Aucun arrêté de Protection de Biotope ne couvre le territoire communal de Saint-Denis. Le site d'étude n'est donc pas concerné par un arrêté de protection de biotope.

2.7.1.2. Réserves naturelles et réserves biologiques

En France, le système de protection par réserve naturelle fonctionne selon une échelle à deux niveaux :

- Les réserves naturelles nationales, dont la valeur patrimoniale est jugée nationale ou internationale, et classées par décision du ministre de l'Environnement.
- Les réserves naturelles régionales (qui remplacent depuis 2002 les réserves naturelles volontaires), classées par décision en conseil régional, dont la valeur patrimoniale est de niveau régional.

Aucune réserve naturelle ne se trouve sur le territoire communal de Saint-Denis. Le site d'étude n'est donc pas concerné par une réserve naturelle.

La réserve naturelle régionale la plus proche est la réserve naturelle régionale des « Iles de Chelles » (FR9300023), à environ 18 km au Sud-Est du site d'étude.

La réserve naturelle nationale la plus proche est située à environ 28,5 km au Sud-Ouest de la zone d'étude. Il s'agit de la réserve « Etangs et rigoles d'Yveline » (FR3600184).

La réserve biologique la plus proche se situe à environ 15 km au Sud-Ouest du site d'étude : « Verrieres » (FR2400207).

2.7.1.3. Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats. Ce réseau mis en place en application de la Directive "Oiseaux" datant de 1979 et de la Directive "Habitats" datant de 1992 vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. La structuration de ce réseau comprend :

- Des Zones de Protection Spéciales (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive "Oiseaux" ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs ;
- Des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive "Habitats".

A environ 4 km du site d'étude, se situent des sites ZNIEFFs et Natura 2000 du Parc de la Courneuve et du Parc de l'île-Saint-Denis (site Natura 2000 Directive Oiseau - FR1112013).

Le site Natura 2000 Directive Habitats le plus proche du périmètre opérationnel est celui du « Bois de Vaires-sur-Marne » (FR1100819) localisé à 20,8 km à l'Est.

Aucun corridor écologique n'est constitué entre l'aire d'étude et les sites naturels protégés.

Au regard de la densité urbaine autour de l'emprise du projet et des distances qui le séparent aux réservoirs écologiques, le projet n'impacte pas les milieux naturels protégés de Plaine Commune

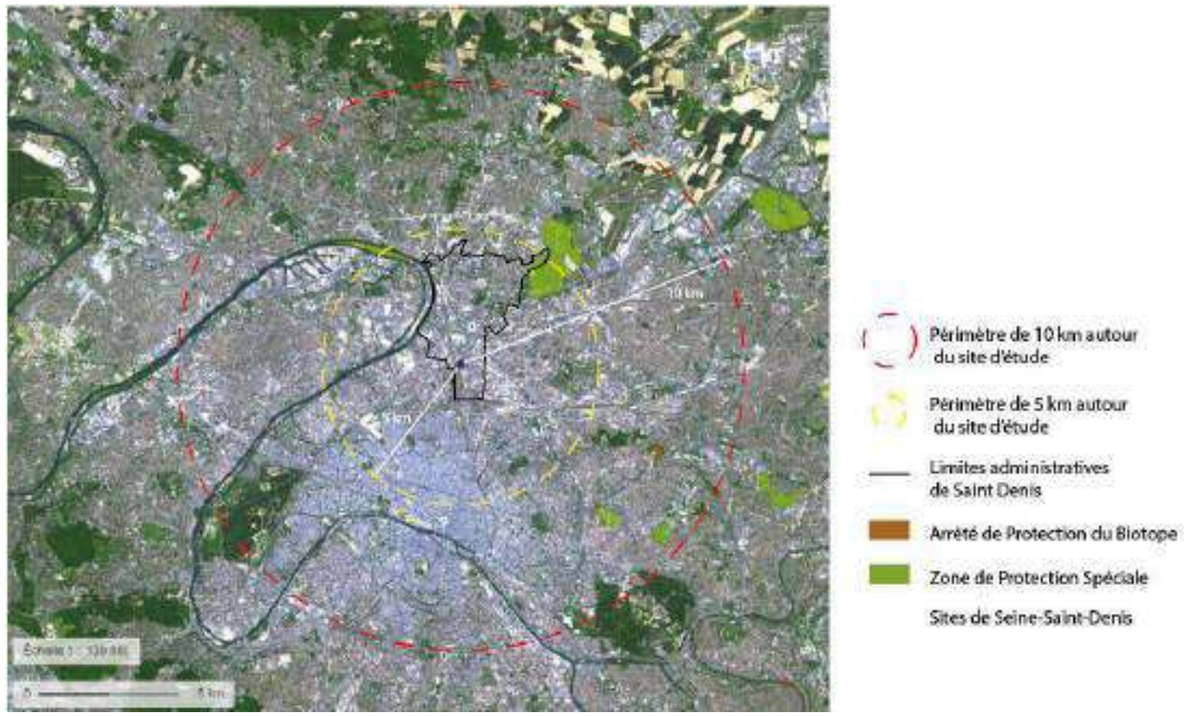


Figure 75 : Cartographie des zones Natura 2000 ZPS et ZSC à proximité de la commune de Saint-Denis, Géoportail 2019

2.7.1.4. Parcs naturels régionaux

Les Parcs Naturels Régionaux (PNR) ont pour objectif de protéger le patrimoine naturel et culturel remarquable d'espaces ruraux de qualité mais fragiles, parce que menacés soit par la dévitalisation, soit par une trop forte pression

urbaine ou touristique. Leur mission est d'assurer un développement économique et social harmonieux de leurs territoires en s'appuyant sur le respect de l'environnement.

Aucun PNR ne se trouve sur le territoire communal de Saint-Denis. Le site d'étude n'est donc pas concerné par un PNR.

Le plus proche est le parc de l'"Oise – Pays de France". Il est situé à environ 15 km du site.

La Charte du PNR a défini un périmètre d'actions, de protection et de mise en valeur des paysages. Le périmètre opérationnel n'est pas intégré à ce périmètre.

Le projet n'est donc pas directement concerné par des zonages réglementaires. Compte tenu du contexte majoritairement urbain, il est peu probable qu'il y ait des interactions entre ces milieux identifiés aux environs et le site d'étude.

2.7.2. Zonages d'inventaires du patrimoine naturel et autres zonages non réglementaires

Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel correspondent notamment aux Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), aux Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II et de type I) ou encore aux zones humides identifiées à l'échelle départementale ou régionale. Ils sont élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et n'ont donc pas de valeur d'opposabilité.

2.7.2.1. Zones Naturelles d'intérêt faunistiques et floristiques (ZNIEFF) :

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) sont issues d'une politique d'inventaires nationaux initiée en 1982 par le ministère de l'environnement et le muséum d'histoire naturelle. Ces espaces remarquables suivent la loi Bouchardeau du 12 juillet 1983. Cet inventaire permet de recenser l'ensemble des milieux naturels et espèces qui s'y trouvent. Une ZNIEFF peut être créée en cas de présence d'au moins une espèce animale ou végétale à fort intérêt patrimonial.

Deux zones protégées apparaissent en proximité du projet :

- Une ZNIEFF de catégorie II, située à 3.5 km au nord-est et à 4.2 km au nord-Ouest des premières parcelles cibles. N° 110020475 « Parc départemental de La Courneuve », couvrant 77,1 ha.
- Une ZNIEFF de catégorie I, située à 5.5 km au nord-est des premières parcelles cibles est également présente. N° 110020468 « Plans d'eau et friches du Parc départemental de La Courneuve », couvrant 13,1 ha.

Le site d'étude n'est donc pas concerné par une ZNIEFF.

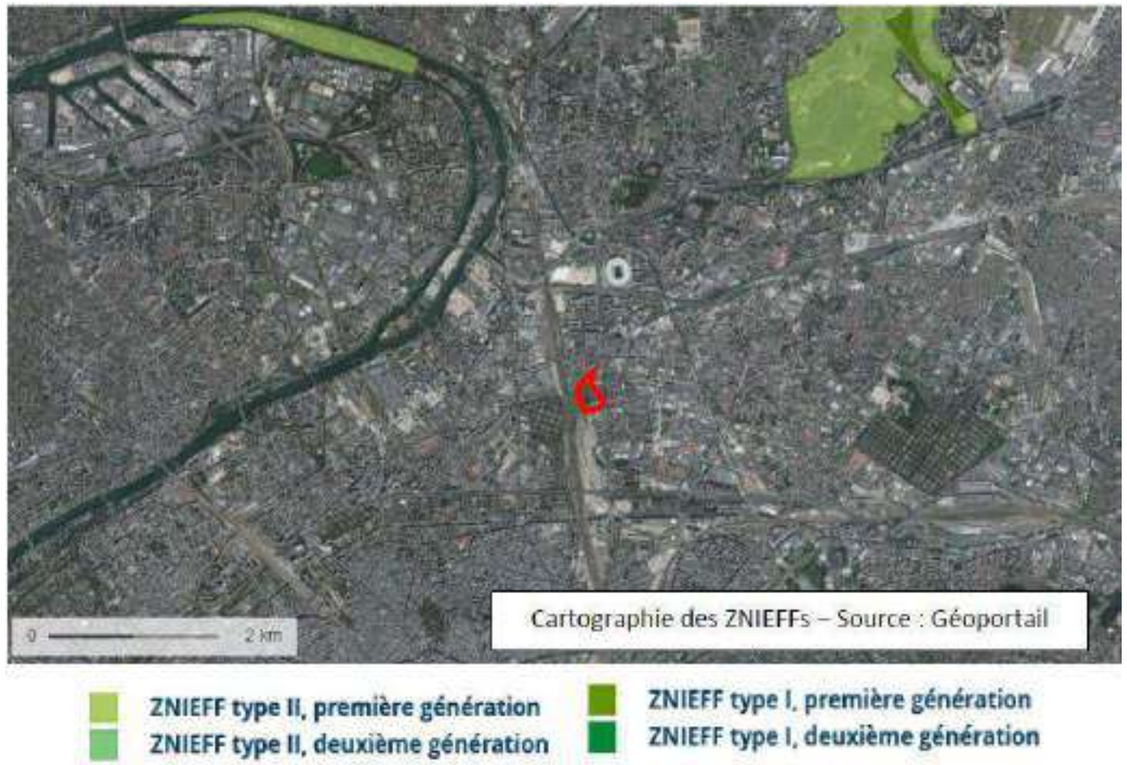


Figure 76 : Cartographie des ZNIEFFs à proximité du site – Biocor, 2023

2.7.2.2. Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Les ZICO correspondent aux zones comprenant des milieux importants pour la vie de certains oiseaux (aires de reproduction, de mue, d'hivernage, zones de relais de migration). Ces zones ne confèrent aux sites concernés aucune protection réglementaire. Il leur est cependant recommandé une attention particulière lors de l'élaboration de projets d'aménagement ou de gestion.

Aucune ZICO n'est présente sur le territoire communal, ni sur le territoire du département de la Seine-Saint-Denis. La ZICO la plus proche est la ZICO de Picardie « Massif des 3 forêts et Bois du roi » située à environ 23 km au Nord du site d'étude. Le site d'étude n'est donc pas concerné par une ZICO.

2.7.2.3. Autres zonages :

Les espaces naturels sensibles ont été institués par la loi du 31 décembre 1976 et définis comme des espaces « dont le caractère naturel est menacé et rendu vulnérable, actuellement ou potentiellement, soit en raison de la pression urbaine ou du développement des activités économiques ou de loisirs, soit en raison d'un intérêt particulier eu égard à la qualité du site ou aux caractéristiques des espèces végétales ou animales qui s'y trouvent ».

Le Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis a désigné trois espaces naturels sensibles (ENS) sur le territoire de Plaine Commune :

- Le parc Georges Valbon à La Courneuve (334 ha, dont 276 ha inclus dans Plaine Commune) ;

- La Butte Pinson (19,0 ha) ;
- Le terrain des Essences (14,4 ha).

L'espace naturel sensible le plus proche du site est le Parc Georges Valbon, situé à La Courneuve à 3 km du site.

Au regard de la densité urbaine autour de l'emprise du projet, aucun corridor écologique n'est constitué entre l'aire d'étude et les sites naturels protégés. Le projet n'impacte pas les milieux naturels protégés et remarquable de Plaine Commune.

2.7.3. Continuités et fonctionnalités écologiques

2.7.3.1. Schéma Régionale de Cohérence Ecologique et outils de la trame verte et bleue

La Trame verte et bleue contribue à l'amélioration de l'état de conservation des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'applique à l'ensemble du territoire national via les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE).

On distingue 2 types d'espaces dans la Trame Verte et Bleue :

- **Les réservoirs de biodiversité** : ce sont les milieux les plus remarquables du point de vue de la biodiversité. Ils abritent des espèces jugées prioritaires ou déterminantes ou constituent un habitat propice à leur accueil. Les conditions vitales au maintien de la biodiversité et à son fonctionnement sont réunies (une espèce peut y trouver les conditions favorables à son cycle biologique : alimentation, reproduction, repos...).
- **Les corridors écologiques** : ce sont des espaces de nature plus « ordinaires » permettant les échanges entre les réservoirs de biodiversité. Les déplacements permettent à la faune de subvenir à la fois à ses besoins journaliers (nutrition), saisonniers (reproduction) ou annuels (migration).

La Trame verte et bleue correspond alors à la représentation du réseau d'espaces naturels et à la manière dont ces espaces fonctionnent ensemble : les « continuités écologiques ». La Trame verte et bleue s'évertue ainsi à assurer les réservoirs de biodiversité, les corridors écologiques, les cours d'eau et les zones humides.

Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) de la région Ile-de-France a été adopté par arrêté du préfet de la région le 21 octobre 2013. Ce schéma qui se décline sous forme de plusieurs cartes intègre la Trame Verte et Bleue régionale. Il constitue un moyen d'atteindre les objectifs fixés par les lois Grenelle de l'environnement et l'Engagement National pour l'Environnement. Les documents d'urbanisme réglementaires à une échelle locale doivent être compatibles avec ce schéma directeur.

Le SRCE d'Ile-de-France se base sur 3 objectifs essentiels :

- Caractériser les composantes de la Trame verte et bleue (réservoirs de biodiversité, corridors, cours d'eau et canaux, obstacles au fonctionnement des continuités écologiques),
- Identifier les enjeux régionaux de préservation et de restauration des continuités écologiques, et définir les priorités régionales à travers un plan d'action stratégique,
- Proposer des outils adaptés pour la mise en œuvre de ce plan d'action pour la préservation et la restauration des continuités écologiques.

Il identifie également des enjeux de préservation et de remise en bon état des continuités écologiques, concernant notamment :

- Les milieux agricoles : limiter le recul des espaces agricoles et prairiaux, protéger les zones humides, éviter la simplification des lisières entre cultures et boisements, concilier productivité agricole et accueil de la biodiversité ;
- Les milieux forestiers : favoriser le maintien de la biodiversité, limiter le fractionnement des espaces forestiers et maintenir et restaurer les connexions forestières, maintenir la multifonctionnalité des espaces boisés ;
- Les milieux aquatiques et humides : réhabiliter les annexes hydrauliques, aménager les ouvrages hydrauliques pour décloisonner les cours d'eau, réduire l'artificialisation des berges et protéger les zones humides ;
- Les infrastructures de transport : prévoir les nouveaux aménagements nécessaires, adapter la gestion des annexes naturelles à la biodiversité, requalifier les infrastructures existantes et atténuer leur impact sur le déplacement des espèces des mares et zones humides ;
- Les milieux urbains : conforter les continuités écologiques, limiter la minéralisation des sols et généraliser les pratiques de gestion des espaces verts et naturels adaptées à la biodiversité.

A l'échelle de Plaine Commune où se situe le site d'étude, il importe de préserver et de restaurer les habitats spécifiques exceptionnels dont les zones humides, canaux et bords de Seine, qui sont des réservoirs de biodiversité majeurs.

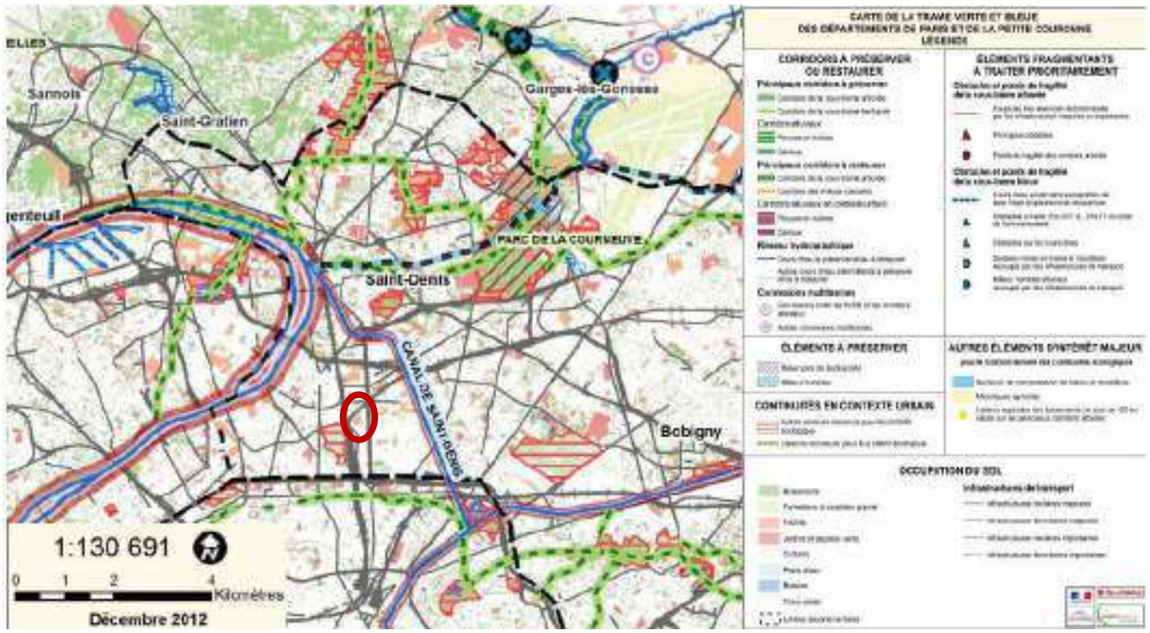


Figure 77 : Extrait de la carte du SRCE d'Ile-de-France

Le SRCE d'Ile de France identifie le site dans un tissu urbain dense.

Les principaux éléments de la trame verte et bleue à proximité du site sont les suivants :

- Principaux réservoirs : parc départemental Georges Valbon au Nord Est de la commune, autres secteurs ayant un intérêt écologique : parc des Chanteraines au Nord-Ouest, Ile-Saint-Denis à l'Ouest, Butte Pinson au Nord, le Fort d'Aubervilliers à l'Est et le parc de la légion d'honneur dans la commune de Saint-Denis, Cimetière Parisien de Saint-Ouen, la Seine et le Canal Saint-Denis (réservoir de la trame bleue).

- Principaux corridors : corridors de la sous-trame arborée, corridors sylvo-arborés pour espèces à faible déplacement ; corridors de cours d'eau (Seine, canal et autres cours d'eau principaux), cours d'eaux souterrains.

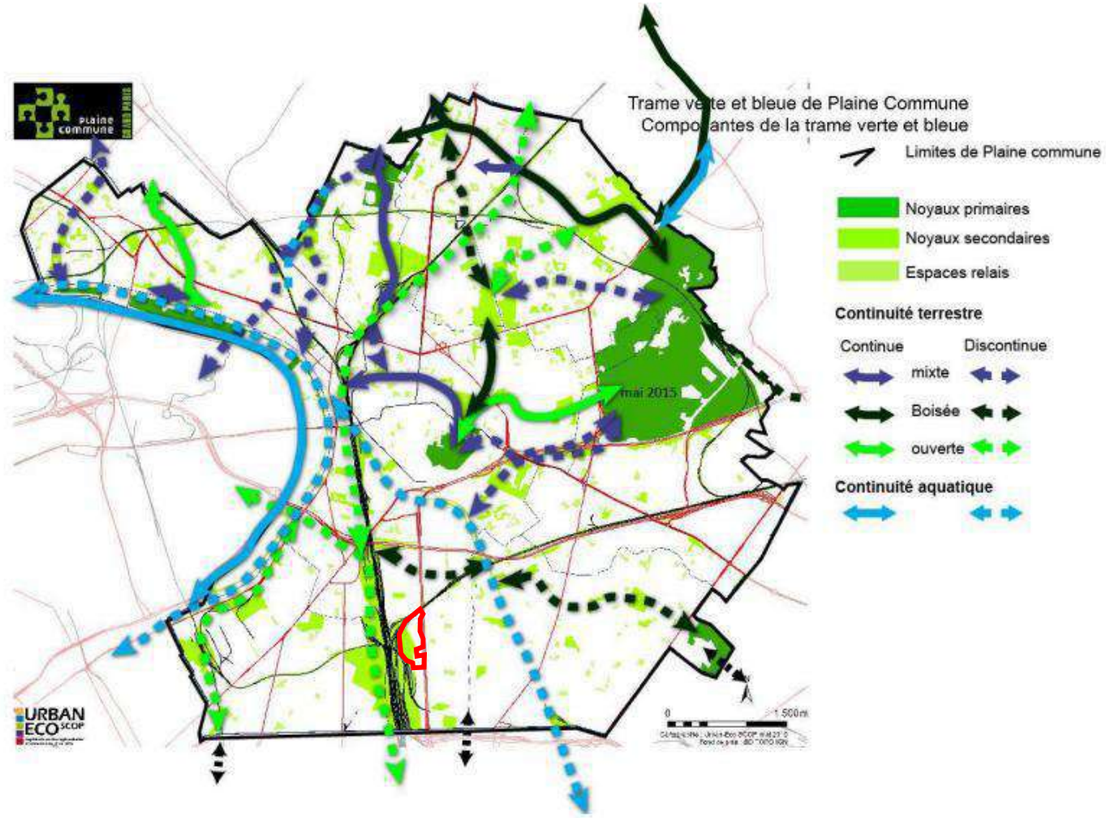
Le diagnostic territorial et écologique intégré au SRCE insiste sur l'une des principales causes de l'érosion de la biodiversité : la fragmentation des milieux naturels, des paysages et des écosystèmes, à cause du développement urbain.

Le site n'est donc pas identifié comme un réservoir de biodiversité ou un corridor écologique à l'échelle de la région et n'est pas concerné par les objectifs de préservation et de restauration inscrits au SRCE.

2.7.3.2. Trames écologiques du site à l'échelle de la commune

Le site d'étude est identifié dans le zonage du PLUi de Plaine Commune comme une zone urbaine densément bâtie, historiquement dédiée aux activités mais se tournant de plus en plus vers l'habitat. Il est localisé dans un tissu urbain dense très minéral composé d'industries et de locaux d'activités. Le site apparait comme un des derniers îlots de végétation perméable dans la Plaine, un noyau secondaire de la biodiversité à l'échelle locale. Il est peu être connecté à la trame verte et bleue locale. En raison de la densité urbaine, les espaces verts présents ne peuvent constituer de corridors écologiques.

L'établissement public territorial de Plaine Commune a par ailleurs réalisé son propre schéma de trame verte et bleue, en s'appuyant sur les trames régionales et départementales, afin de préserver la biodiversité du territoire et de structurer les aménagements.



Carte 26. Composantes et corridors de la TVB de Plaine Commune (TVB de Plaine Commune, URBAN-ECO^{SCOP}, 2015)

Figure 78 : Composantes et corridors de la TVB de Plaine Commune (TVB de Plaine Commune, URBANECOSCOP, 2015)

Les trames sont des outils visant à préserver et à restaurer un réseau de continuités écologiques pour que les espèces animales et végétales puissent circuler, s'alimenter, se reproduire, se reposer, assurant ainsi leur cycle de vie. Depuis 2007, cette démarche inscrit la préservation de la biodiversité dans les décisions d'aménagement du territoire. Les trames verte (milieux naturels et semi-naturels terrestres), bleue (réseaux aquatiques et humides : fleuves, rivières, canaux, étangs, zones humides) et noire (réseau de corridors écologiques caractérisés par une certaine obscurité et empruntés par les espèces nocturnes. Ici caractérisée à l'aide de la radiance nocturne vue par le satellite LuoJia 1-01 en 2018, exprimée en nW.cm-2.sr-1).

Les trames brune (ensemble des réservoirs et corridors pédologiques permettant aux sols d'exercer tout ou partie de leurs fonctions écologiques, dont celle d'habitat et de continuité pour le cycle de vie des espèces dont le milieu de vie est principalement la pédosphère) et blanche (outil de compréhension du paysage, qui informe sur la composition de l'écosystème et sa viabilité. Une étude sur les équilibres sonores, des sons mécaniques, humains et naturels, informe sur l'animation de l'espace physique et sur la qualité de l'ambiance sonore qui l'englobe) sont encore très peu connues des documents de planification et n'ont pu être analysées au niveau du site d'étude.

© TERAO 2026

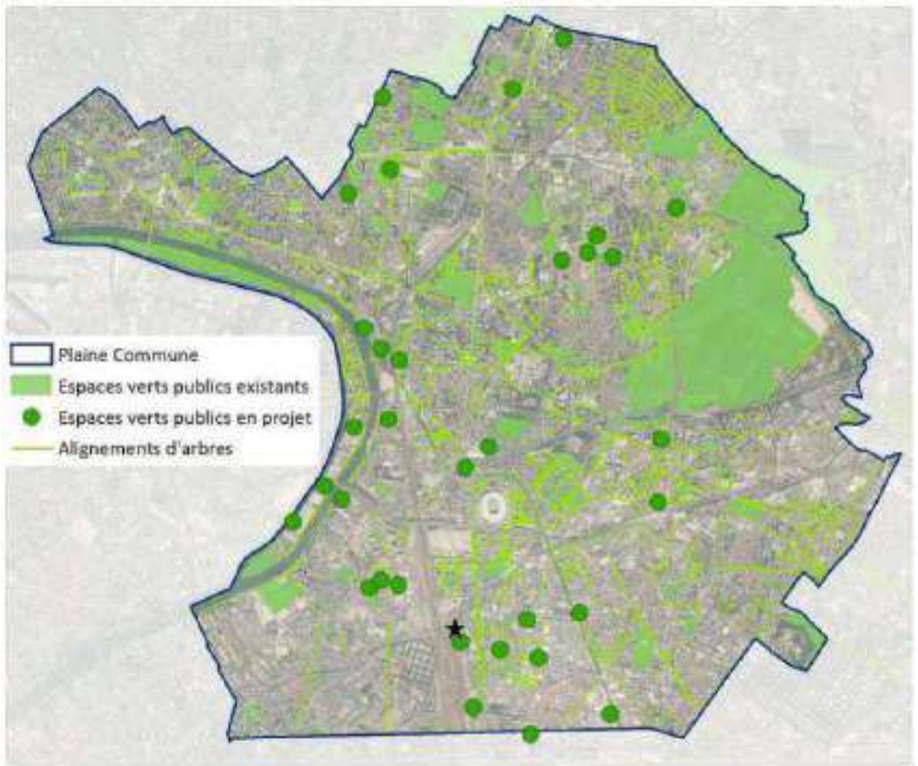


Figure 79 : Armature verte publique de Plaine Commune, SCoT, Plaine Commune, Département et Région

Les trames et continuités écologiques observées au sein et à proximité (rayon de 500 m autour de l'aire d'étude) indiquent :

- La répartition géospatiale des espaces verts et de la strate arborée au sein et à proximité de l'aire d'études apparaît être un maillage moyennement dense participant à quelques connexions de différents espaces. Ce maillage est extrêmement fragmenté (matrice parfois peu favorable aux déplacements : hauteur des bâtiments, obstacle routier, voie ferrées…) et ne peut constituer des corridors écologiques permettant à certains taxons, espèces ou populations inféodés à ce genre d'espace linéaire, de se déplacer de proche en proche (par des « sauts de puces ») d'un habitat favorable vers un autre. Considérant le territoire urbain dense par lequel s'exprime Plaine commune, la trame verte et bleue locale est principalement favorable aux espèces à forte capacité de déplacement et/ou anthropophiles. Le site d'étude est considéré comme permettant aux espèces d'accomplir une partie de leurs besoins vitaux
- L'Hydrographie représente le passage de la Seine et du Canal Saint-Denis à plus d'un kilomètre de l'aire d'étude. Aucune continuité ne relie ce réseau aquatique au site d'étude.
- La radiance nocturne représentative de l'année 2018 permet de visualiser les zones à fort éclairage au sein et à proximité de l'aire d'étude. L'ancienneté de ces cartes implique des différences avec la situation actuelle, mais elles restent un excellent outil de pré-diagnostic de la trame noire. L'heure de passage locale du satellite se situe entre 22h30 et minuit. Les zones foncées mettent en avant l'éclairage important notamment au niveau des routes et voies ferrées de nuit. La pollution lumineuse est moins intense dans la zone en friche du site car aucun luminaire n'y est présent. Aucune continuité n'est visible, les espèces nocturnes potentiellement présentes sont impactées par de la pollution lumineuse dans cette zone.

Par ailleurs, le bureau d'étude d'écologues BIOCOR a réalisé un diagnostic écologique annuel en 2023-2024 sur le site des Cathédrales du Rail. L'équipe d'écologues missionnée par les Maitres d'ouvrage a effectué une analyse des habitats écologiques à proximité du site. Ces espaces limitrophes peuvent être nécessaires à l'accomplissement du cycle des espèces à faible mobilité (reptiles, ou pour comprendre le lien fonctionnel avec les habitats ou les populations d'une même espèce. La seule zone susceptible d'accueillir des habitats écologiques relevée est localisée sur quelques zones végétalisées bordant les voies ferrées situées à l'Ouest du site. Cependant, la zone est en travaux pour la construction du viaduc et des voies du Charles de Gaulle Express. En conséquence, les espaces végétalisés ont été défrichés par la SNCF à l'Ouest du site, y compris sur une partie du site d'étude et ont été imperméabilisé par compactage pour réaliser des plateformes de travail et par la création ponctuelle de dalles béton. L'activité humaine prolongée et intense sur place a donc probablement impacté la faune, la flore et détruit des habitats. Il n'y a donc plus lieu d'étudier cette zone anthropisée dans l'état. De plus, selon le diagnostic faune-flore, aucune forêt ni haie n'a été repérée à proximité du site d'études. Très localement, des espaces verts publics et des alignements d'arbres forment des zones végétalisées fragmentées par le tissu urbain dense, et ne constituent donc pas réellement des continuités écologiques. Quelques continuités écologiques terrestres ouvertes subsistent, comme le long de la voie ferrée à proximité du site et le long du canal Saint-Denis à plus d'un kilomètre du site.

Le site est déconnecté des principaux réservoirs de biodiversité alentours. Comme l'a montré le diagnostic faune-flore annuel, le site n'est pas directement connecté à la trame verte et bleue communale. Le site est donc peu favorable aux espèces mobiles du fait de la densité du tissu urbain dans lequel il s'inscrit. Il existe néanmoins un potentiel pour les espèces à grande capacité de dispersion.

Néanmoins, à l'échelle du quartier, il peut présenter un rôle modéré en termes de refuge et de corridor de déplacement pour les espèces à forte capacité de déplacement.

Ainsi, de par sa surface foncière disponible et des habitats du site, ce dernier participe à la trame verte à l'échelle du quartier. Le site peut être utilisé par la faune et la flore comme zone de déplacement, de transit mais aussi de nidification et d'alimentation.

2.7.4. Relevés faunistiques et floristiques

Les Maitres d'ouvrage ont missionné la société BIOCOR, bureau d'étude d'écologue pour réaliser un suivi écologique du site. Ce diagnostic a eu pour zone d'investigation l'entièreté du site.

Missions / Mois	Inventaires des habitats naturels et flore	Inventaire des chiroptères	Inventaire des reptiles	Inventaire des amphibiens	Inventaire de l'avifaune	Inventaire des mammifères	Inventaire des insectes
Janvier							
Février							
Mars							
Avril	■		■	■	■	■	■
Mai		■	■	■	■	■	
Juin			■				
Juillet	■	■	■		■		■
Août							
Septembre	■	■			■		■
Octobre		■					■
Novembre							
Décembre							

Figure 80 : Calendrier de visite pour le suivi écologique du site des Cathédrales du Rail à Saint-Denis, BIOCOR, novembre 2023

Suivi	Méthode	Période	Dates
Habitats naturels et flore	Echantillonnage par quadrats et par transects + relevés phytosociologiques par habitats naturels	2 passages en avril et en juillet	18/04/2023 26/07/2023 05/09/2023
Chiroptères	Ecoutes hétérodynes et statique (48h)	1 passage en mai 1 passage en juillet + Ecoute statique	Hétérodyne + statique le 24/05/2023 26/07/2023 20/09/2023 17/10/2023
Reptiles	Echantillonnage à vue et avec plaques	Pose de plaques + 6 relevés au printemps	18/04/2023 09/05/2023 24/05/2023 30/05/2023 13/06/2023 27/06/2023 11/07/2023
Amphibiens	Prospection visuelle, capture et écoute des chants	1 passage diurne et 1 passage crépusculaire en avril	18/04/2023 09/05/2023
Avifaune	Echantillonnage par point d'écoute et par observation	1 passage en avril 1 passage en septembre	18/04/2023 + passages complémentaires le 09/05/2023, le 24/05/2023, le 30/05/2023 et le 11/07/2023 20/09/2023
Mammifères	Inventaires à vue et identification des traces + pièges photographiques Prospections diurnes, crépusculaires et nocturnes afin de localiser les zones les plus favorables aux mammifères (gîtes, corridors, terrains de chasse...).	1 passage diurne avril 1 passage nocturne début juin Pose de pièges photographiques + relevés	Passage + pose des pièges photo le 27/04/2023 1e relevé le 09/05/2023 2e relevé le 24/05/2023 3e relevé le 30/05/2023
Insectes	Echantillonnage à vue et par capture	1 passage au printemps (mai) 1 passage en été (juillet-août)	17/04/2023 25/07/2023 04/09/2023
Macrofaune du sol	Prélèvement de terre en surface et évaluation des espèces	Passage conjoint avec les sondages pédologiques réalisés pour l'étude de la pollution des sols	12/06/2024 en lien avec les sondages pédologiques réalisés dans le cadre de la caractérisation de zone humide

Figure 81 : Visites effectuées dans le cadre de l'étude faune-flore, BIOCOR, novembre 2023

Le site a fait l'objet de deux visites complémentaires de suivi écologique, le 18/06/2024 et le 10/09/2024. Ces suivis de l'avifaune et de l'entomofaune ont été réalisés avec une attention particulière pour les espèces pouvant présenter des enjeux patrimoniaux de conservation ou règlementaire.

L'étude expose les résultats des différents inventaires menés sur le site depuis 2023, les enjeux du site en termes de biodiversité, les incidences du projet sur la biodiversité. En conséquence de cette étude, le BET d'écologues émet des mesures ERC-A (Eviter-Réduire-Compenser-Accompagnement). La zone d'étude a été légèrement réduite par rapport au périmètre complet du projet des Cathédrales du Rail car la partie Nord-Ouest du site a déjà été défrichée et aménagée par la SNCF dans le cadre du projet de construction de la voie du Charles-de-Gaulle-Express, en cours durant la période de l'étude faune-flore. Il n'y avait donc plus d'habitats et espaces naturels dans cette partie lors des inventaires, elle était déjà débroussaillée. Les études et inventaires effectués se sont donc portés sur les 3,7 ha restants, définis comme suit.

Figure 82 : Périmètre de l'étude faune-flore, Biocor 2024

Figure 83 : Photographie de la zone de travaux annexes adjacente à l'aire d'étude, Biocor 2024

2.7.4.1. Habitats naturels

Un habitat naturel est une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle. Tout en tenant compte de l'ensemble des facteurs environnementaux, la détermination des habitats naturels s'appuie essentiellement sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu (Bensettiti et al., 2001). Le site est actuellement clôturé et fermé au public. Des dalles, remblais, pierriers et surfaces artificialisées sont toujours présents sur une grande partie des espaces extérieurs, colonisés par une végétation reprenant ses droits de manière spontanée et constitués majoritairement d'essences invasives arbustives sous forme de bosquets et de zones arborées denses, complétée par une zone de friche roncière dans la partie nord du site. Le site comprend également 4 arbres isolés et quelques peupliers. Les deux bâtiments des Cathédrales du Rail, également closes, sont toujours présents sur le site. Des habitats potentiels pour les reptiles, l'avifaune, la petite faune et les chiroptères sont donc identifiés sur le site.

Tableau 3 : Habitats recensés sur la zone d'étude, leur classement et leur surface, Biocor 2024

Habitats		Descriptif	Code Corine Biotope	Code EUNIS	Surface (ha)	Surface (% du site)
	Friche	Zone de friche dominée par les ronciers	87.1	I1.5	1.07	17.8 %
	Zone arbustive / bosquet	Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes telles que le Buddléia de David, formant des bosquets sur l'ensemble du site	84.3	G2.9	0.75	12.5 %
	Arbre isolé	Arbres isolés (habitats potentiels pour l'avifaune, la petite faune et les chiroptères si présence de cavités)	84	G5	4 arbres	4 arbres
	Zone arborée	Zone arborée composée de quelques peupliers mais domné par l'Ailante glanduleux	84.5	G5	0.59	10 %
	Pierrier	Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets formant des habitats pour les reptiles notamment	61	J	0.04	0.6 %
	Bâtiments et abords	Surfaces imperméabilisées anthropiques pouvant être constituées ponctuellement de végétations de milieux piétinés	86.3	J1	2.84	47 %

Six types d'habitats ont été identifiés. La majeure partie du site est donc composée d'espaces imperméables d'origine anthropique, peu qualitatifs pour la faune et la flore. Des pierriers et quelques arbres pouvant former des habitats à conserver sont recensés, le reste du site étant occupé par les ronces de la friche et les arbustes d'essences invasives.

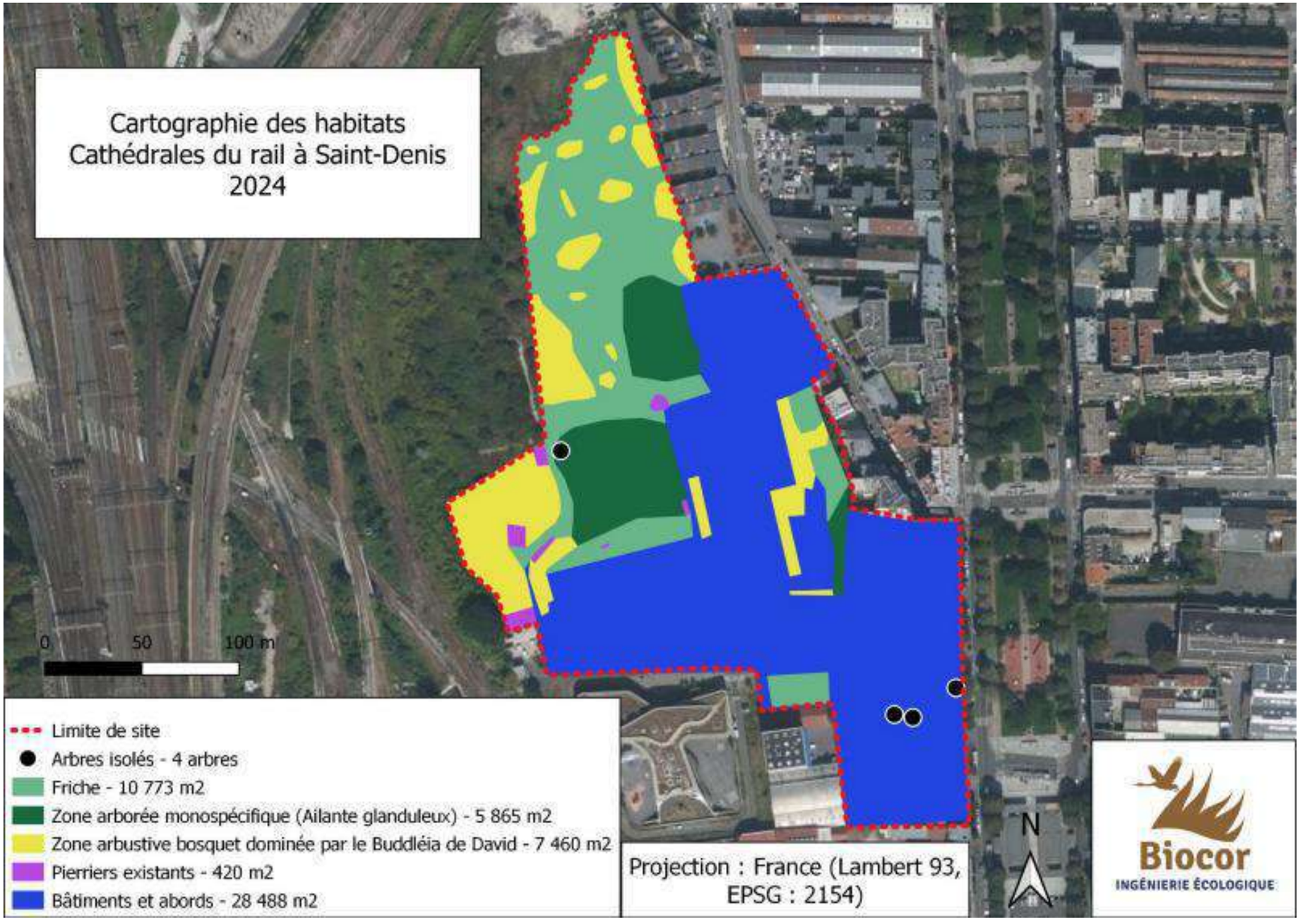


Figure 84 : Carte des habitats du site, Biocor, 2024

2.7.4.2. Flore

Au total, 134 espèces végétales ont été recensées sur la zone d'étude. Parmi ces espèces, 101 sont inscrites sur la Liste Rouge Régionale (LRR) en protection mineure, mais 1 espèce très rare est classée comme vulnérable dans la LRR et protégée à l'échelle régionale, la Drave des murailles. Deux espèces repérées sur site ont également été classées comme respectivement vulnérables et en danger critique d'extinction dans la Liste Rouge Régionale, le Gaillet de Paris (déterminant ZNEFF) et la Crépide fétide. Elles sont considérées comme rare et extrêmement rare. De plus, deux espèces rares sont inventoriées, bien que classées en protection mineure : la Molène pulvérulente et la Chondrille à tige de jonc, Chondrille effilée.

Six espèces végétales exotiques envahissantes ont également été repérées.

Tableau 4 : Synthèse des enjeux liés à la flore, Biocor 2024

Légende :

	Espèce à fort enjeu, protégée
	Espèces à enjeu moyen, rares
	Espèces végétales exotiques envahissantes

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Régionale	Protection régionale	Indice de rareté	EEE
Draba muralis L., 1753	Drave des murailles	VU	PR	RR	
Galium parisiense L., 1753	Gaillet de Paris	VU		R	
Crepis foetida L., 1753	Crépide fétide	CR		RRR	
Verbascum pulverulentum Vill., 1779	Molène pulvérulente	LC		R	
Chondrilla juncea L., 1753	Chondrille à tige de jonc, Chondrille effilée	LC		R	
Buddleja davidii Franch., 1887	Buddleja du père David, Arbre à papillon, Arbre aux papillons			C	X
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, 1916	Faux vernis du Japon, Ailante glanduleux, Ailante, Ailanthe			AC	X
Erigeron canadensis L., 1753	Conyze du Canada			CCC	X
Prunus cerasus L., 1753	Cerisier acide, Griottier			-	X
Senecio inaequidens DC., 1838	Séneçon sud-africain			AC	X
Berberis aquifolium Pursh, 1814	Faux Houx			AC	X

❖ Flore patrimoniale

La Drave des murailles (*Draba Muralis*) est une espèce très rare, inscrite dans l'article 1 de l'arrêté du 11 mars 1991 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Ile-de-France. Elle pousse généralement sur les rochers et les rocailles, plutôt sur calcaire ou sur les talus, en altitude basse et fleurit entre avril et juin.

Figure 85 : Drave des murailles, Biocor 2024

Quatres espèces végétales supplémentaires ont été relevées du fait de leur rareté spécifique :

- Le Gaillet de Paris (*Galium parisiense*), vulnérable et rare en Ile-de-France et déterminant ZNIEFF
- La Crépide Fétide (*Crepis foetida*), en danger critique d'extinction en Ile-de-France, extrêmement rare
- La Molène pulvérulente (*Verbascum pulverulentum Vill*), en préoccupation mineure en Ile-de-France mais rare
- La Chondrille à tige de jonc, Chondrille effilée (*Chondrilla juncea*), en préoccupation mineure en Ile-de-France mais rare.

Gaillet de Paris
Galium parisiense
©M.Saussey

Crépide fétide
Crepis foetida
©M.Saussey

Molène pulvérulente
Verbascum pulverulentum
©M.Saussey

Figure 86 : Espèces à enjeu repérées sur le site, Diagnostic faune-flore Biocor, 2024

L'apparition de ces essences s'est faite de manière spontanée sur le site, et s'inscrit dans sa flore remarquable.

Des espèces de flore remarquable ont été repérées sur le site et devront être prises en compte dans la gestion du projet des Cathédrales du Rail.

Figure 87 : Localisation de la flore remarquable sur le site, Diagnostic faune-flore Biocor, 2024

❖ ESPECES VEGETALES INVASIVES

Une espèce invasive est une espèce introduite dans un milieu qui n'est pas son milieu d'origine, et dont le développement est nuisible aux espèces et à la biodiversité locale. Ces invasions biologiques sont désormais considérées au niveau international comme la deuxième cause d'appauvrissement de la biodiversité, juste après la destruction des habitats.

La zone d'étude est à l'état de friche boisée depuis l'abandon des activités du site et la végétation a été livrée à elle-même durant des années. Le site n'était pas accessible à des usagers et était peu visité à part par le gardien. La gestion du site peu intense voire inexistante a donc permis l'installation et le développement d'espèces invasives.

Six espèces végétales observées sur la zone d'étude présentent un caractère invasif avéré ou potentiel :

- La Buddleja du père David, aussi appelée Arbre à papillon, Arbre aux papillons (*Buddleja davidii*) ;
- Le Faux vernis du Japon, Ailante glanduleux, Ailante, Ailanthe (*Ailanthus altissima*) ;
- Le Conyze du Canada (*Erigeron canadensis L.*) ;
- Le cerisier acide ou Griottier (*Prunus cerasus L.*) ;
- Le Séneçon sud-africain (*Senecio inaequidens DC*) ;
- Le Faux Houx (*Berberis aquifolium*).

Deux de ces espèces dominent le site : le Buddléia de David et l'Ailante glanduleux, retrouvés sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Figure 88 : Espèces végétales invasives présentes sur le site, Biocor 2024

Au regard de la présence de 6 espèces végétales invasives présentes sur le site, dont deux sur l'ensemble du site, l'enjeu de maitrise voire d'éradication de ces espèces est un enjeu fort pour le site.

2.7.4.3. Etude phytosanitaire des plantations existantes

BIOCOR a réalisé une étude phytosanitaire des arbres existants.

Les investigations de terrain réalisées dans ce cadre confirment la caractéristique initiale du site, à savoir la présence d'une emprise post-industrielle fortement anthropisée. La végétation observée ne relève pas d'un état boisé au sens du code forestier, mais d'une recolonisation spontanée à dominante arbustive, quasi exclusivement composée d'espèces exotiques envahissantes.

Les formations végétales présentes sont largement dominées par le *Buddleja davidii* et *l'Ailanthus altissima*, espèces typiques des milieux perturbés et des friches urbaines. Ces individus traduisent une dynamique de colonisation très rapide, caractéristique des espèces invasives et malgré leur croissance spectaculaire en peu de temps, ne peuvent être considérés comme des arbres structurants ou d'avenir.

S'agissant des quelques sujets isolés d'*Ailanthus altissima* présentant un développement plus avancé, ceux-ci présentent des enjeux en matière de sécurité publique et de protection des biens. Ces individus se développaient au contact immédiat des fondations des structures bâties, générant des désordres mécaniques (affouillements, contraintes racinaires, risques de chutes de branches…).

Leur maintien n'était pas compatible avec la stabilité des ouvrages ni avec les impératifs de sécurité.

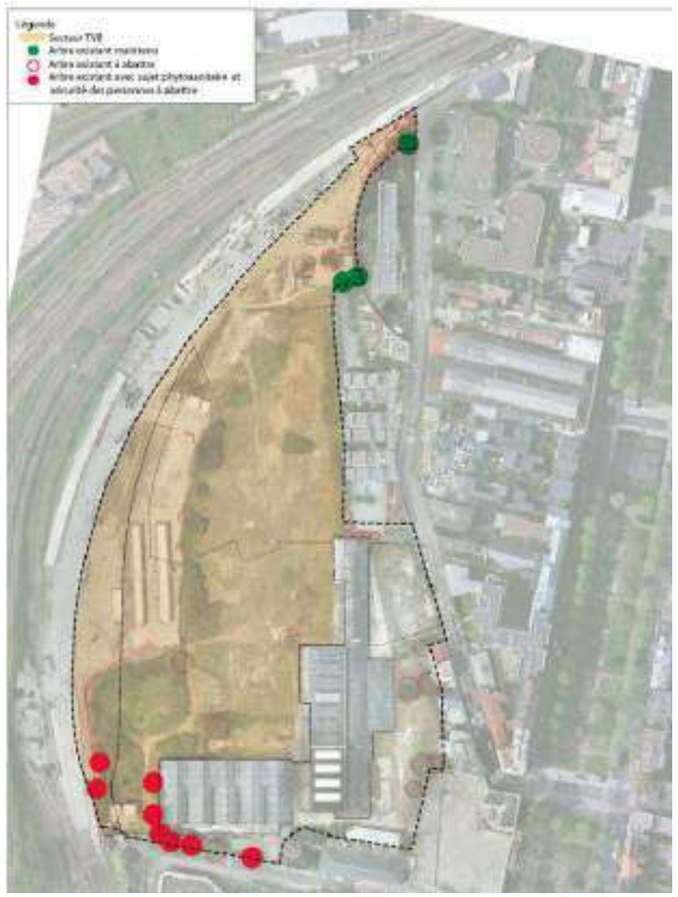


Figure 89 : Plan de repérage des arbres à l'état existant - BIOCOR, COLOCO - Permis d'aménager

2.7.4.4. Faune

❖ Avifaune

Afin de caractériser les cortèges avifaunistiques et de déterminer et hiérarchiser les habitats, la méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) selon Blondel et coll. (1970) a été utilisée. Chaque IPA est géoréférencé sous SIG et localisé sur orthophotoplans afin d'être reproductibles. En plus des résultats obtenus, la date, l'heure, le lieu, les conditions météorologiques et l'auteur de chaque IPA sont renseignés.

L'étude a permis de mettre en avant la présence de 3 espèces à enjeu fort (nicheuses sur site) en raison de leur statut de protection et de conservation :

- Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*)
- L'Hypolaïs polyglotte (*Hippolais polyglotta*)
- L'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*).

Le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), une espèce protégée, a également été observé sur site en juillet 2023. Un seul individu était visible et probablement en transit sur le site.

Un individu de Huppe fasciée a également été observé en avril 2023, et sa présence n'a pu être confirmée par la suite. L'individu effectuait probablement une halte migratoire, selon le rapport des écologues.

3 autres espèces protégées, nicheuses avérées et ayant un statut de conservation en préoccupation mineure en Ile-de-France ont été repérées, constituant un enjeu modéré :

- Le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*)
- La Fauvette grisette (*Sylvia communis*)
- La Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*)

D'autres espèces protégées ayant un statut de conservation similaire et probablement nicheuses :

- Le Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*)
- Le Rougequeue à front blanc
- La Mésange charbonnière (*Parus major*)
- Le Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*)
- La Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*)
- La Mésange nonette (*Poecile palustris*)
- Le Rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*)
- Troglodyte mignon
- Grive musicienne
- Merle noir
- Pie bavarde
- Chouette hulotte

Par ailleurs, 1 espèce, de passage à priori, postnuptial et observée qu'en 2024 sur site, dont l'enjeu de conservation est très fort, en raison de son statut « En danger » (EN) sur la Liste rouge régionale : Le Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca).* Le Gobemouche noir est un petit passereau forestier très actif, agitant souvent les ailes et la queue d'une façon saccadée. Il chasse les insectes en vol à la manière du Gobemouche gris, sans toutefois retourner systématiquement au même perchoir, et avec une tendance plus marquée à se poser sur le sol. Il niche dans des cavités d'arbres.

1 espèce, de passage en vol au-dessus du site, en « Préoccupation mineure » (LC) sur la Liste rouge régionale : La buse variable (*Buteo buteo*). La Buse variable fréquente les milieux boisés de tous types pour nicher. Elle chasse

principalement de petits mammifères mais consomme également des oiseaux, des reptiles, des amphibiens qu'elle guette généralement à l'affut dans des milieux ouverts et semi-ouverts.

Enfin, une espèce exotique envahissante a été repérée, la Perruche à collier (*Psittacula krameri*).

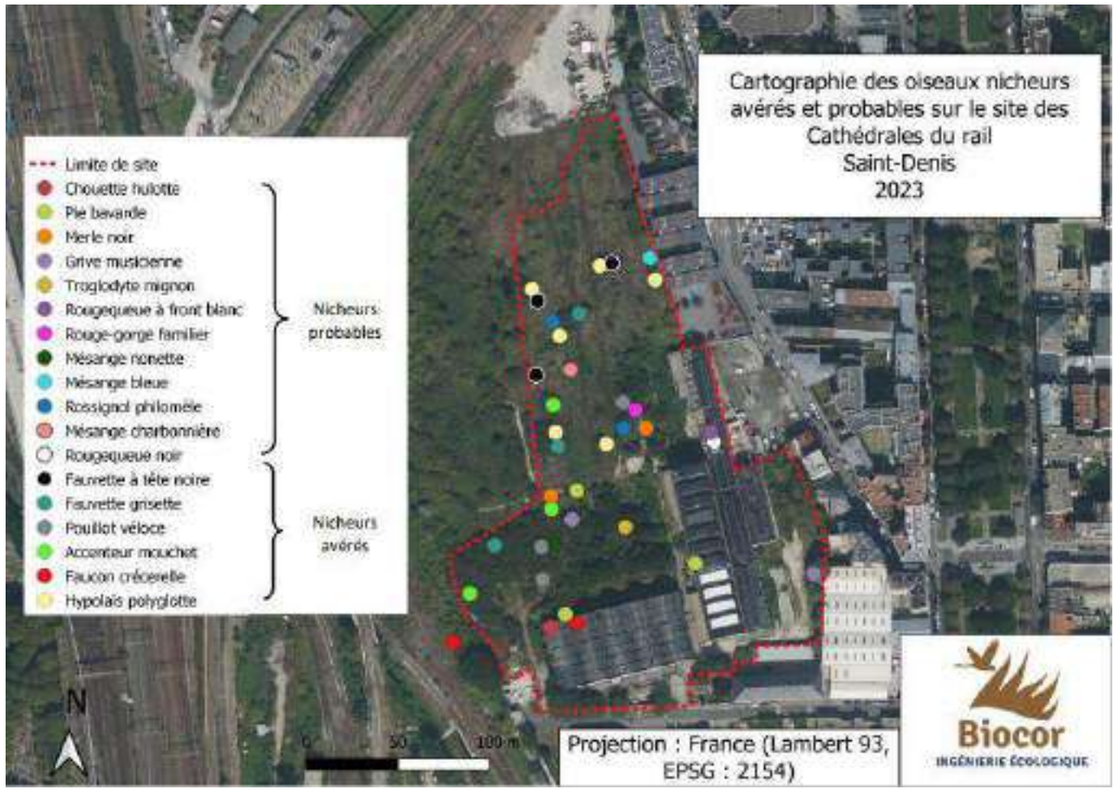


Figure 90 : Cartographie des oiseaux nicheurs sur le site, Biocor 2024

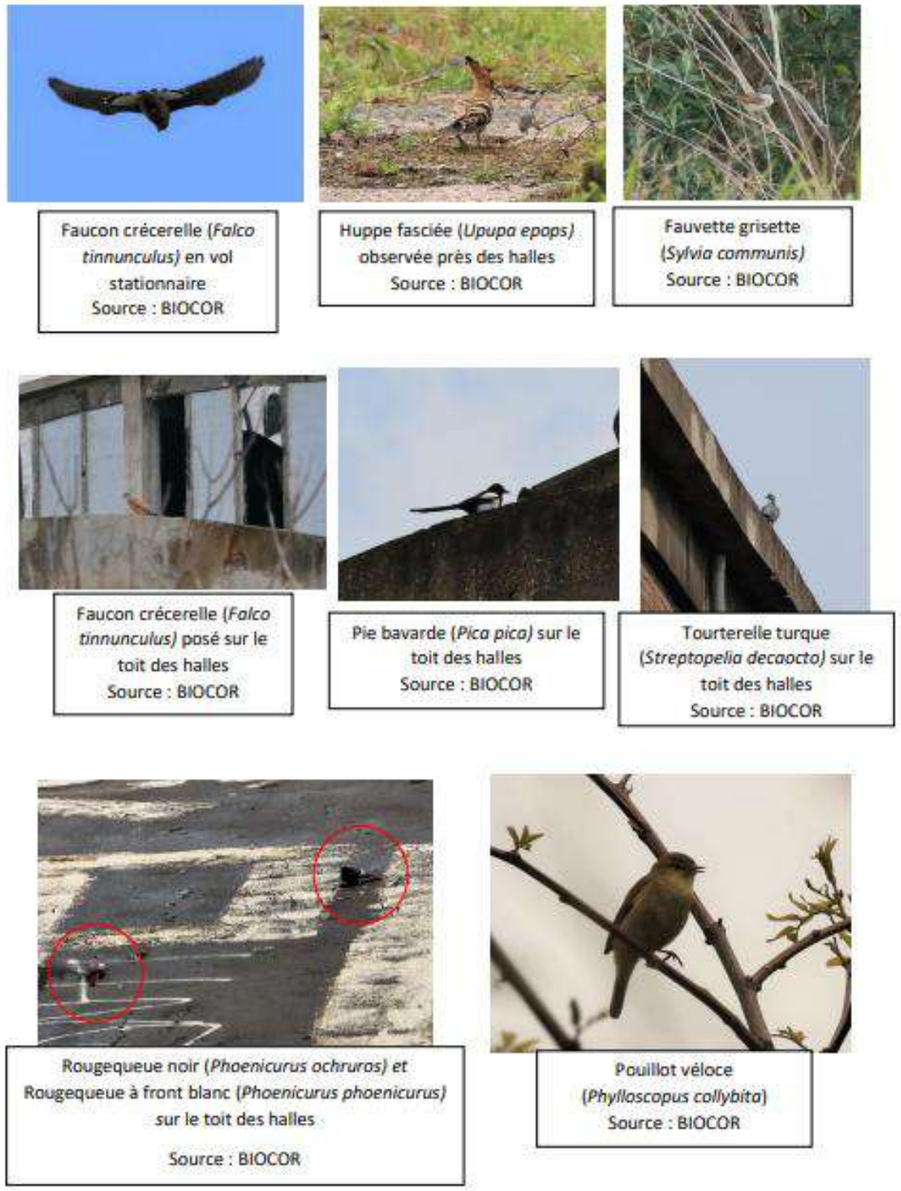


Figure 91 : Photographies de quelques oiseaux repérés sur le site, Biocor 2024

Parmi les espèces d'oiseaux repérées sur le site, 3 espèces à enjeu fort ont été identifiées du fait de leur statut de protection et conservation, ainsi que 2 espèces protégées de passage, 3 espèces protégées en préoccupation mineure nicheuses et 12 autres probablement nicheuses, et une espèce exotique envahissante.

L'enjeu avifaunistique est donc fort sur le site

❖ INSECTES OBSERVES

Les inventaires sur le site ont notamment visé les Odonates à travers la recherche de dépressions en eau et de lisières ensoleillées, les Lépidoptères Rhopalocères à travers les zones de friche, et les Orthoptères dans les lisières herbacées hautes, les friches, ronces, milieux arbustifs et dépressions humides. Les inventaires ont pu être réalisés à vue avec des jumelles, à l'appareil photographique ou encore au filet de capture. L'ensemble du site a été prospecté.

Tableau 5 : Odonates observés sur le site, Biocor 2024

Odonates du site "Cathédrales du rail" à Saint-Denis (93) -(2023) - D'après HOUARD X. & MERLET F. (coord.), 2014. Liste rouge régionale des libellules d'Île-de-France. Natureparif – Office pour les insectes et leur environnement – Société française d'Odonatologie. Paris. 80 p.

	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Indice de rareté régionale (1952-2012)	Catégories et critères de menace retenues pour l'Ile-deFrance après délibération collégiale		Espèces
Anisoptères	*Orthetrum cancellatum*	Orthétrum réticulé	C	LC		*O.cancellatum*
	Sympetrum sanguineum	Sympétrum sanguin	C	LC		*S.sanguineum*

Tableau 6 : Lépidoptères Rhopalocères observés sur le site, Biocor 2024

Lépidoptères Rhopalocères du site "Cathédrales du rail" à Saint-Denis (93) - (2023) - D'après Dewulf L. & Houard X. (coord.), 2016. Liste rouge régionale des Rhopalocères et des Zygènes d'Île-de-France. Natureparif – Office pour les insectes et leur environnement – Association des Lépidoptéristes de France. Paris. 88 p.

Famille	Noms latins validés INPN	Noms communs ou vernaculaires	Indice de rareté régionale (1994-2014)	Catégorie de menace et critères retenus par le comité d'experts	
Lycaenidae	*Aricia agestis*	L'Argus brun, le Collier-de-Corail	AC	LC	
	Cacyreus marshalli	Le Brun des Pélargoniums	C	LC	
	Polyommatus icarus	L'Argus bleu, l'Azuré de la Bugrane, l'Azuré commun	C	LC	
Nymphalidae	*Polygonia c-album*	Le Robert-le-Diable, le Gamma	CC	LC	
	Vanessa atalanta	Le Vulcain	CC	LC	
	Lasiommata megera	La Mégère, le Satyre	AC	LC	
	Pararge aegeria	Le Tircis	CC	LC	
Pieridae	*Colias crocea*	Le Souci	AC	LC	
	Pieris napi	La Piéride du Navet	C	LC	
	Pieris rapae	La Piéride de la Rave	C	LC	

Tableau 7 : Orthoptères observés sur le site, Biocor 2024

Nom Scientifique (Nom validé TAXREF v11.0)	Nom Vernaculaire (Sardet et al.2016)	Classe rareté géographique Calculée sur la base des mailles (5X5km)	Catégorie retenue par le comité d'experts	Tendance régionale de 1997 à 2017	Espèces déterminantes ZNIEFF 2018	Protection régionale IDF
Conocephalus fuscus (Fabricius, 1793)	le Conocéphale bigarré	C	LC	=		
Platycleis albopunctata (Goeze,1778)	la Decticelle grisâtre	AC	LC	?		
Roeseliana roeseli (Hagenbach, 1882)	la Decticelle bariolée	C	LC	↗		
Tessellana tessellata (Charpentier, 1825)	la Decticelle carroyée	PC	LC	↗		
Tettigonia viridissima (Linnaeus,1758)	la Grande Sauterelle verte	CC	LC	=		
Gomphocerippus biguttulus (Linnaeus, 1758)	le Criquet mélodieux	C	LC	=		
Gomphocerippus brunneus (Thunberg, 1815)	le Criquet duettiste	AC	LC	=		
Chorthippus dorsatus (Zetterstedt,1821)	le Criquet vert-échine	AC	LC	↗		
Euchorthippus declivus (Brisout de Barneville, 1848)	le Criquet des mouillères	AC	LC	=		
Oedipoda coerulescens (Linnaeus, 1758)	l'Oedipode turquoise	AC	LC	=		X
Pseudochorthippus parallelus (Zetterstedt, 1821)	le Criquet des pâtures	C	LC	=		
Mantis religiosa (Linnaeus, 1758)	la Mante religieuse	AC	LC	↗		X

PC	Peu commun
AC	Assez commun
C	Commun
CC	Très commun
LC	Préoccupation mineure

L'inventaire relevé met en avant la présence d'un cortège de papillons communs aux parcs et jardins, la présence de 2 ordonates, le Sympétrum sanguin (*Sympetrum sanguineum*) et l'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum*), deux espèces de libellules que l'on retrouve parfois loin des points d'eau en raison de leur territoire de chasse étendu, et des orthoptères, dont 2 protégés en Ile-de-France :

- L'Oedipode turquoise (*Oedipoda coerulescens*), une sorte de criquet
- La Mante religieuse (*Mantis religiosa*), un insecte carnivore.

Ces deux dernières espèces sur Liste Rouge Régionale bien qu'assez communes constituent donc un enjeu lié à l'entomofaune sur le site.

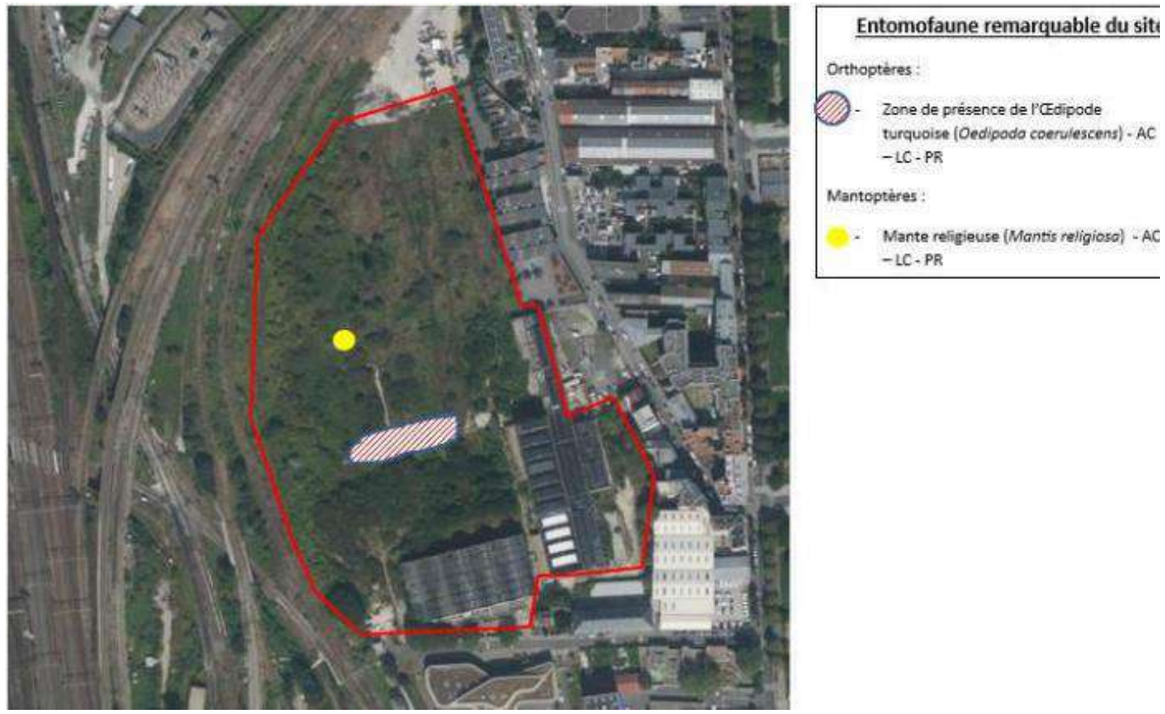


Figure 92 : Localisation de l'entomofaune remarquable sur le site, Biocor 2024

Les deux orthoptères repérés (Mante religieuse et Oedipode turquoise) sont l'objet d'une protection régionale et constituent donc un enjeu fort sur le site. D'autres espèces comme des papillons et odonates ont également été observées, mais ne font pas l'objet d'une protection ou rareté particulière.

❖ MACROFAUNE DU SOL

L'étude de la macrofaune du sol s'est faite par prélèvement de sol en surface et analyse visuelle, couplée aux sondages pédologiques des sols.

Figure 93 : Observations de la macrofaune des sols sur le site, Biocor 2024

Différentes espèces ont pu être observées comme des arachnides, des crustacés, des mollusques, des myriapodes et des vers de terre. Cependant en raison de son passé industriel et de la pollution et artificialisation des sols, le site témoigne d'une faible abondance d'organismes, bien que des points à la composition taxonomique plus fonctionnelle existant sur le site, selon le milieu investigué.

Le site est assez pauvre en macrofaune du sol du fait de son passé industriel, de son artificialisation et de sa pollution, et les enjeux à leur égard sont donc assez faibles.

❖ Amphibiens

Aucun amphibien n'a été recensé sur le site. Celui-ci ne comporte pas de pièces d'eau ou autres milieux humides favorables à la phase de reproduction de ce groupe d'espèces.

❖ Reptiles

L'inventaire se base sur un échantillonnage à vue, avec des jumelles et des plaques artificielles afin de favoriser leur apparition. 9 plaques ont été installées.

Une seule espèce de reptile a été observée de manière importante, le Lézard des murailles. Il a été observé sous les plaques artificielles et sur l'ensemble du site, en particulier sur les blocs de bétons, les gravats et déchets.

Tableau 8 : Synthèse des observations et enjeux liés aux reptiles, Biocor 2024

Nom	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Habitat
	Europe	France	LRN	LRR	Dét.ZNIEFF	Niv. De rareté	
Lézard des murailles *Podarcis muralis*	An. IV	Art. 2	LC	-	-	C	Espèce ubiquiste recherchant les zones d'ensoleillement (tas de bois, murets, fourrés, lisières, talus…)

Cette espèce a un statut de conservation (préoccupation mineure) en Ile-de-France et est protégée en Europe et en France puisqu'il est :

- Inscrit à l'annexe 2 de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne).
- Inscrit à l'annexe IV de la directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore
- Inscrit à l'article 2 de l'arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection.

L'état du site, comportant de nombreux pierriers est favorable à cette espèce et leur offre de nombreux habitats, ce qui explique leur prolifération (les populations mises en évidence vont d'une centaine à un millier d'individus par pierrier), sachant que les pierriers couvrent près de 400 m² sur le site.

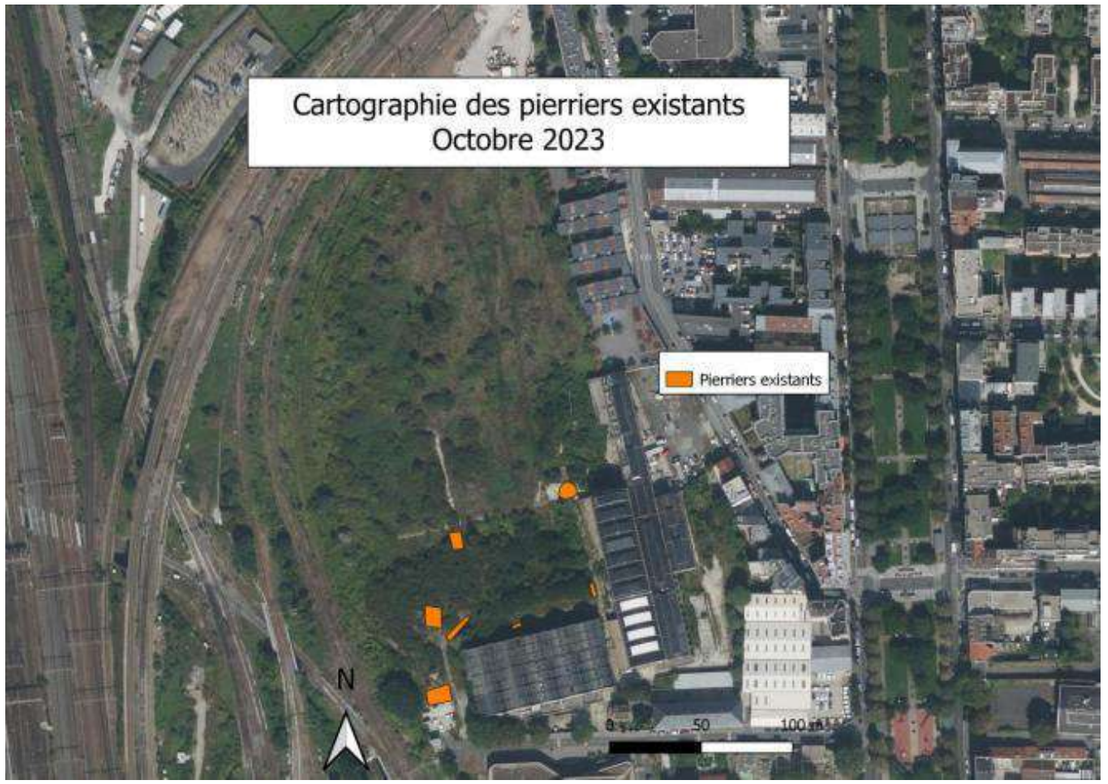


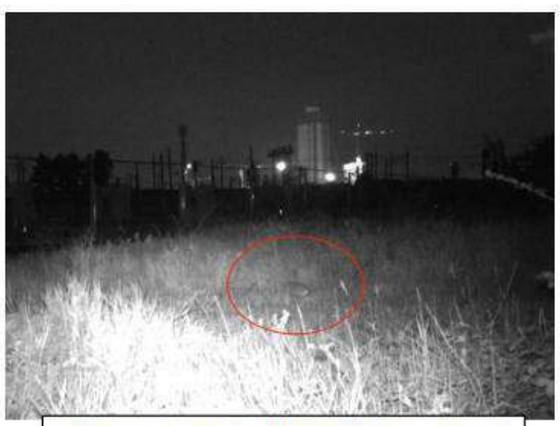
Figure 94 : Localisation des pierriers existants sur le site, Biocor 2024

Figure 95 : Photographies de pierriers existants sur le site, Biocor 2024

Le site présente de nombreux habitats sous forme de pierriers favorables aux reptiles et notamment au lézard des murailles, qui est très présent sur le site. Les enjeux le concernant sont donc assez forts car il est protégé en France.

❖ MAMMIFERES (HORS CHIROPTERES)

L'inventaire des mammifères s'effectue à vue et identification des traces et fèces et l'usage de caméras thermiques et pièges photographiques. Les zones les plus favorables ont été équipées de pièges photographiques à chacune des observations.



Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)
Source : BIOCOR

Rat commun (*Rattus rattus*)
Source : BIOCOR

Martre des pins (*Martes martes*)
Source : BIOCOR

Figure 96 : Images prises par les pièges photographiques du Hérisson d'Europe, du Rat commun et de la Martre des pins sur le site, Biocor 2024

En tout, 6 espèces différentes ont pu être observées :

- La martre des pins (*Martes martes*)
- Le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)
- La fouine (*Martes foina*)
- Mulot Sylvestre (*Apodemus sylvaticus*)
- Le chat domestique (*Felis catus*)
- Le rat commun (*Rattus rattus*).

Tableau 9 : Tableau de synthèse des enjeux liés aux mammifères, Biocor 2024

Nom	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux			Habitat
	Europe	France	LRN	LRR	Dét.ZNIEFF	
Martre des pins *Martes martes*	An. 3	-	LC	-	-	Forêts de résineux ou les forêts mixtes, avec une prédilection pour les massifs montagneux et les forêts de l'est de la France.
Hérisson d'Europe *Erinaceus europaeus*	An. 2	Art. 2	LC	-	-	Le Hérisson d'Europe se rencontre dans différents types de milieux. Il affectionne les forêts riches en sous-bois, et plus particulièrement les forêts de feuillus. Cependant il se rencontre aussi dans des milieux plus ouverts comme les bocages et plus largement les prairies.
Fouine *Martes foina*	An. 3	-	LC	-	-	Tous types de milieux.
Mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus*	-	-	LC	-	-	Sous-bois, lisières de forêts, champs cultivés, bosquets, haies, prairies.
Chat domestique *Felis catus*	-	-	-	-	-	Tous types de milieux.
Rat commun *Rattus rattus*	-	-	LC	-	-	Espaces urbains.

Tous sont sur Liste Rouge Nationale comme préoccupation mineure. La martre des pins, le hérisson d'Europe et la fouine sont inscrites à la convention relative à la conservation de la vie sauvage du milieu naturel en Europe, et le Hérisson d'Europe est une espèce protégée en France.

Les chats domestiques et les rongeurs sont très présents sur le site et très communs. Un seul individu de Hérisson d'Europe a été identifié mais son gîte n'a pas été localisé, un écologue devra donc suivre les travaux de défrichement pour protéger les individus et ne pas impacter l'espèce. La présence de Fouine et de Martre des pins est ponctuelle sur le site. Le gardien a témoigné avoir vu un renard roux quelques fois, mais aucun individu ni terrier n'a été repéré.

Les enjeux liés aux mammifères terrestres sur le site des Cathédrales du rail paraissent, au premier abord, assez faibles en raison de la présence quotidienne de chat domestique et l'enclavement du site au sein d'un tissu urbain dense et très anthropisé. Cependant, le Hérisson d'Europe représente un enjeu fort.

❖ CHIROPTERES

Les chauves-souris sont protégées à l'échelle nationale par l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Leur inventaire combine trois techniques : relevé hétérodyne, relevé statique et recherche d'indice (guano). Des écoutes mobiles et statiques et des observations ont donc été effectuées, en extérieur et également à l'intérieur des cathédrales du Rail, durant 4 inventaires.

Au total, 4 espèces de chiroptères ont pu être identifiées :

- La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), avec près de 3 168 contacts

- La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) avec 199
- L'Oreillard roux (*Plecotus auritus*) avec 8 contacts
- La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), avec 10 contacts.

Tableau 10 : Inventaire des chiroptères sur le site des Cathédrales du Rail, Biocor 2024

Nom	Statuts réglementaires					Statuts patrimoniaux				Chassable	EEE	Photographie
	Convention de Bonn	Convention de Berne	Protection nationale	Directive Oiseau	Directive HFF	LRE	LRN	LRR	Dét.ZNIEFF IDF			
Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*	An. II	An. III	Art. 2	-	An. IV	LC	NT	NT	X	-	-	©L.Arthur
Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii*	An. II	An. II	Art. 2	-	An. IV	LC	LC	LC	X	-	-	©L.Arthur
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	An. II	An. II	Art. 2	-	An. IV	LC	NT	NT	X	-	-	©L.Arthur
Oreillard roux *Plecotus auritus*	An. II	An. II	Art. 2	-	An. IV	-	LC	LC	X	-	-	©L.Arthur

Ces 4 espèces sont des déterminants ZNIEFF en Ile-de-France, la Pipistrelle de Kuhl et l'Oreillard roux sont considérés comme des préoccupations mineures sur les Listes Rouges Nationale et Régionale, mais la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius sont quasi-menacées.

Tableau 11 : Synthèse des 4 inventaires réalisés, Biocor 2024

	Dates	Nombre de points d'écoutes	Nombre de contacts	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Oreillard Roux	Pipistrelle de Nathusius
Hétérodyne	24/05/2023	6	***20***	16	3	1	/
	26/07/2023	7	***10***	10	/	/	/
	20/09/2023	5	***51***	20	25	6	/
Statique	24-30/05/2023	1	***2132***	1987	145	/	/
	26-27/07/2023	1	***903***	886	8	/	9
	20-21/09/2023	1	***217***	206	10	/	1
	17-18/10/2023	1	***52***	43	8	1	/
Total des contacts			***3 385***	**3168**	**199**	**8**	**10**

La majeure partie des espèces contactées (Pipistrelle commune et de Kuhl) sont des espèces anthropophiles et utilisent les parties extérieures du site comme terrain de chasse. Leur occupation des bâtiments n'a pas pu être démontrée lors des investigations, mais reste une éventualité. Les volumes des bâtiments empêchent en effet leur inspection exhaustive. L'Oreillard roux et la Pipistrelle Nathusius, espèces forestières, proviennent de parties boisées proches du site d'étude. En effet, les arbustes et arbres du site ne comportent pas de cavités ou de fissure pouvant leur donner la fonction de gîte. A ce stade, la zone de projet est donc plutôt considérée comme un terrain de chasse et d'évolution pour les chiroptères, bien que la possibilité de présence de colonies ou d'individus isolés dans le bâti ne puisse être complètement écartée. Des mesures seront à appliquer durant la phase travaux pour limiter les impacts sur les chiroptères.

En l'état, aucun chiroptère ne paraît avoir d'habitat sur le site, les enjeux sont donc faibles en l'état mais pourraient être amenés à évoluer en cas de découverte de gîte.

2.7.1. Synthèse et enjeux

Tableau 12 : Synthèse des enjeux faune/flore, Biocor 2024

	Enjeux écologiques sur l'aire d'étude	
Enjeu	**Groupe et/ou espèces liés**	**Localisation / Description**
Fort	Lézard des murailles	Les Lézards des murailles sont présents en grande quantité sur le site d'étude au sein de pierriers formés par des gravats laissés sur place.
	Faucon crécerelle Hypolaïs polyglotte Accenteur mouchet	De nombreuses espèces nicheuses sur site se situent au niveau du bâti (cas du Faucon crécerelle) ou au sein des végétations en place (buissons et bosquets denses).
	Drave des murailles	La Drave des murailles est une plante bénéficiant d'une protection régionale et se situe sur une zone précise du site.
	Hérisson d'Europe	Le Hérisson d'Europe a été observé de nuit sur site et bénéficie d'un statut de protection en Ile-de-France.
	Œdipode turquoise Mante religieuse	Deux orthoptères identifiés sur site bénéficient d'une protection régionale.
Moyen	Pouillot véloce Fauvette grisette Fauvette à tête noire Rougequeue noir Mésange charbonnière Mésange bleue Mésange nonette Rossignol philomèle Rouge-gorge familier	De nombreuses espèces de passereaux notamment, évoluent sur l'ensemble du site et au sein des végétations. Certaines étant nicheuses probables sur le site d'étude.
	Crépide fétide Gaillet de Paris Molène pulvérulente Chondrille à tiges de jonc	La Crépide fétide et le Gaillet de Paris ont un statut de conservation important et sont diffus sur l'ensemble du site. Ces plantes n'ont pas de statut de protection mais ont un statut de rareté important en région Ile-de-France.
Faible	Chauves-souris	4 espèces identifiées utilisant le site uniquement comme territoire de chasse : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et Oreillard roux.
	Rhopalocères Odonates	Le cortège d'insectes observés reste classique des zones de friches thermophiles.
	Mammifères	Certains mammifères sont présents sur site parfois quotidiennement (Chat domestique), parfois ponctuellement (Fouine, Martre) et évoluent sur l'ensemble de la zone.
Nul	Amphibiens	Aucun amphibien n'a été observé sur site, l'enjeu est nul pour ce taxon.

Tableau 13 : Synthèse des espèces envahissantes ou nuisibles, Biocor 2024

Taxon	Nom de l'espèce	Description
Oiseau	Pigeon ramier *Columba palumbus*	ARRÊTÉ N°2023-DRIEAT-IF Fixant la liste des animaux classés susceptibles d'occasionner des dégâts et les modalités de destruction de ces animaux pour la période allant du 1er juillet 2023 au 30 juin 2024
	Perruche à collier *Psittacula krameri*	Arrêté du 14 février 2018 relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire métropolitain
Flore	Le Buddléia de David (Buddleja davidii)	Espèces végétales exotiques envahissantes potentielles largement implantées
	L'ailante glanduleux (Ailanthus altissima)	Espèces végétales exotiques envahissantes avérées largement implantées
	Le Conyze du Canada (Erigeron canadensis)	Espèces végétales exotiques envahissantes potentielles largement implantées
	Le Cerisier acide (Prunus cerasus)	Espèces végétales exotiques envahissantes avérées largement implantées
	Le Séneçon sud-africain (Senecio inaequidens)	Espèces végétales exotiques envahissantes potentielles largement implantées
	Le Faux Houx (Berberis aquifolium)	

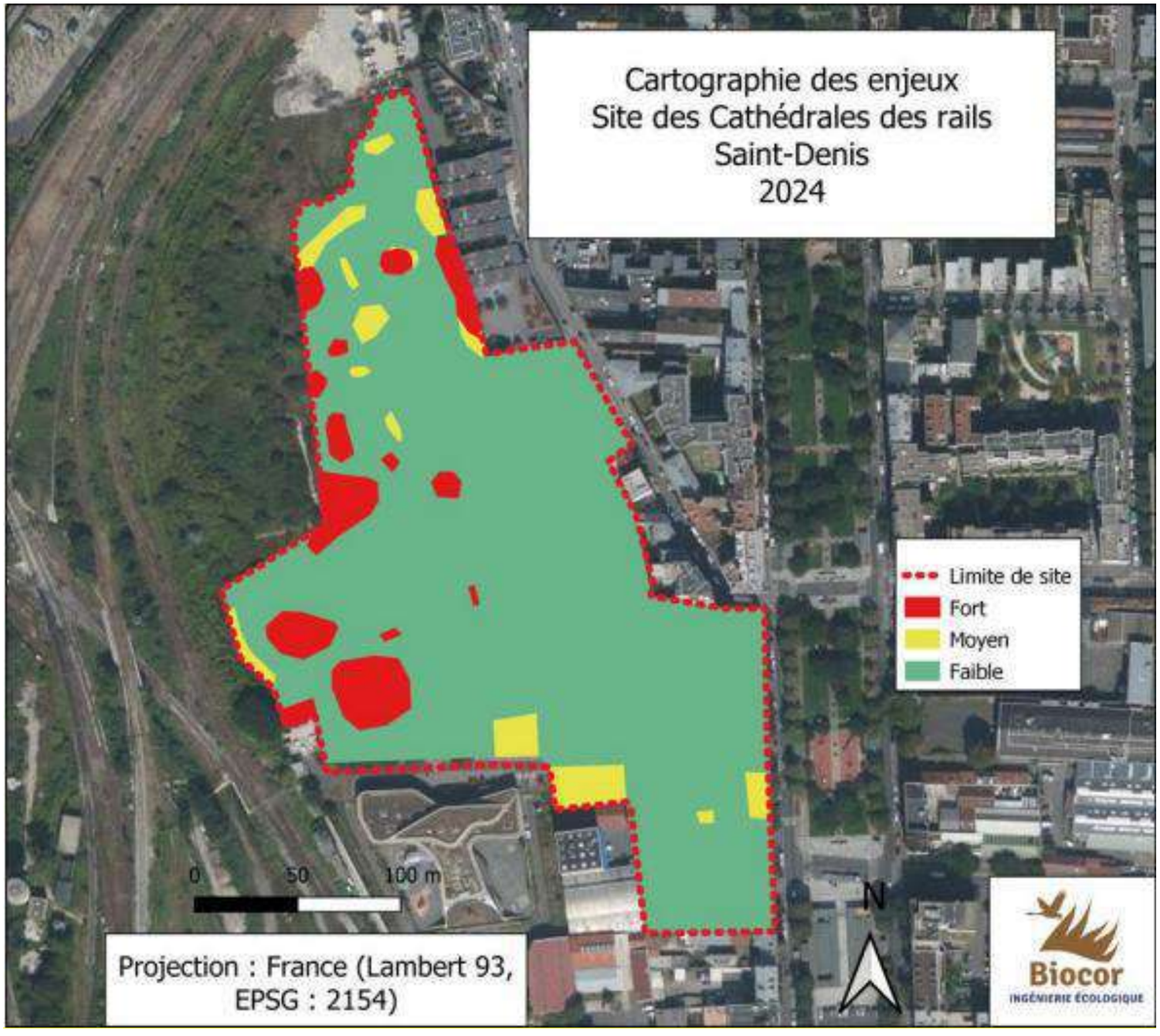


Figure 97 – Cartographie des enjeux du site, Biocor 2024

2.7.2. Zone humide

Selon l'article L.211-1 du code de l'environnement : « on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. ». Les zones humides constituent de véritables réservoirs de biodiversité, et assurent des fonctions hydrologiques (régulation des inondations, diminution de l'érosion et du ruissellement), des fonctions physiques et biogéochimiques (filtration et amélioration de la qualité des eaux, réduction des émissions de CO_2) et des fonctions écologiques (refuge pour la biodiversité, corridor écologique, habitat d'espèces rares).

L'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du Code de l'Environnement. Cet arrêté définit les critères et les méthodes à prendre en compte pour les sols et la végétation. De plus, il définit la méthode de délimitation des zones humides. La Loi du 24 juillet 2019 qui a annulé la prise en compte de l'arrêté du conseil du 22 février 2017, a confirmé que les deux critères d'identification des zones humides, le sol et la végétation, doivent être pris en compte de manière alternative et non cumulative pour qualifier un terrain de "zone humide".

2.7.2.1. Données bibliographiques

Figure 98 : Cartographie des zones humides recensées à proximité de la zone d'étude (Source : Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides, 2014)

L'outil cartographique « reseauzoneshumides » laisse apparaître une potentielle zone humide, et le SAGE met également en avant cette probabilité. En revanche l'outil cartographique de la DRIEAT Ile-de-France ne relève pas de probabilité particulière de présence de zone humide sur la zone.

D'après les données cartographiques, le site d'étude dispose d'une probabilité assez forte de zone humide sur certaines zones du projet. Des études de sol approfondies ont été réalisées afin de mieux environner les connaissances à ce sujet.

2.7.2.2. Zone humide selon les critères de végétation et pédologique

En suivant les dispositions de l'arrêté du 24 juin 2008 définissant les critères de définition et de délimitation des zones humides ainsi que l'application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, une zone est définie comme humide si :

- Elle contient des sols présentant des caractéristiques rédoxiques, réductiques ou histiques,

Ou

- Elle présente une végétation composée d'espèces hygrophiles ou habitats considérés comme caractéristiques des zones humides (Corine Biotope).

Les protocoles d'identification et de délimitation des zones humides sont donc normés et suivent la législation en vigueur. La méthodologie est la suivante : des sondages pédologiques sont réalisés selon des transects perpendiculaires à la frontière supposée de la zone. Le nombre et la localisation des sondages dépendent de l'hétérogénéité et de la taille du site. Les zones humides se distinguent par des traits d'hydromorphie visibles dans les sols, qui perdurent même lors de périodes sèches. Ces traits incluent : des traits rédoxiques dus à l'engorgement temporaire d'eau, des horizons réductiques liés à l'engorgement permanent, et des horizons histiques, riches en matière organique saturée. Chaque sondage, d'une profondeur de 1,20 mètre si possible, doit identifier ces traits spécifiques en fonction de leur profondeur et intensité. Les critères d'identification incluent, par exemple, des horizons histiques ou rédoxiques à moins de 50 cm de la surface.

Des sondages pédologiques ont ainsi été réalisés en 5 points le 12 juin 2024 par BIOCOR. Ils mettent en évidence les remblais industriels présents sur le site et le caractère de friche de la zone. Le sol est composé de complexes d'agrégats issus d'apports anthropiques (mélanges de sable, d'argile et de calcaire, comportant parfois des déchets métalliques). Aucune trace d'hydromorphie liée à une remontée de nappe n'a été observée.

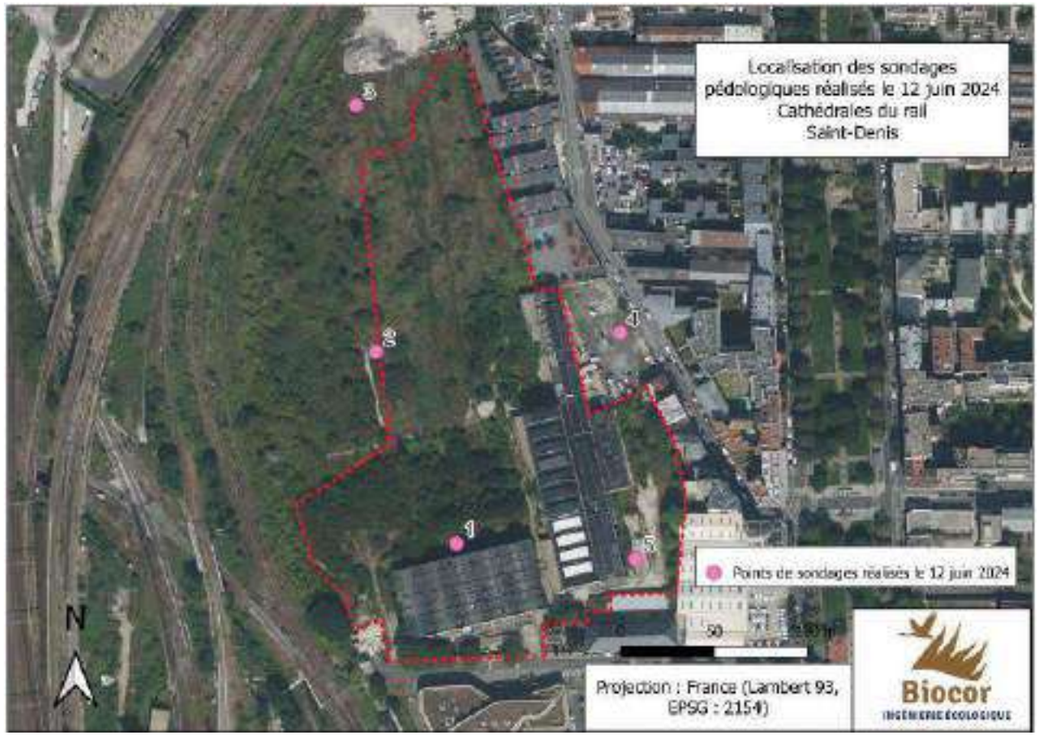


Figure 99 : Localisation des sondages pédologiques du 12 juin 2024, BIOCOR

Une étude de la flore a également été réalisée concernant le critère de végétation. 3 espèces végétales indicatrices de zones humides ont été repérées :

- La Menthe verte (*Mentha spicata*)
- Le Rosier bleu (*Rubus caesius*)
- La Douce amère (*Solanum dulcamara*).

Cependant la menthe verte n'est pas une espèce poussant spontanément en Ile-de-France, le Rosier bleu est commun dans les boisements anthropiques et les friches tandis que la Douce-amère pousse dans les boisements frais et les endroits avec de faibles retenues d'eau, comme certains bétons. Les espèces sont dominées par des espèces végétales d'habitat rudéral typique des friches. Elles ne permettent donc pas de confirmer ou non le caractère Zone Humide du site.

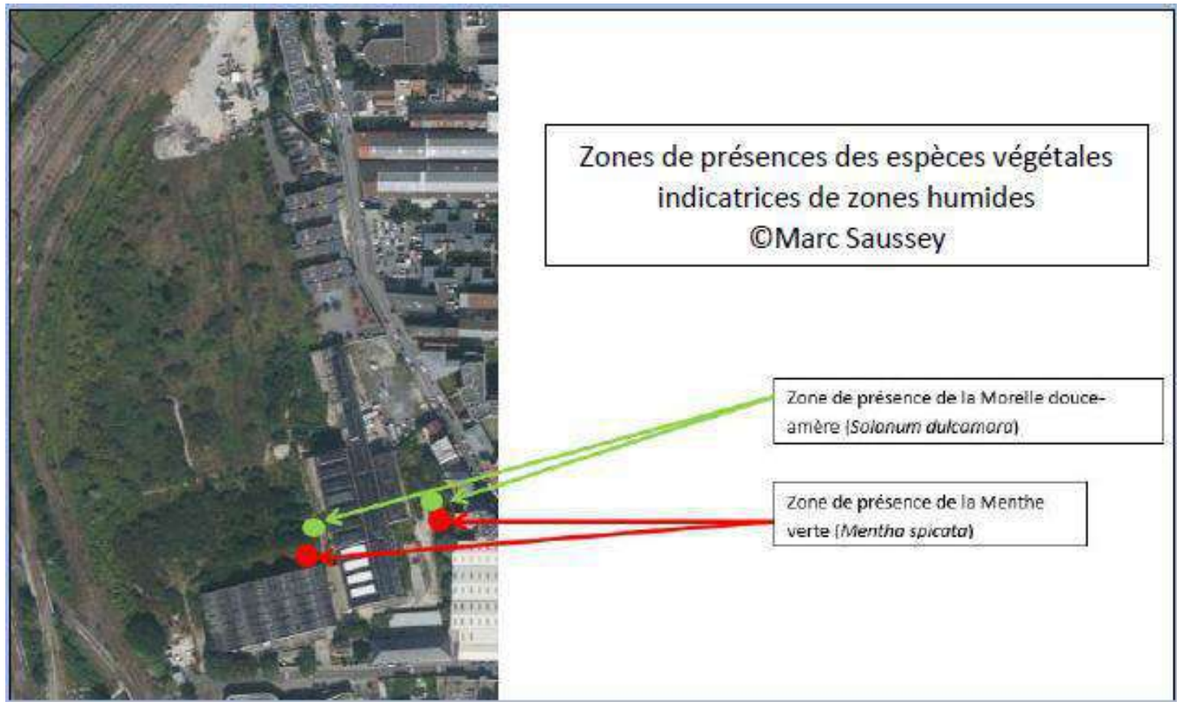


Figure 100 : Zones de présence des espèces végétales indicatrices de zone humide, étude BIOCOR de juin 2024

Conformément à l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, aucun des critères des investigations pédologiques et floristiques n'a mis en évidence la présence de zone humide, le site n'est donc pas caractéristique de zones humides au regard des critères pédologiques et floristiques.

SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU	ENJEU
Zone humide	D'après le diagnostic écologique réalisé aucune zone humide n'a été caractérisée sur le site d'étude, ni selon le critère pédologique, ni selon le critère floristique.	Faible

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU		ENJEU
Milieu naturel	Zonages réglementaires du patrimoine naturel	Arrêté préfectoral de protection de biotope, Réserves naturelles et réserves biologiques, Réseau Natura 2000, Parcs naturels régionaux	Le projet n'est pas directement concerné par des zonages réglementaires. Le site Natura 2000 « Sites de Seine Saint Denis » (FR1112013, Directive Oiseaux) empiète légèrement sur la partie Est de la commune de Saint Denis. Il se trouve à environ 3,5 km au Nord-Est du site d'étude, qui pourrait donc être légèrement concerné par le réseau Natura 2000.	Faible
	Zonages d'inventaires du patrimoine naturel et autres zonages non réglementaires	Zones Naturelles d'Intérêts Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF), Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), Autres zonages	Le site d'étude est localisé à environ 3 km des ZNIEFF de type 1 et 2 les plus proches. Le site d'étude n'est donc pas concerné par une ZNIEFF.	Nul
	Continuités et fonctionnalités écologiques	Le site n'est pas identifié comme un réservoir de biodiversité ou un corridor écologique à l'échelle de la région et n'est pas concerné par les objectifs de préservation et de restauration inscrits au SRCE. A l'échelle du quartier, le site d'étude peut présenter un rôle modéré en termes de refuge et de corridor écologique pour les espèces à forte capacité de déplacement. Le site peut être utilisé par la faune et la flore comme zone de déplacement, de transit mais aussi de nidification et d'alimentation.		Faible
	Relevés faunistiques et floristiques	Habitats naturels	Les pierriers présents sur le site constituent des habitats privilégiés pour les reptiles, et l'état de friche arbustive du site a permis à des mammifères, insectes et espèces végétales de se développer sur le site. Les arbres et arbustes présents sont des habitats peu qualitatifs et n'abritent pas de chiroptères. Les bâtiments ne servent pas non plus de gîte selon le diagnostic. Les enjeux écosystémiques sont donc très localisés, et sont plus liés aux essences et espèces qu'aux habitats, peu qualitatifs.	Faible
		Flore patrimoniale	L'enjeu de conservation de la flore patrimoniale est fort du fait de la présence de Drave des murailles, qui bénéficie d'une protection régionale et se situe sur une zone précise du site. Il y a donc un enjeu de conservation. D'autres plantes comme la Crépide fétide ont un statut de rareté important en région Ile-de-France.	Fort
		Espèces végétales invasives	Il existe un enjeu fort de maîtrise voire d'éradication des espèces invasives, omniprésentes sur le site.	Fort
		Avifaune	3 espèces à enjeu fort ont été identifiées (Faucon crécerelle, Hypolaïs polyglotte et Accenteur mouchet) du fait de leur statut de protection et conservation, ainsi que 2 espèces protégées de passage, 3 espèces protégées en préoccupation mineure nicheuses et 12 autres probablement nicheuses, et une espèce exotique envahissante.	Fort
		Insectes	L'œdipode turquoise et la Mante religieuse ont été détectées sur le site, elles sont protégées en Ile-de-France	Fort
		Amphibiens	Aucun enjeu de conservation lié aux amphibiens n'est constaté sur le site car aucun amphibien n'a été observé.	Nul
		Reptiles	Le lézard des murailles, espèce protégée en France, est présent en très grande quantité sur le site d'étude, les enjeux sont donc forts.	Fort
		Mammifères (hors chiroptères)	La présence de Hérisson d'Europe sur le site d'étude présente un enjeu de conservation faunistique fort car il s'agit d'une espèce protégée à l'échelle nationale.	Fort
		Chiroptères	Des chiroptères de 4 espèces différentes (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et Oreillard roux) ont été repérées sur site et sont des espèces protégées en France, mais elles utilisent uniquement le site comme territoire de chasse : les enjeux sont donc faibles.	Faible
	Zone Humide	Conformément à l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, aucun des critères des investigations pédologiques et floristiques n'a mis en évidence la présence de zone humide, le site n'est donc pas caractéristique de zones humides au regard des critères pédologiques et floristiques.		Faible

2.8. Paysage et patrimoine

2.8.1. Contextes paysagers intercommunal et communal

Selon l'état initial du PLUi de Plaine Commune, le territoire se dessine autour de la confluence des réseaux hydrographiques très visibles, avec un relief en forme d'amphithéâtre autour de la boucle de la Seine, entouré par la butte d'Orgemont, la butte Pinson, le parc de La Courneuve et les rebords de la butte de Romainville.

Le territoire de Plaine Commune offre des points de vue sur le grand paysage grâce à des ouvertures visuelles sur la Seine, le Canal et les buttes du territoire. Ces variations de relief dessinent les grandes lignes du territoire.

Elle dispose de plusieurs paysages emblématiques : la Seine, le canal, les parcs départementaux Georges-Valbon et L'Ile-Saint-Denis.

Ce territoire est cependant fragmenté par de grandes infrastructures ferrées, routières et navigables qui constituent une véritable trame viaire modifiant la perception du grand paysage, ménageant des percées visuelles ou créant des espaces confinés. Ces infrastructures créent par endroit des coupures urbaines, morcelant le territoire et rendant certains équipements et espaces de nature difficiles d'accès.

Les grands projets métropolitains récents ont également participé à restructurer le paysage, comme l'emblématique stade de France ou les aménagements des berges de la Seine.

Les espaces libres de la commune sont assez fragmentés, contribuant à créer une mosaïque de micro-paysages variés, sans vraie continuité. Cette mosaïque se traduit également à travers une armature verte assez hétérogène, avec des espaces verts répartis de manière inégale, plus dense au Nord-Est. Des alignements d'arbres ombragent cependant les voies de Plaine-Commune, participant à la trame verte du territoire.

D'autres espaces végétalisés participent à cette trame paysagère, comme les enclaves agricoles ou jardinées du secteur des Tartres ou les zones de friches et délaissés aux abords des usines et des infrastructures.

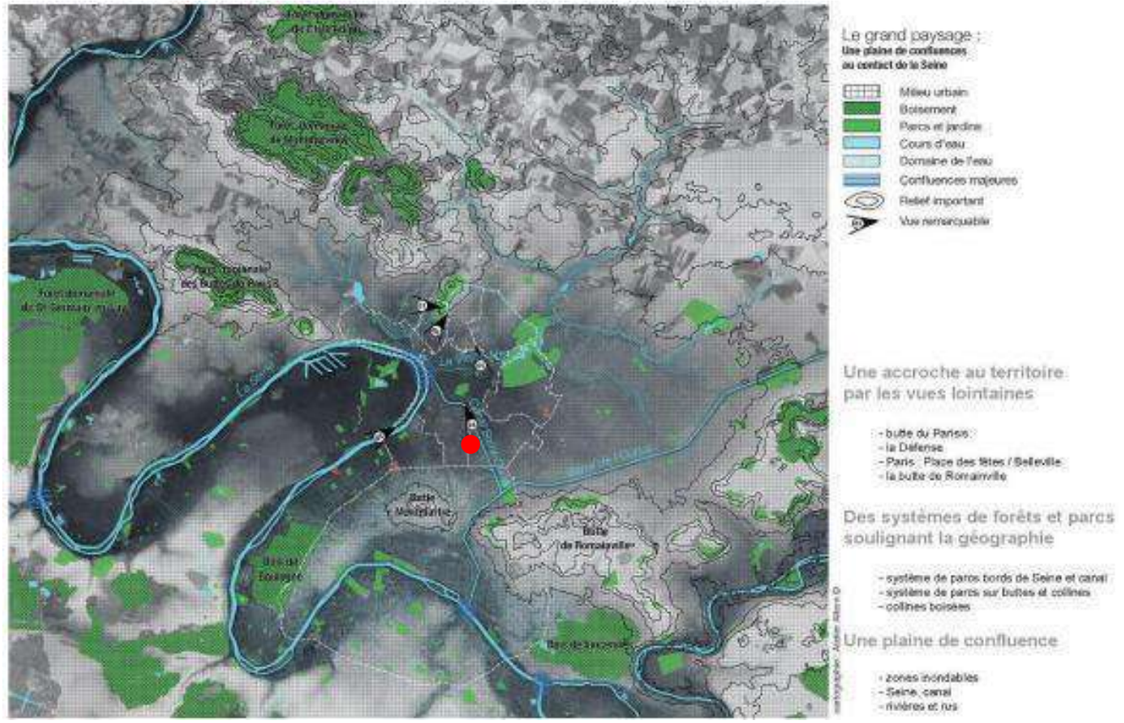


Figure 101 : Cartographie du grand paysage : une plaine de confluence au contact de la Seine, TVB de Plaine Commune, Altern Paysage 2014

La commune de Saint-Denis est située dans la Vallée de la Seine. Elle est longée par la Seine qui s'écoule sous la forme d'une légère courbe et dont les affluents sont le ru de Montfort et la Vieille Mer.

La commune de Saint-Denis présente un caractère urbain traduit par sa forte densité de population. Selon l'INSEE, en 2020, la commune de Saint-Denis avait une densité de population de 9 151,8 habitants au km² contre 7 008,6 habitants au km² à l'échelle de la Seine-Saint-Denis. Selon la base de données géographiques CORINE Land Cover (inventaire biophysique de l'occupation des terres), en 2018, 98% des sols de la commune de Saint-Denis étaient artificialisés.

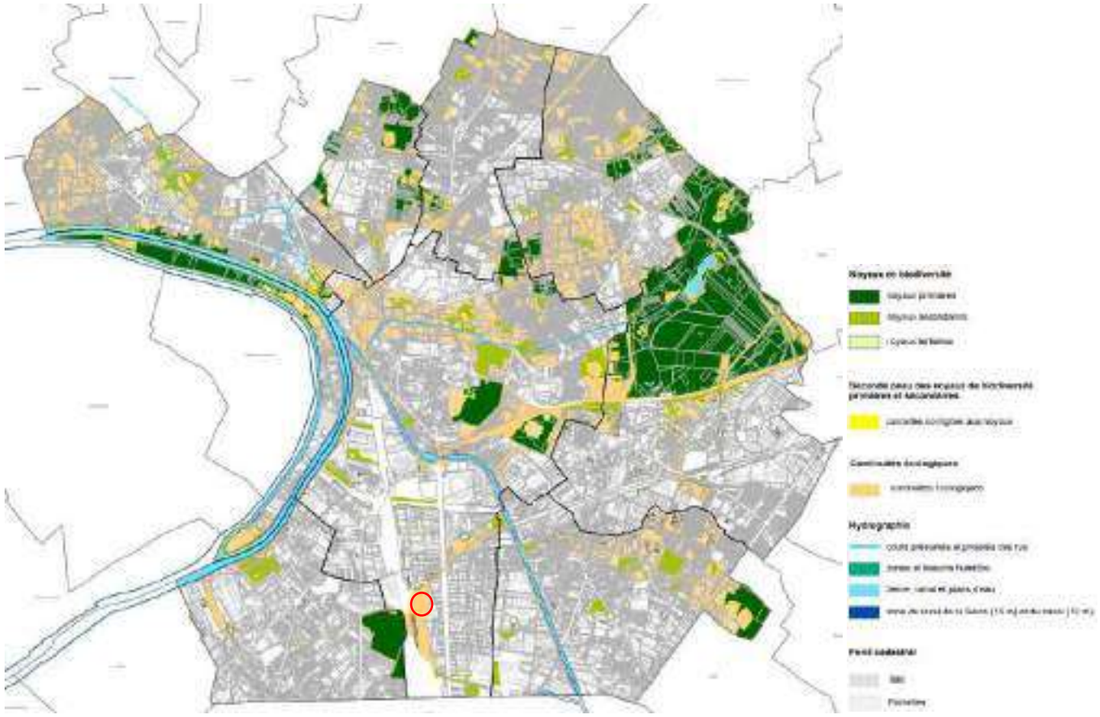


Figure 102 : Plan de la Trame verte et bleue- PLUi Plaine Commune

A l'échelle de Plaine-Commune, il est difficile de définir un paysage unique. Il s'agit en réalité d'une mosaïque de paysages diversifiés, mélangeant Seine, grands parcs, nouveaux quartiers, grands ensembles et équipements, usines et renouvellement urbain.

En s'appuyant sur la topographie fine, la structure du bâti, l'histoire du territoire et la localisation des espaces végétalisés, on peut séparer le paysage en trois domaines paysagers distincts :

- le domaine de la Seine Confluence, en bordure ouest et au centre du territoire,
- le domaine des grands parcs et jardins, au-dessus de l'autoroute A 1
- le domaine de la « ville mosaïque » au sud du territoire, notamment sur la Plaine Saint-Denis. Cette zone se caractérise par une production immobilière accélérée, un renouvellement urbain fort, une nature morcelée comprenant des squares, des jardins ou des allées, ainsi qu'un tissu inégal d'usines.

A l'échelle de la commune, les éléments les plus forts du paysage ont trait à la vieille ville, la Ferme urbaine de Saint-Denis, le parc de la Légion d'Honneur, le parc Georges-Valbon au Nord et Nord-ouest. Le canal Saint-Denis traversant la ville et les berges de Seine la bordant à l'Ouest complètent ces éléments. ¨

On compte également des fractures dans la ville, comme le canal ou les voies ferrées, qui participent à la fragmentation de cette mosaïque.

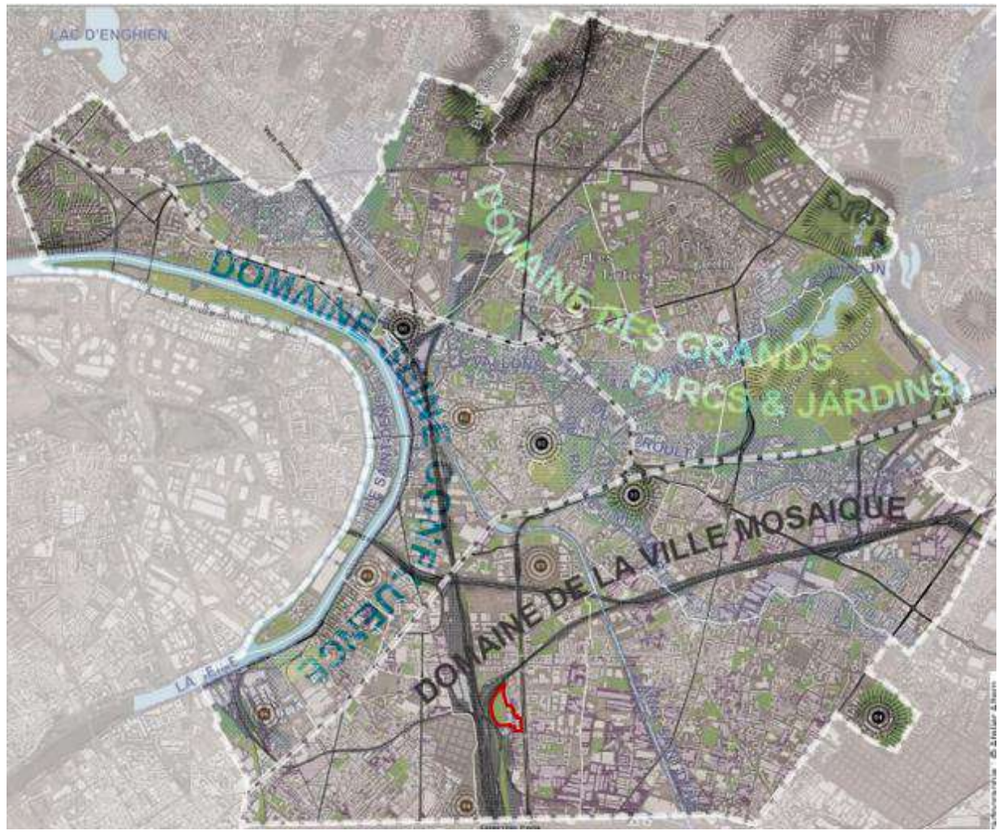


Figure 103 : Les domaines paysagers de Plaine Commune (TVB de Plaine Commune, Altern Paysage, 2014)

Figure 104 : Vue sur le quartier Franc Moisin/ Bel Air/ Stade de France de l'Ouest, Plaine Commune

2.8.2. Paysage du site des Cathédrales du Rail

Des visites de sites ont permis de mettre en évidence les différentes composantes clés du quartier et son état actuel, ainsi que les éléments définissant son contexte paysager.

Ce patrimoine est constitué d'une friche sur le site, avec une végétation dense et très développée bien que majoritairement composée d'essences invasives, s'insérant en continuité avec les zones végétalisées le long de la voie ferrée longeant le site dans sa partie Ouest, et les alignements d'arbres et les jardins plantés de pelouse extensive et de regroupements d'arbres et d'arbustes à l'est du site. Quelques squares et parcs complètent le paysage. Sur site, plusieurs espèces végétales rares ont été repérées, ainsi que 6 espèces exotiques envahissantes. Plusieurs espèces de faune protégée ont également été repérées.

Le site présente une topographie relativement plane, bien que marquée par une butte de remblais, constituées de matériaux concassés et de déchets du BTP, localisée sur la partie sud-ouest du site, à proximité de la petite cathédrale. La partie la plus élevée est la zone nord-ouest du site, du côté des voies ferrées. Le point le plus bas se situe au sud, au niveau du chemin des Petits Cailloux.

Ci-contre, la localisation des principales vues enregistrées sur le site.

Figure 105 : Vue sur les cathédrales depuis le groupe scolaire Niki de Saint Phalle au sud du site (février 2023)

Figure 106 : Vue sur le site depuis le groupe scolaire Aimé Césaire à l'Est du site (février 2023)

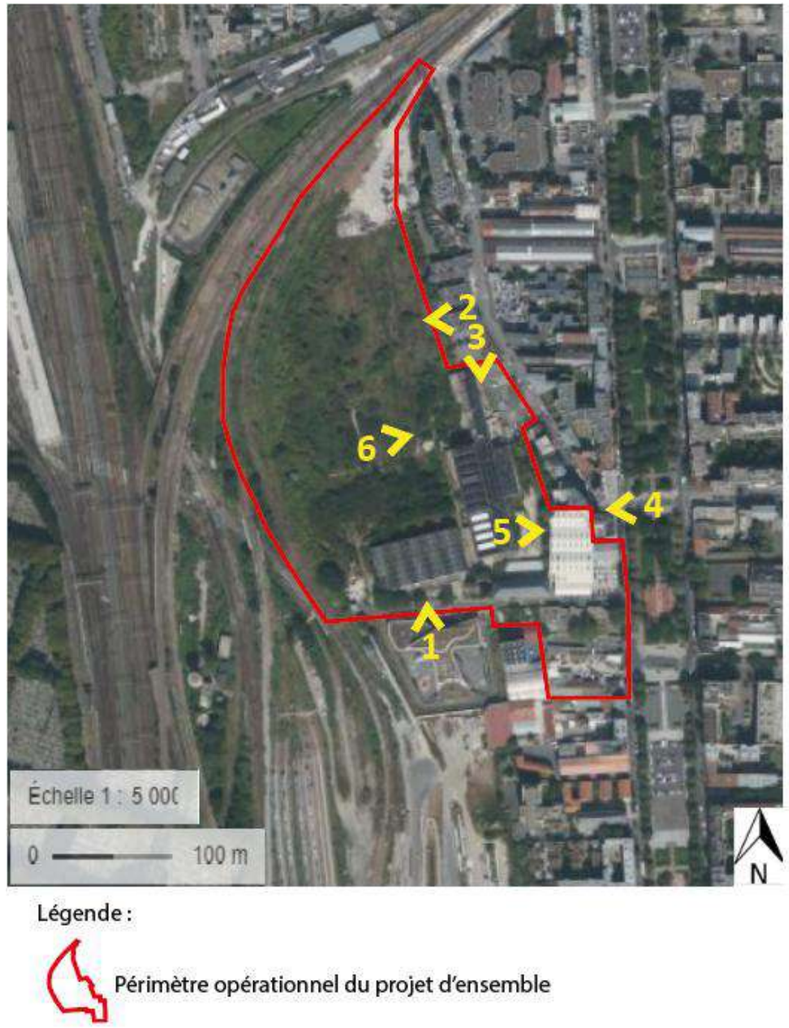


Figure 107 : Localisation cartographique des prises de vue à l'intérieur du site

Figure 108 : Vue sur la grande cathédrale depuis le groupe scolaire Aimé Césaire à l'Est du site (février 2023)

Figure 109 : Vue sur la grande cathédrale depuis la partie centrale du site (juillet 2023)

Figure 110 : Vue sur la grande cathédrale depuis l'entrée de la rue du Bailly (mars 2024)

Figure 111 : Vue sur l'ancien ilot ThyssenKrupp après destruction, à l'est du site (mars 2024)

2.8.3. Paysage des abords du projet

Depuis le cœur du site, au niveau du sol, les vues sont relativement obstruées par le cadre bâti environnant à l'Est, et par le viaduc du Charles de Gaulle Express à l'Ouest :

- Vues vers la rue du Bailly obstruées par la grande cathédrale et l'école élémentaire Aimé Césaire
- A l'Ouest et au Nord, vues dégradées par le viaduc supportant le Charles de Gaulle Express en hauteur
- Au Sud, l'école maternelle des Petits Cailloux et un bâti résidentiel dense

Figure 112 : Vue au Nord depuis la grande plaine (Coloco, 2019)

Figure 113 : Vue de la limite Ouest depuis la grande Plaine (Coloco, 2019)

Figure 114 : Vue aérienne du site relevé LIDAR (Hamel, 2023)

Plusieurs voies de circulation automobile et ferroviaires longent le périmètre d'étude. A l'Est, l'Avenue du Président Wilson est bordée par des alignements d'arbres et un trottoir. En son centre, un espace vert linéaire se déroule, recouvrant l'autoroute A1.

Au Sud et au Nord-Est, le chemin des Petits Cailloux et la rue du Bailly irriguent des écoles, des espaces résidentiels de logements collectifs, des commerces, activités et services de tailles variées.

A l'Ouest et au Nord-Ouest, une coupure nette du paysage est causée par les voies ferrées fusionnant au niveau du Pont de Soissons, entrecoupées d'espaces végétalisés aux abords du site. A l'ouest, de l'autre côté du faisceau ferré, le cimetière parisien de Saint-Ouen et le Technicentre SNCF de hauteur relativement faible permettent d'ouvrir la vue, bien que masquée par le Charles-de-Gaulle Express au niveau du sol.

Le paysage aux alentours du site est donc marqué par l'axe de circulation important que constitue l'avenue du Président Wilson. Autour de cet axe et à proximité du site s'articulent deux rues, la rue du Bailly et la rue du Landy.

Figure 115 : Vue vers le Nord de la rue du Bailly depuis le parvis de l'école élémentaire Aimé Césaire

Figure 117 : Vue sur l'Ouest du Chemin des Petits Cailloux depuis l'entrée du site

Figure 118 : Vue sur l'Est du Chemin des Petits Cailloux depuis l'entrée du site

Figure 116 : Vue vers le Nord sur le site et le stade de France depuis le ciel au niveau de l'avenue du Président Wilson (Air-images, 2023)

Figure 117 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 118 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 119 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 120 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 121 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 122 : Photo du terre-plein sur l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 123 : Photo de la rue du Bailly, TERAO, 2024

Figure 124 : Photo du carrefour entre l'Avenue du Président Wilson et les rues du Bailly et du Landy, TERAO, 2024

Figure 125 : Photo de la rue du Bailly, TERAO, 2024

Figure 126 : Photo de la rue du Bailly, TERAO, 2024

Figure 127 : Photo de l'avenue du Président Wilson, TERAO, 2024

Figure 128 : Photo de la rue du Landy à proximité du RER D, TERAO, 2024

Le long de l'avenue du Président Wilson, les constructions sont majoritairement des immeubles de faible hauteur, destinés au logement collectif ou au tertiaire. Les fonctions sont mixtes grâce à l'implantation de commerces dans les rez-de-chaussée bordant l'avenue, qui permettent de profiter des commerces de proximité. Les matériaux et couleurs de façades rappellent la brique et la pierre typiques de la région. L'avenue du Président Wilson est aménagée avec des espaces publics végétalisés pouvant servir de lieux de rencontre.

Figure 129 : Photo de la place du Front Populaire, TERAO, 2024

Figure 130 : Photo du mail Jean Zay, TERAO, 2024

Figure 131 : Photo des bâtiments Avenue George Sand, TERAO, 2024

Figure 132 : Photo de la rue Waldeck Rochet, TERAO, 2024

Figure 133 : Photo de la rue Waldeck Rochet, TERAO, 2024

Figure 134 : Photo de la place du Front Populaire et des aménagements paysagers, TERAO, 2024

Figure 135 : Photo de la place du Front Populaire et du marché, TERAO, 2024

Figure 136 : Photo de la place du Front Populaire, TERAO, 2024

Figure 137 : Photo de la place du Front Populaire et des aménagements paysagers, TERAO, 2024

Au sud-est du site, au niveau de la place du Front Populaire et de l'arrêt homonyme du métro 12, le quartier est marqué par des transformations très récentes. Les bâtiments sont constitués d'immeubles hauts flambants neufs, dans tes tons très clairs (blancs, gris, beiges, oranges). Les matériaux sont en revanche beaucoup plus récents. Les trottoirs et places sont assez peu végétalisés, mais la Place du Front Populaire est très plantée et abrite une végétation composée de plusieurs strates végétale et plusieurs noues plantées, apportant de la verdure et des espaces frais au quartier.

Les usages sont variés et les immeubles habitent du logement, le campus Condorcet, des bureaux et activités tertiaires, des commerces de proximité, équipements de santé et services. Il s'agit donc d'une place d'envergure revêtant un usage très important à proximité du site et occupant un rôle dans la vie de quartier, renforcé par la présence du métro.

2.8.4. Patrimoine bâti et archéologique

2.8.4.1. Patrimoine bâti

La législation distingue deux types de protection : les sites classés et les sites inscrits. Parmi les monuments historiques :

- Sont classés « les immeubles dont la conservation présente, au point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public ». C'est le plus haut niveau de protection.
- Sont inscrits « les immeubles qui, sans justifier une demande de classement immédiat au titre des monuments historiques, présentent un intérêt d'histoire ou d'art suffisant pour en rendre désirable la préservation ».

Pour les édifices classés, comme pour les inscrits, la protection peut être totale ou partielle et dans ce cas ne concerner que certaines parties d'un immeuble (ex : façade, toiture, portail, etc.).

La commune de Saint-Denis recense actuellement 17 monuments historiques classés ou inscrits.

Le site d'étude s'insère dans une Zone de protection du Monument historique correspondant aux monuments suivants :

- Grande et Petite Cathédrales du Rail (Dépôt de La Plaine).

Ces monuments se trouvent directement sur le site.

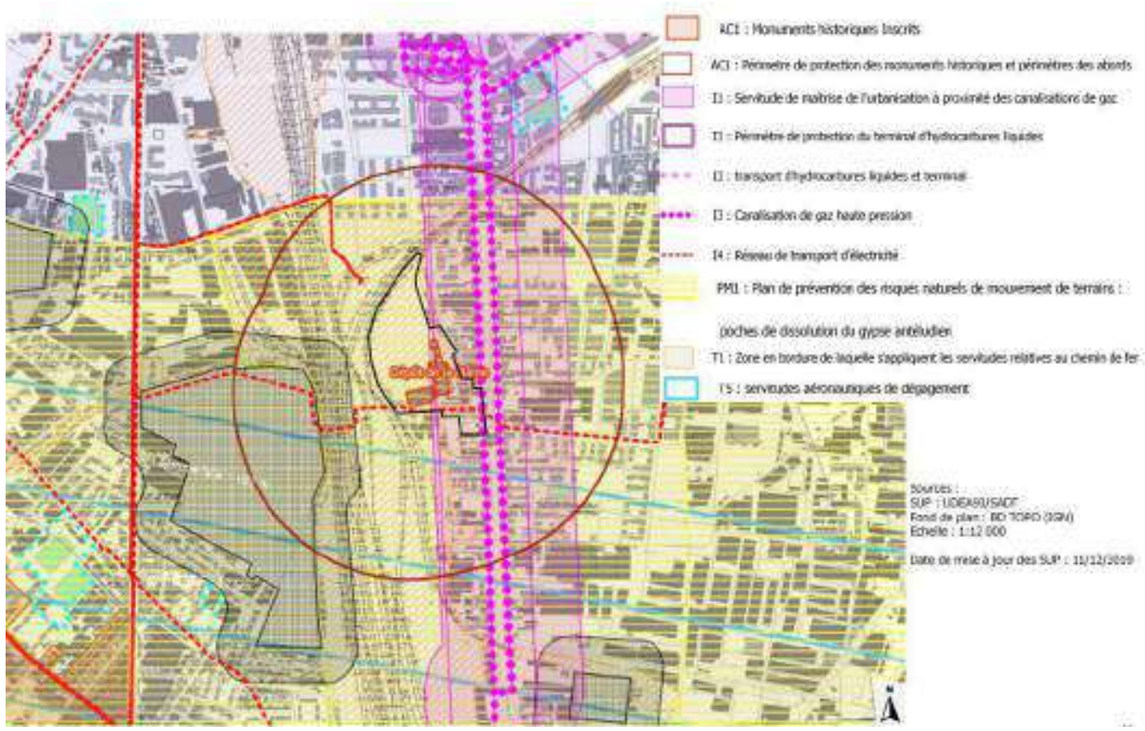


Figure 138 : Plan des servitudes d'utilité publique, PLUi Plaine Commune 2019

Les Cathédrales du Rail ont été inscrites à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques par l'Arrêté d'inscription n°2004/691 du 29 mars 2004 : « CONSIDERANT Que les anciens ateliers de réparation S.N.C.F de La Plaine à Saint-Denis présentent du point de vue de l'histoire de l'industrialisation de la Plaine Saint-Denis, de l'histoire de l'architecture industrielle et des transports ferroviaires un intérêt suffisant pour en rendre nécessaire la préservation ; » « Sont inscrites à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques les façades et toitures de l'atelier de levage et de l'atelier de réparation du petit matériel du dépôt de la plaine à SAINT-DENIS […]. »

D'autres monuments historiques se trouvent également à proximité du projet mais à trop forte distance pour l'impacter par leurs périmètres de protection, comme l'Eglise Notre Dame des Vertus située à 2 km sur la commune d'Aubervilliers, la Manufacture d'allumettes d'Aubervilliers à 2,65 km, le Château et l'église de Saint-Ouen-le-Vieux à Saint-Ouen-sur-Seine à 1,9 km, le complexe sportif de l'Ile-Sain-Denis à 2,5km ou encore l'ancienne Pharmacie Centrale de Saint-Denis, à 1,65 km au Nord du site.

Figure 139 – Eglise Notre-Dame-des-Vertus à Aubervilliers, Wikipédia

Figure 140 – Ancienne manufacture d'allumettes d'Aubervilliers, Wikipédia

Figure 141 -Château de Saint-Ouen-sur-Seine, Wikipédia

Figure 142- Eglise de Saint-Ouen-le-Vieux, Wikipédia

D'après le plan des Servitudes d'Utilité Publique intégré au PLUi de Plaine Commune, le secteur opérationnel du projet fait partie d'un périmètre de protection de monument historique.

Le site fait partie d'une zone de protection des monuments historiques classés ou inscrits. Par conséquent, les projets de construction et d'utilisation des sols doivent faire l'objet d'une consultation préalable de l'Architecte des Bâtiments de France.

Le projet prévoit la restauration des Cathédrales à travers une réhabilitation. La Conservatrice des Monuments Historiques, l'Architecte des Bâtiments de France, la Maîtrise d'Ouvrage et les architectes du projet échangent régulièrement sur le projet des Cathédrales du Rail, dans une démarche partenariale. , le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH) sera notamment associé à la démarche de réhabilitation des bétons endommagés.

Une équipe de maitrise d'œuvre est constituée pour rassembler l'ensemble des expertises nécessaires à la réhabilitation du clos-couvert des Cathédrales (architecture, structure, désamiantage, économiste de la construction, …).

2.8.4.2. Archéologie

La commune de Saint-Denis compte également de nombreuses Zones de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA). Il s'agit de zones dans lesquelles les projets d'aménagement sont présumés faire l'objet de fouilles archéologiques prescrites préalablement à leur réalisation. Les ZPPA sont définies par arrêté du préfet de Région, et visent à préserver les éléments du patrimoine archéologique susceptibles d'être affectés par les travaux et projets d'aménagement.

En 2024, la SAS Cathédrales du Rail a saisi la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) afin d'obtenir une demande d'information préalable au titre de l'article R.523-12 du Code du patrimoine. À l'issue de l'examen du dossier, la DRAC a précisé que :

« En l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ce projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive. »

Ainsi, le projet bénéficie d'une dispense de prescription d'archéologie préventive, valable pour une durée de cinq ans, sauf en cas de modification substantielle du projet ou d'évolution des connaissances archéologiques sur le territoire concerné.

Il est toutefois rappelé qu'en cas de découverte fortuite de vestiges archéologiques, le maître d'ouvrage demeure tenu d'en effectuer la déclaration immédiate auprès du maire de la commune concernée, conformément à l'article L.531-14 du Code du patrimoine, et d'en informer les services compétents de la DRAC.

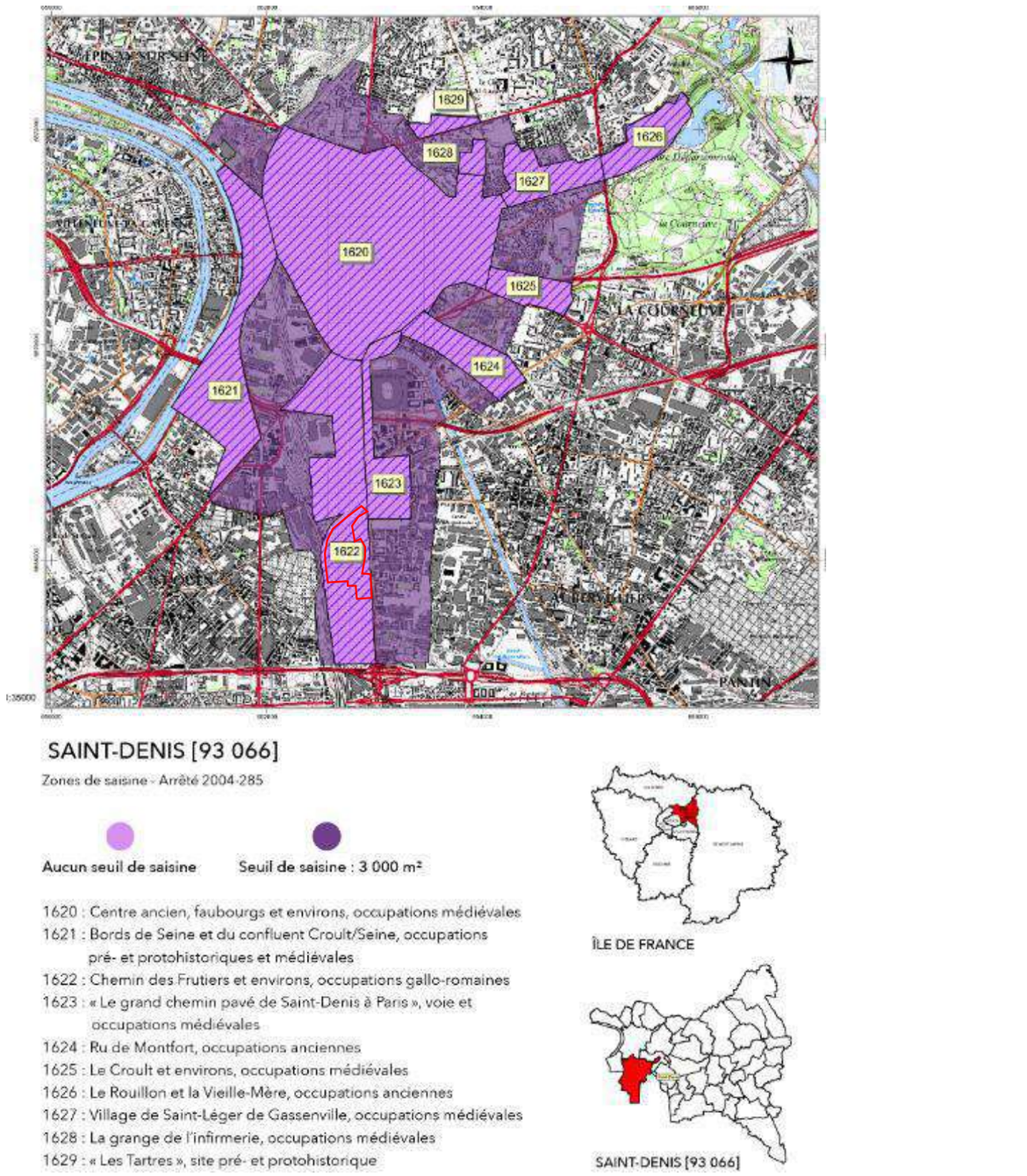


Figure 143 : Zones de saisine à Saint-Denis, O.Puaux, DRAC-Sra Ile-de-France, 2004

Le site est localisé au sein d'une zone de présomption de prescription archéologique (ZPPA).

À la suite d'une saisine spontanée, la DRAC a indiqué le 11 octobre 2024, que le projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.

2.8.5. Synthèse et enjeux

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU	ENJEU
Paysage et patrimoine	Paysage du site des Cathédrales du Rail	Le paysage est celui d'une friche urbaine. L'écologue a réalisé un repérage des zones à enjeux de préservation du site. Des espèces cibles ont été définies, bien que la végétation soit majoritairement composée d'espèces invasives envahissantes.	Faible
	Paysage aux abords du site	Le grand paysage est partiellement visible depuis le site, bien que caché par les voies du Charles de Gaulle Express. Les alentours du site sont très bâtis, avec des immeubles de taille moyenne à vocation d'habitats accueillant des commerces et des services, ainsi que des équipements publics plus bas comme les groupes scolaires voisins. Des espaces végétalisés et légèrement plantés sont présents le long de l'Avenue du Président Wilson. Le projet devra veiller à s'intégrer en continuité. Au Sud-est, la Place du Front Populaire anime le quartier et occupe une place centrale.	Modéré
	Patrimoine bâti	L'emprise d'étude comporte des monuments historiques inscrits, les Cathédrales du Rail, qui doivent être prises en compte.	Fort
	Patrimoine archéologique	À la suite d'une saisine spontanée, la DRAC a indiqué le 11 octobre 2024, que le projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.	Faible

2.9. Milieu humain et socio-économique

Les informations suivantes proviennent en partie du site internet de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques. L'ensemble des données sont représentatives de la statistique à l'échelle de la Commune de Saint-Denis.

2.9.1. Population et habitat

2.9.1.1. Population

Saint-Denis est une commune très peuplée de Plaine Commune. D'après le dernier recensement de population, entre 2014 et 2020 la population dionysienne a connu une faible croissance avec un taux annuel moyen de 0,4%. Cette variation est due au solde naturel moyen de 1,5% qui compense la baisse de population de 1,2% issue des entrées-sorties. A l'échelle de l'intercommunalité, la dynamique démographique est proche avec une faible augmentation de la population depuis 1999, la hausse démographique est de +0,9% entre 2014 et 2020.

Tableau 14 : Population de Saint-Denis en historique depuis 1968 (INSEE, RP2020, 2023)

	1968(*)	1975(*)	1982	1990	1999	2009	2014	2020
Population	99 268	96 132	90 829	89 988	85 832	105 749	110 733	113 116
Densité moyenne (hab/km²)	8 031,4	7 777,7	7 348,6	7 280,6	6 944,3	8 555,7	8 959,0	9 151,8

Tableau 15 : Indicateurs démographiques en historique depuis 1968, INSEE, RP2020, 2023

	1968 à 1975	1975 à 1982	1982 à 1990	1990 à 1999	1999 à 2009	2009 à 2014	2014 à 2020
Variation annuelle moyenne de la population en %	-0,5	-0,8	-0,1	-0,5	2,1	0,9	0,4
due au solde naturel en %	1,0	0,9	1,2	1,2	1,3	1,7	1,5
due au solde apparent des entrées sorties en %	-1,4	-1,7	-1,3	-1,7	0,8	-0,8	-1,2
Taux de natalité (‰)	18,7	17,8	19,3	19,1	21,0	21,8	20,1
Taux de mortalité (‰)	9,1	8,9	7,7	6,9	5,6	4,8	4,7

Tableau 16 : Population par âge, INSEE, 2020

	2009	%	2014	%	2020	%
Ensemble	**105 749**	**100,0**	**110 733**	**100,0**	**113 116**	**100,0**
0 à 14 ans	24 953	23,6	26 183	23,6	24 899	22,0
15 à 29 ans	24 873	23,5	23 758	21,5	25 731	22,7
30 à 44 ans	24 743	23,4	27 301	24,7	26 530	23,5
45 à 59 ans	18 187	17,2	18 763	16,9	19 826	17,5
60 à 74 ans	9 025	8,5	10 193	9,2	11 550	10,2
75 ans ou plus	3 969	3,8	4 534	4,1	4 581	4,1

Par ailleurs, la population dionysienne est majoritairement jeune avec environ 68% de moins de 45 ans. La population dionysienne a tendance à vieillir mais globalement les chiffres sont stables entre 2009 et 2020. A l'échelle du département, 65% des habitants ont moins de 45 ans. La ville de Saint-Denis est donc très représentative de cette tendance.

Par ailleurs, le nombre moyen d'occupants par résidence principale est en baisse constante depuis 1968 et s'établit, en 2020, à 2,41 occupants à Saint-Denis, contre 2,53 à l'échelle de la Seine-Saint-Denis.

A l'échelle communale, la population dionysienne est composée principalement de 56.5% de ménages avec famille et 38,4% de ménages d'une personne, contre 63,3% et respectivement 33,6% à l'échelle de la Seine-Saint-Denis. La part de familles se répartit entre les familles monoparentales qui représentent 15,7% des ménages de Saint-Denis, les couples avec enfant(s), 26,8%, et les couples sans enfants, 14%. Environ 41% des habitants de Saint-Denis sont célibataires.

Tableau 17 : Ménage selon leur composition (INSEE, RP2020, 2023)

	Nombre de ménages						Population des ménages		
	2009	%	2014	%	2020	%	2009	2014	2020
Ensemble	40 722	100,0	43 123	100,0	46 005	100,0	102 862	107 683	111 040
Ménages d'une personne	13 859	34,0	15 154	35,1	17 648	38,4	13 859	15 154	17 648
Hommes seuls	7 112	17,5	7 831	18,2	9 764	21,2	7 112	7 831	9 764
Femmes seules	6 747	16,6	7 323	17,0	7 885	17,1	6 747	7 323	7 885
Autres ménages sans famille	2 259	5,5	2 865	6,6	2 359	5,1	5 726	7 332	5 715
Ménages avec famille(s) dont la famille principale est :	24 603	60,4	25 103	58,2	25 998	56,5	83 277	85 197	87 677
Un couple sans enfant	6 279	15,4	6 365	14,8	6 435	14,0	13 467	13 774	13 901
Un couple avec enfant(s)	12 554	30,8	12 478	28,9	12 824	28,8	52 885	52 978	52 739
Une famille monoparentale	5 771	14,2	6 259	14,5	7 239	15,7	16 924	18 445	21 036

2.9.1.2. Parc de logements

Saint-Denis comptait en 2020, 50 016 logements. Actuellement, le parc connait une croissance modérée mais régulière. La part de logements vacants a augmenté de 0,3% en six ans et s'élève désormais à 3 141 logements. Les Dionysiennes et Dionysiens sont plutôt sédentaires en matière de logement, en effet 91% de la population habitait dans le même logement 1 an auparavant.

Tableau 18 : Lieu de résidence 1 an auparavant, INSEE, RP2020, 2023

	2014	%	2020	%
Personnes d'1 an ou plus habitant auparavant :	**108 663**	**100,0**	**111 211**	**100,0**
Dans le même logement	*97 179*	*89,4*	*101 432*	*91,2*
Dans un autre logement de la même commune	*4 663*	*4,3*	*3 682*	*3,3*
Dans une autre commune	*6 820*	*6,3*	*6 097*	*5,5*

Les logements à Saint-Denis sont essentiellement des résidences principales (92%). 89,5% des logements sont des appartements. Près de 75% des logements sont constitués de T3 ou moins.

Tableau 19 : Résidences principales selon le nombre de pièces, INSEE, RP2020, 2023

	2009	%	2014	%	2020	%
Ensemble	**40 729**	**100,0**	**43 123**	**100,0**	**46 025**	**100,0**
1 pièce	5 579	13,7	5 817	13,5	7 287	15,8
2 pièces	11 767	28,9	12 859	29,8	13 094	28,4
3 pièces	12 005	29,5	12 855	29,8	14 088	30,6
4 pièces	8 094	19,9	8 511	19,7	8 237	17,9
5 pièces ou plus	3 284	8,1	3 081	7,1	3 319	7,2

La lecture du tableau ci-dessous renseigne sur l'ancienneté du parc de logements de Saint-Denis. Plus de la moitié des logements ont été construits après 1970 (55,2 %). Le parc est donc relativement récent. Son renouvellement est assuré notamment par le biais de politiques de renouvellement urbain, notamment grâce aux projets de ZAC, et d'initiatives privées de rénovations.

Tableau 20 : Résidences principales selon la période d'achèvement (INSEE, RP2020, 2023)

	Nombre	%
Résidences principales construites avant 2018	**45 288**	**100,0**
Avant 1919	3 013	6,7
De 1919 à 1945	4 762	10,5
De 1946 à 1970	12 511	27,6
De 1971 à 1990	10 175	22,5
De 1991 à 2005	6 435	14,2
De 2006 à 2017	8 392	18,5

2.9.2. Activité économique

2.9.2.1. Tissu économique au niveau local

Le département de la Seine-Saint-Denis présente un tissu économique dynamique et marqué par un accroissement du nombre d'entreprises s'y implantant durant les dernières décennies. Il compte malgré cela un taux de chômage assez élevé.

L'économie locale est axée autour de plusieurs pôles économiques clés : la zone aéroportuaire de Paris-Charles-De-Gaulle, la zone de la Plaine Saint-Denis (tertiaire, recherche, activités), le secteur central de la Seine-Saint-Denis (recherche, bureaux, administrations), le secteur de l'aéroport du Bourget et ses zones d'activités, le secteur Montreuil - Rosny-sous-Bois – Bagnolet pourvu de grands complexes de bureaux, centres commerciaux et activités industrielles. Saint-Denis constitue la commune offrant le plus d'emplois.

L'activité est structurée autour de filières comme l'industrie aéronautique et aéroportuaire, le commerce textile, les biotechnologies, les matériels de transport et les éco-industries.

La ville profite également de sa proximité à la Métropole qui concentre de nombreuses fonctions d'envergures métropolitaines (éducation du supérieur, fonctions administratives, économiques), notamment grâce au réseau de transport en développement. Ainsi, l'INSEE estime en 2010 que 3 actifs sur 10 vivant en Seine-Saint-Denis, travaillent à Paris.

Selon l'INSEE, 72,9% des habitants de Saint-Denis travaillaient dans une commune voisine.

Tableau 21 : Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi qui résident dans la zone, INSEE

	2009	%	2014	%	2020	%
Ensemble	**41 331**	**100**	**42 436**	**100**	**43 686**	**100**
Travaillent :						
dans la commune de résidence	11 025	26,7	11 531	27,2	11 827	27,1
dans une commune autre que la commune de résidence	30 306	73,3	30 905	72,8	31 860	72,9

2.9.2.2. Contexte économique au niveau communal

La population active de la commune de Saint-Denis représente 71% à des 15-64 ans, ce qui est inférieur à la proportion du département (72,8%).

En termes de chômage, la proportion de demandeurs d'emploi à l'échelle communale est de 15,1%. Le taux de chômage de la commune est plus élevé que celui de la métropole (12,4%) lui-même plus élevé qu'à l'échelle nationale (7,83%).

Tableau 22 : Population de 15 à 64 ans par type d'activité en 2018 (INSEE, RP2020, 2023)

	2009	2014	2020
Ensemble	**71 973**	**74 614**	**77 061**
Actifs en %	**73,1**	**73,5**	**71,0**
Actifs ayant un emploi en %	56,9	56,0	55,9
Chômeurs en %	16,1	17,5	15,1
Inactifs en %	**26,9**	**26,5**	**29,0**
Élèves, étudiants et stagiaires non rémunérés en %	10,7	10,4	11,8
Retraités ou préretraités en %	4,1	3,4	2,6
Autres inactifs en %	12,1	12,7	14,6

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la répartition sociale et professionnelle des Dionysiens entre 2009 et 2020 pour les personnes âgées de 15 ans et plus.

Tableau 23 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socioprofessionnelle à Saint-Denis, INSEE, 2020

	2009	%	2014	%	2020	%
Ensemble	**80 762**	**100,0**	**84 548**	**100,0**	**88 170**	**100,0**
Agriculteurs exploitants	9	0,0	8	0,0	2	0,0
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	2 114	2,6	2 240	2,6	2 410	2,7
Cadres et professions intellectuelles supérieures	5 100	6,3	6 436	7,6	8 109	9,2
Professions intermédiaires	10 143	12,6	10 625	12,6	10 859	12,3
Employés	18 875	23,4	19 579	23,2	18 503	21,0
Ouvriers	14 622	18,1	14 083	16,7	13 151	14,9
Retraités	10 768	13,3	11 126	13,2	11 021	12,5
Autres personnes sans activité professionnelle	19 132	23,7	20 451	24,2	24 115	27,4

En 2020, à l'échelle de Saint-Denis, le taux de pauvreté de la catégorie des moins de 30 ans, soit la catégorie la plus représentée, était de 35%.

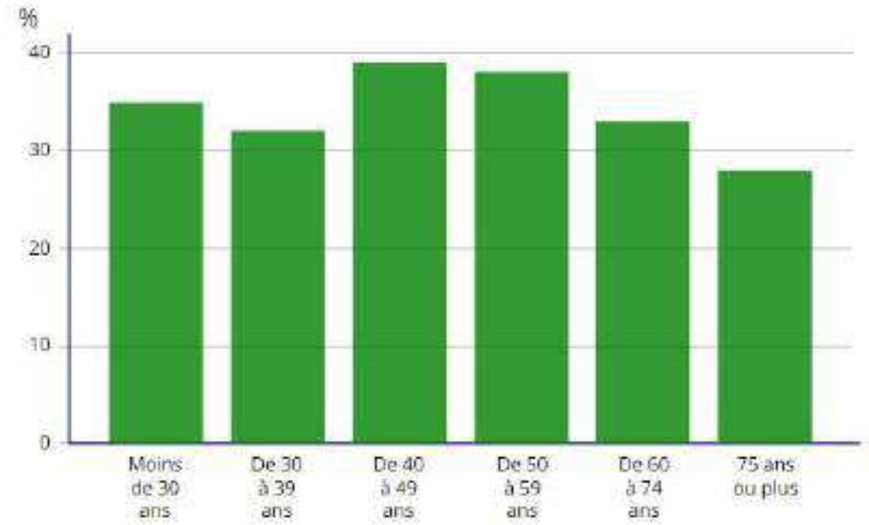


Figure 144 : Taux de pauvreté par tranche d'âge du référent fiscal en 2020, INSEE

2.9.2.3. Analyse de l'offre commerciale

Saint-Denis et les communes de première couronne constituent le cœur de l'agglomération. Elles rassemblent une activité commerciale dynamique et des équipements spécifiques en lien avec leur fonction (transports, industries, activités etc.).

La commune de Saint-Denis regroupe notamment un marché rassemblant 300 commerçants, 900 boutiques dans le centre-ville et un centre commercial. Le centre-ville offre une grande densité et diversité de commerces, notamment grâce à la foncière de la ville « Saint-Denis Commerces », qui a renforcé l'attractivité et l'offre commerciale du centre-ville et du quartier de la gare. La ville régule ainsi le foncier commercial et favorise l'installation de nouvelles activités.

Le taux de vacance des équipements commerciaux de la ville était de l'ordre de 17% en 2017, mais est en baisse. Cela peut s'expliquer en partie par le taux de chômage et le taux de pauvreté relativement élevés de la ville.

La plupart des commerces et le centre commercial Basilique sont localisés dans le centre-ville de Saint-Denis, situé dans la partie Nord de la ville, à environ 3,5 km du site d'étude (11 min à vélo, 35 min en transport en commun et 45 min à pied). Dans la partie Sud de la ville, au niveau du Stade de France et du quartier de la Plaine, de nombreux pôles tertiaires complètent le pôle historique du quartier Pleyel qui recevra le Grand Paris Express et sa nouvelle gare, située à 21 minutes à pied et 7 minutes de vélo du site des Cathédrales du Rail.

Figure 145 : Centre commercial Basilique, Google Street View

Figure 146 : Itinéraire vélo du site d'étude au centre commercial, Google Maps 2023

L'offre commercial d'Aubervilliers est également à proximité du site : le centre commercial Le Millénaire, situé à quelques kilomètres, est accessible depuis le site en 33 minutes à pied et en 11 minutes de vélo.

Figure 147 : Centre commercial le Millénaire, Wikipédia

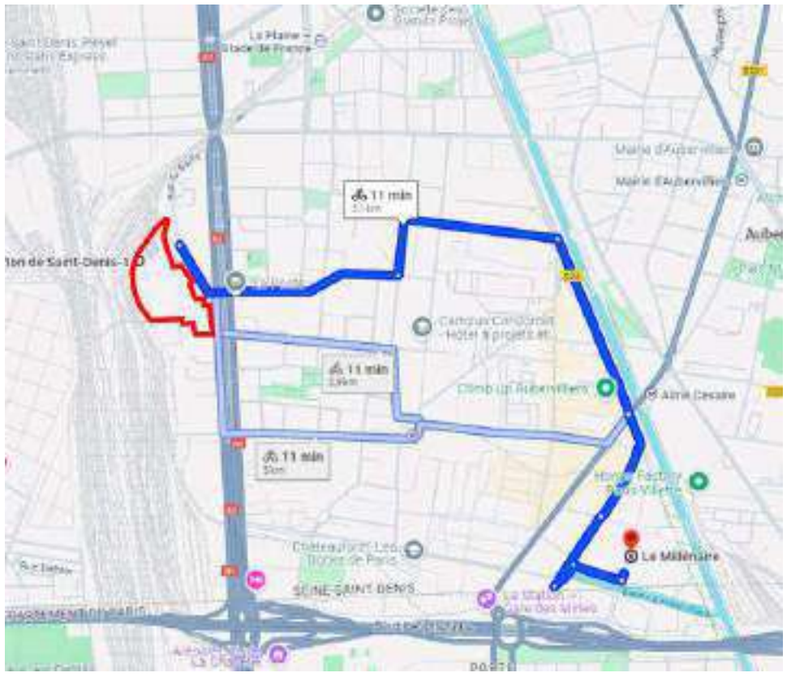


Figure 148 : Itinéraire vélo du site d'étude au centre commercial Le Millénaire, Google Maps 2024

L'Avenue des Magasins Généraux, à 23 minutes à pied et 7 minutes de vélos du site, comporte également des enseignes commerciales, notamment de textiles, d'électroménager ou de bureautique et papeterie.

Dans l'aire d'étude rapprochée (à moins de 1 km), les habitants peuvent avoir accès à plusieurs restaurants, services et commerces de proximité, notamment :

- Avenue du Président Wilson, à 350 mètres, soit à 5 minutes à pied :
  - Plusieurs restaurants,
  - Une pharmacie,
  - Un bureau de poste,
  - Une boulangerie,
  - Un primeur,
  - Un bar tabac,
  - Une épicerie,
  - Une banque,
  - Une boucherie
  - Un salon de coiffure
  - Une laverie
- Rue de la Montjoie, à 400 mètres soit 6 minutes à pied :
  - Deux esthéticiennes
  - Une mercerie
  - Un laboratoire d'analyses médicales

© TERAO 2026

Figure 149 : Croisement de la rue du Bailly et de l'Avenue du Président Wilson, Google Street view

Figure 150 – Pharmacie de la Plaine et Brasserie, Avenue du Président Wilson, Google Street view

Figure 151 Laboratoire et poste, intersection entre la rue de la Montjoie et l'Avenue du Président Wilson, Google Street view

Enfin, un marché alimentaire hebdomadaire se tient le samedi de 8h à 13h sur l'Avenue de la métallurgie à 8 minutes à pied du site, le Marché de la Plaine.

Figure 152 : Marché de la Plaine Saint-Denis, Page Facebook du marché

Ainsi, l'aire d'étude rapprochée (rayon de 1 km) dispose d'une offre commerciale de proximité complète, accessible à pied comme à vélo.

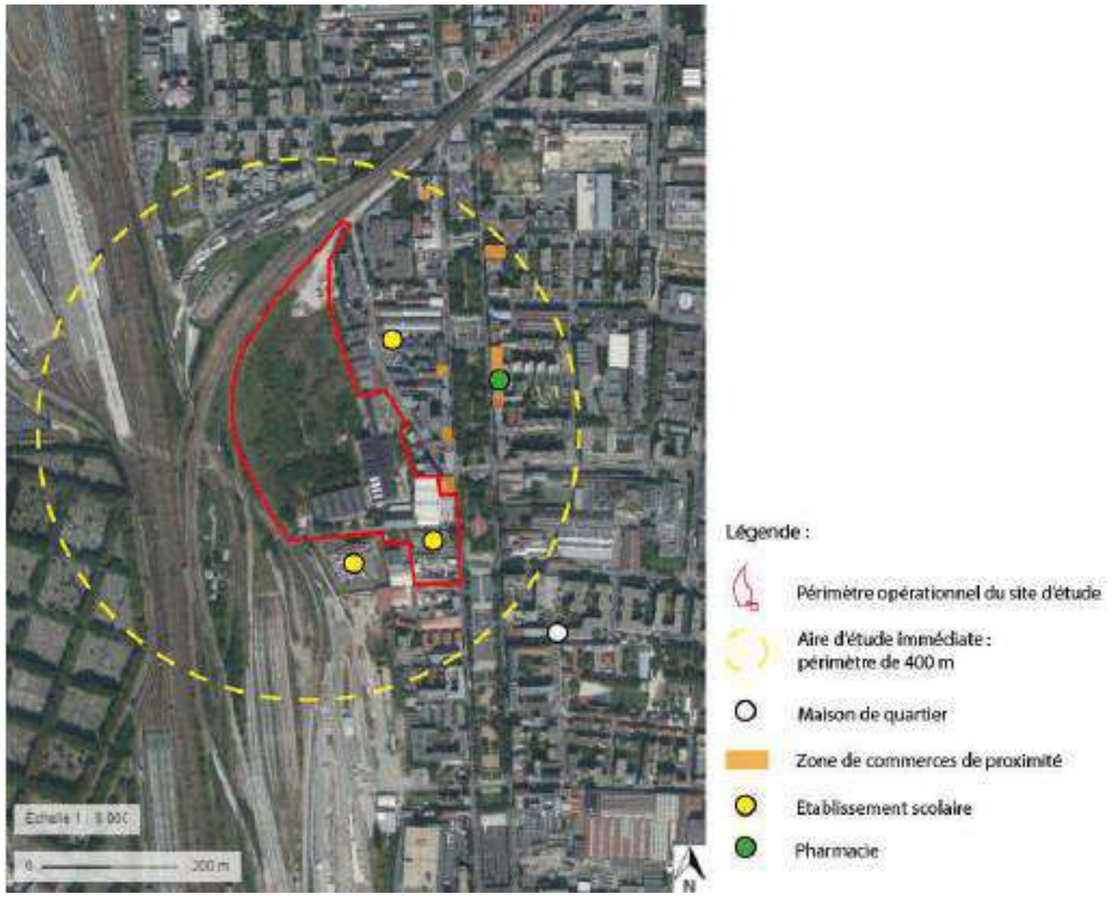


Figure 153 : Carte des commerces de proximité dans l'aire d'étude immédiate, TERAO 2023

2.9.3. Equipements publics

2.9.3.1. Equipements sanitaires

La commune de Saint-Denis dispose d'un certain nombre d'infrastructures hospitalières, dont :

- Le centre hospitalier de Saint-Denis, 2 Rue du Dr Delafontaine, à 4 km, à 15 minutes en voiture ;
- Le centre de cardiologie, 10 Bd Anatole France, à 2,4 km, à 7 minutes en voiture ;
- La clinique du Grand Stade, 30 Rue Danielle-Casanova, à 3,2 km, à 10 minutes en voiture.

Plusieurs professionnels de santé (médecins généralistes, podologue, dentiste, kinésithérapeute) sont implantés dans l'aire d'étude rapprochée, ainsi qu'une pharmacie sur l'Avenue du Président Wilson.

2.9.3.2. Equipements scolaires

L'aire d'étude rapprochée compte plusieurs établissements scolaires dont :

- Contigüe au site, sur le chemin des Petits Cailloux au sud, la crèche La Marelle et les écoles maternelle et élémentaire du groupe scolaire Niki de Saint-Phalle. Il a été construit en 2015 en anticipation des mutations du sud de la Plaine. Il est donc dimensionné pour accueillir les enfants du quartier des Cathédrales du Rail.
- Contigüe au site, sur la rue du Bailly à l'est, les écoles maternelle et élémentaire du groupe scolaire Aimé Césaire - La Lizon.
- L'Ecole maternelle La Montjoie et l'école élémentaire Louis Antoine, rue Saint-Just, à 500 et 600 mètres, soit 7 et 8 minutes à pied ;
- Le groupe scolaire Les drapiers/Gutenberg, rue de la Montjoie, à 350 mètres, 5 minutes à pied ;
- Le collège Iqbal Masih, rue Jeumont, à 450 mètres, 7 minutes à pied.
- Le lycée Rosa-Parks (anciennement Angela Davis) est localisé au 70 Avenue George Sand. Depuis le site des Cathédrales du Rail, ce lycée se trouve à environ 15 minutes à pied, 4 minutes à vélo ou 13 minutes en transports en commun via la ligne de bus 153.

A ces équipements publics s'ajoutent aussi les établissements privés suivants :

- Le Groupe scolaire Jean-Baptiste de la Salle, place de la résistance, 2,4 kilomètres, 10 minutes en voiture
- Le collège Saint Vincent de Paul, boulevard Félix Faure, 3 km, 13 minutes en voiture.

2.9.3.3. Equipements sportifs

Le quartier dispose de plusieurs infrastructures sportives telles que le Petit stade (aussi appelé Annexe au stade de France), situé 1 Rue de la Couture Saint-Quentin à 28 minutes à pied, le centre aquatique olympique Avenue du Président Wilson à 25 minutes à pied, un skate-park et d'un terrain de football situés rue Jamin à 8 minutes à pied, le stade du Landy situé dans la rue du même nom à 22 minutes à pied, le complexe sportif Nelson Mandela rue Francis de Pressensé à 11 minutes à pied et le gymnase Irène Popard Avenue George Sand, à 15 minutes à pied. Des équipements sont également disponibles dans certains des squares de la ville.

Figure 154 : Stade du Landy, Ville de Saint-Denis

Cette pluralité d'équipements d'intérieur et d'extérieur offre aux habitants du quartier l'accès à de nombreuses activités sportives. La ville compte également des infrastructures sportives plus lointaines dans sa partie Nord, comme la Maison du tennis de table ou le parc des sports Auguste Delaune. Ces infrastructures sont accessibles à 18 minutes à vélo.

Figure 155 : Maison du tennis de table La Raquette, catalogue de préparation Paris 2024

Les éléments sur les pistes cyclables et voies vertes sont décrit dans la partie 2.10.3.5 Déplacements doux.

2.9.3.4. Equipements socio- culturels

Les équipements culturels se concentrent plutôt dans l'hyper-centre de Saint-Denis.

Dans l'aire d'étude rapprochée, on retrouve :

- Académie Fratellini, rue des cheminots, proposant des spectacles de cirque et une école du cirque (10 min à pied, 6 à vélo) ;
- Le théâtre de La Belle Etoile, rue Saint-Just (10 min à pied, 3 min en vélo) ;
- Le cinéma Gaumont de Saint-Denis, rue du Mondial 1998 (25 min à pied, 9 min en vélo) ;
- Les réserves du musée des Arts et Métiers, Avenue du Président Wilson (9 min à pied, 3 min en vélo) ;
- La Médiathèque Don Quichotte, Avenue du Président Wilson (5 min à pied, 4 à vélo)

Figure 156 : Médiathèque Don Quichotte, Plaine Commune

2.9.3.5. Parcs et jardins publics

La ville de Saint-Denis compte de nombreux parcs et espaces verts, dont certains de grande taille. La partie sud de Saint-Denis est cependant assez loin du Parc Départemental Georges-Valbon et du parc de la Légion d'Honneur, ce qui empêche ses habitants d'en profiter. En revanche, plusieurs squares et jardin sont à proximité du site, comme le square de la Cristallerie ou celui des Acrobates à 11 minutes à pied, qui proposent également des infrastructures sportives, ou encore les Jardins du Président Wilson à 7 minutes. Le quartier compte donc plusieurs espaces verts de bonnes dimensions.

© TERAO 2026

Figure 157 : Square des Acrobates, Plaine Commune

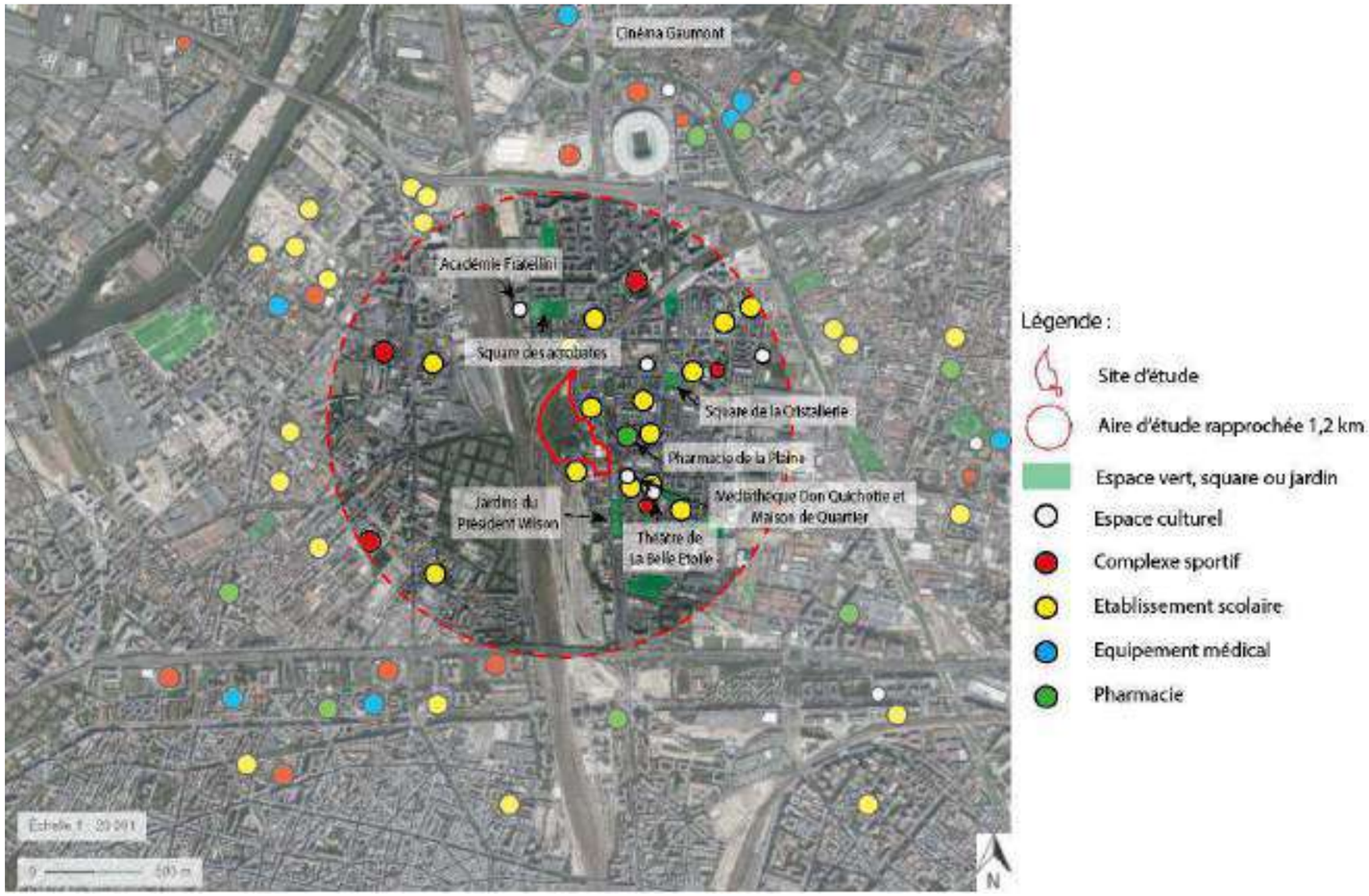


Figure 158 : Figure 170 : Carte de synthèse des équipements à proximité du site d'étude, TERAO 2023

2.9.1. Synthèse et enjeux

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU		ENJEU
Milieu humain et socio-économique	Population et habitat	Population	Concernant la démographie, le solde migratoire présente un déficit à Saint-Denis, bien que le solde naturel soit légèrement supérieur à celui du département. La population dionysienne semble vieillir légèrement à travers une augmentation de la part des 60-75 ans et une diminution des 0-29 ans. Concernant la composition des ménages, leur taille diminue continuellement à Saint-Denis (2009-2020) avec notamment une réduction marquée de la part des couples avec enfant(s), plus légère de la proportion de couples sans enfant et une augmentation de la part des célibataires.	Faible
		Habitat	Le parc de logements de Saint-Denis est relativement récent et a tendance à se renouveler par des politiques de renouvellement urbains et de rénovation. Ces nouveaux logements doivent s'adapter à la composition des ménages qui a tendance à diminuer en taille, et également à sa population vieillissante, c'est-à-dire que la programmation immobilière doit tenir compte de profils socio-démographiques des habitants.	Modéré
	Activité économique	Le site d'étude s'insère dans une zone (rayon de 1 km) disposant d'une offre commerciale de proximité complète, accessible à pied comme à vélo.		Nul
	Equipements publics	La commune de Saint-Denis dispose d'une offre d'équipement public diversifiée et complète, accessible facilement et assez rapidement depuis le site d'étude, ainsi qu'une offre scolaire immédiatement disponible pour les futurs habitants.		Nul
	Parcs et jardins publics	La partie Sud de la commune compte peu d'espaces verts publics généreux propices à la qualité de vie et au développement de la biodiversité. Quelques parcs de dimensions modestes sont présents à proximité du site.		Modéré

2.10. Accessibilité et déplacements

2.10.1. Documents cadres : Plan de déplacements urbains en Ile-de-France (PDUIF) et Plan Local de Mobilité (PLM) de Plaine-Commune

Le Plan de Déplacements Urbains en Ile-de-France (PDUIF) est le document de référence de la politique de la mobilité dans la région. La rédaction d'un Plan Local de Déplacements (PLD) est obligatoire pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Etabli à partir des objectifs du PDUIF, il doit être révisé au bout de 5 ans, et mis en compatibilité avec les documents de planification régionaux révisés depuis 2008.

A Plaine Commune, l'ancien Plan Local de Déplacements (PLD), datant de 2016 a été remplacé par le Plan Local de Mobilité. Ce plan stratégique, pensé sur cinq ans, a pour objectif d'organiser et d'améliorer les déplacements sur le territoire en mettant l'accent sur les modes de transport durables, tout en s'appuyant sur les enseignements du Plan Local de Déplacement 2016. Il vise à encourager la transition vers des énergies plus propres, afin de favoriser une mobilité plus fluide, inclusive et respectueuse de notre cadre de vie.

Son programme d'action est structuré selon 4 grands objectifs :

- Renforcer l'efficacité de la mobilité
- Améliorer le cadre de vie et contribuer à la santé publique
- Garantir l'accessibilité à la mobilité pour tous les publics
- S'engager dans la sobriété énergétique et lutter contre le changement climatique.

Pour les atteindre, une centaine d'actions dont certaines interdépendantes ont été détaillées dans le PLM, et sont organisées selon les 9 orientations suivantes :

- Garantir les conditions d'une bonne mise en œuvre de la vision du territoire en matière de mobilités
- Maîtriser l'accessibilité routière pour apaiser le territoire
- Renforcer les pratiques alternatives et plus vertueuses de l'automobile
- Adopter des politiques de stationnement territorialisées au service d'une évolution de l'offre et d'une valorisation de l'espace public pour d'autres usages
- Renforcer l'attractivité du réseau de transports en commun
- Développer la richesse d'un écosystème vélo
- Conforter la marche comme mode central dans l'espace public et les chaînes de déplacement
- Concrétiser le droit à la mobilité
- Organiser et maîtriser la mobilité des marchandises et les pratiques de logistique en ville (Plan Logiplaine).

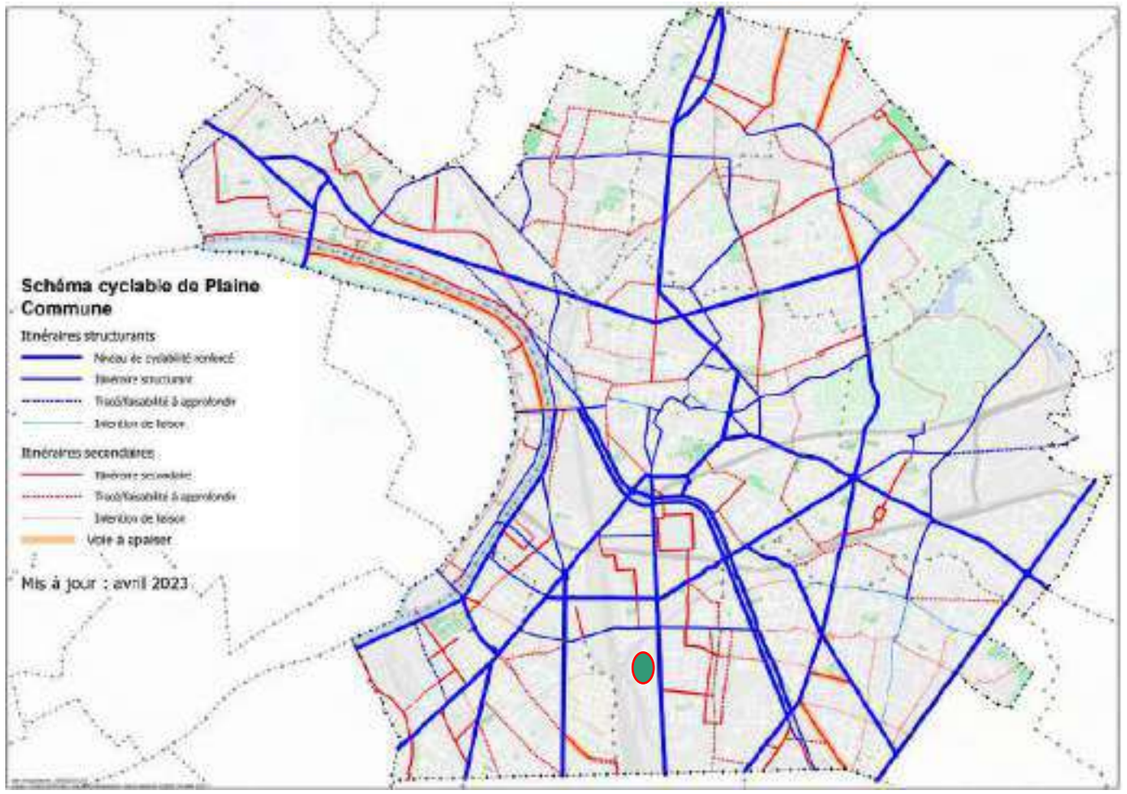


Figure 159 : Schéma cyclable de Plaine Commune - Avril 2023

2.10.2.Déplacements des habitants

Selon les données de l'INSEE, en 2020, 62,1% des Dionysiens se rendent au travail en transports en commun, contre 23,5% en voiture.

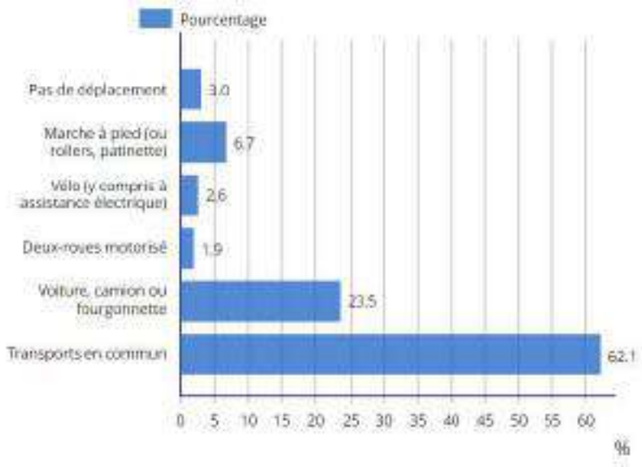


Figure 160 : Part des moyens de transport utilisés pour se rendre au travail en 2020, INSEE

Cette différence s'explique entre autres par une caractéristique du territoire de Plaine-Commune : environ 43% des ménages de Plaine Commune n'ont pas de voiture, d'après un état des lieux réalisé en 2010 par Plaine Commune. De plus, selon l'INSEE, 50 000 travailleurs actifs quittaient Plaine-Commune pour aller travailler à Paris chaque jour en 2012. Pour ce faire, ils utilisaient majoritairement les transports en commun, ce qui explique la faible utilisation de la voiture pour les déplacements liés au travail sur ce territoire. Grâce aux investissements réalisés par Plaine Commune et la métropole du Grand Paris pour favoriser l'usage des transports en commun (notamment le déploiement du Grand Paris Express), la part des déplacements en transport en commun devrait connaitre une hausse significative dans les années à venir.

On peut également noter que 9,3% des Dionysiens se déplacent via des mobilités douces (à pied / en roller / trottinette/ vélo) pour se rendre sur leur lieu de travail. Au regard de la politique publique de développement des mobilités douces, qui table sur le développement de nouveaux itinéraires cyclables, la part des déplacements en modes doux pourrait augmenter dans les années à venir.

L'intermodalité est donc un enjeu important à prendre en compte dans le cadre du projet d'ensemble afin d'accompagner le glissement des modes de déplacement pendulaire vers les transports en commun et les mobilités actives.

2.10.3.Réseau viaire du territoire

2.10.3.1. Infrastructures viaires structurantes

La commune de Saint-Denis bénéficie d'une bonne desserte automobile. Elle est accessible depuis Paris, et également depuis d'autres pôles régionaux comme Rouen ou Amiens, ainsi que depuis les communes voisines. Le réseau routier desservant Saint-Denis est structuré par les axes suivants :

- Le Boulevard périphérique, longeant la partie Sud de la ville
- La Route Nationale 1 (avenue du Président Wilson), reliant Paris à Dunkerque et traversant Saint-Denis en longeant le site d'étude
- L'autoroute A1, reliant Paris à Lille en suivant le tracé de l'A1 à proximité du site d'étude
- La Route Européenne E19, qui relie Paris à Amsterdam en passant par Bruxelles et constitue la route la plus fréquentée d'Europe en termes de trafic routier, commençant au Nord du site
- L'autoroute A86, traversant Saint-Denis d'est en ouest en formant une boucle de contournement de Paris
- Les nationales N186, N410, N412 et N14, complétant le réseau

Il est donc très simple de rejoindre le site depuis la partie Nord de la France et l'Europe.

L'autoroute la plus proche du site est l'A1 à 10 minutes en voiture. Elle est située sous l'Avenue du Président Wilson, en tant qu'ouvrage souterrain.

A l'échelle de Saint-Denis, plusieurs projets d'envergure sont prévus pour faciliter les déplacements :

- Aménager un échangeur complet pour Pleyel et Porte de Paris (A86 et A1) afin d'améliorer la desserte du quartier Pleyel et les conditions de circulation, tout en développant l'offre de déplacement à pied, à vélo et par les transports en commun. Ce projet est porté par la Direction des Routes d'Ile-de-France (DiRIF) ;
- L'aménagement des routes départementales pour les rendre cyclables.

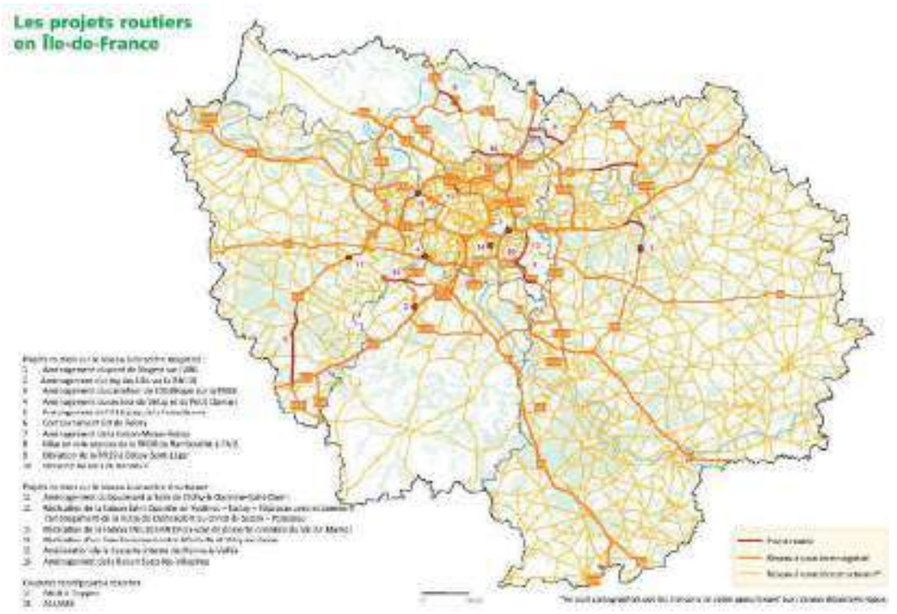


Figure 161 – Les projets routiers en Ile-de-France, PDUIF de la Métropole du Grand Paris (2014)

2.10.3.2. Infrastructures viaires

A l'échelle infracommunale, le site d'étude est desservi par la Nationale 1 (Avenue du Président Wilson), accessible depuis la rue du Bailly, et qui permet notamment de rejoindre l'Autoroute A1, la route Européenne 19, la départementale 20, la Nationale N412 et les autres connexions plus au Nord de la ville.

Il est également facile de rejoindre Paris, à moins de 15 min de voiture depuis le site en passant par l'avenue du Président Wilson et la rue de la Chapelle.

Bordant le site, la rue du Bailly est à sens unique selon une direction Nord-Sud, la circulation y est limitée à 30 km/h du fait de la proximité de l'école Aimé Césaire et La Lison. Des ralentisseurs sont installés. Le chemin des Petits Cailloux est circulé à double sens, et est également en double sens de par sa proximité avec des écoles. Il présente également plusieurs ralentisseurs pour limiter la vitesse des voitures.

L'Avenue du Président Wilson est circulée à double sens (deux voies) et recouvre la partie enterrée de l'A1 et l'E19. La circulation sur la nationale 1 est limitée à 50 km/h du fait de sa localisation en centre-ville.

Figure 162 : Chemin des Petits Cailloux, Google Street View 2023

Figure 163 : Rue du Bailly, Google Street View 2023

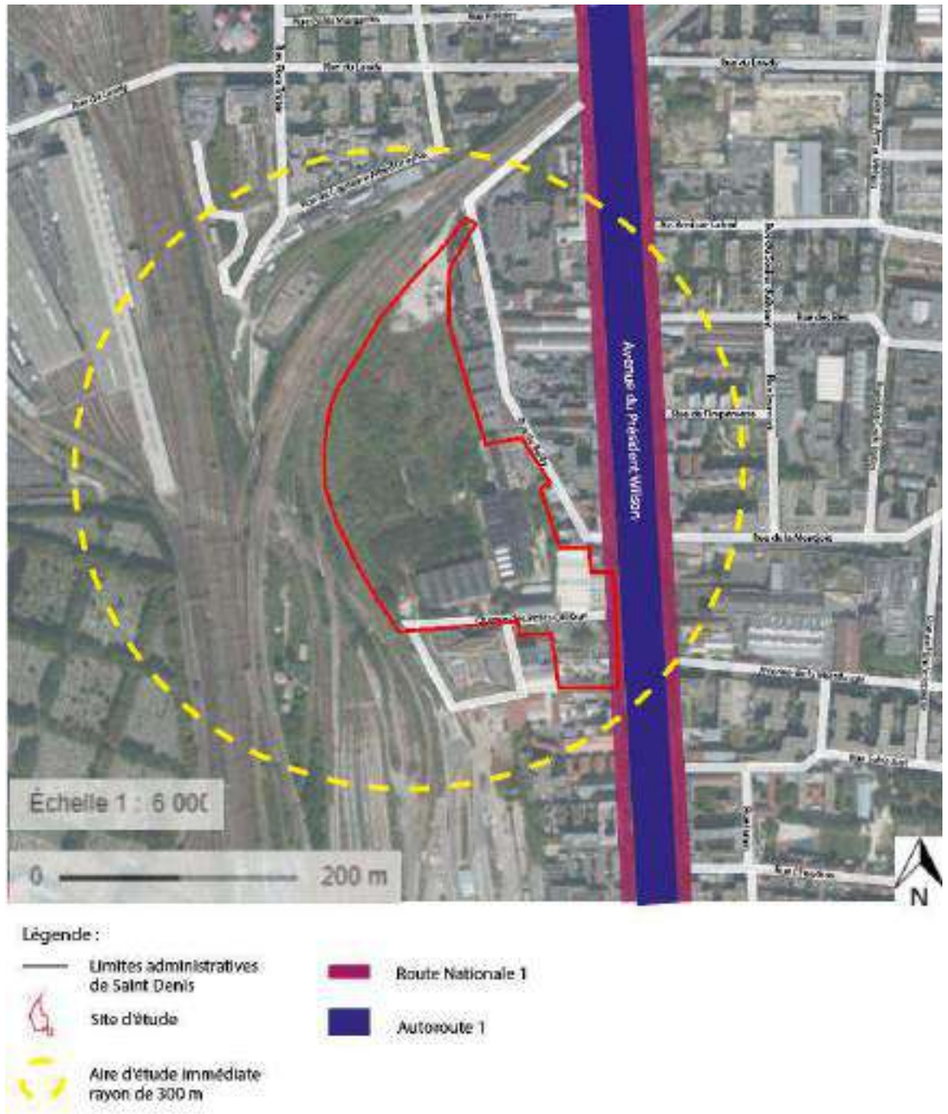


Figure 164 - Carte des infrastructures viaires à proximité du site, TERAO, 2023

Figure 165 : Sens de circulation des infrastructures viaires à l'échelle de l'aire d'étude immédiate, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024

2.10.3.3. Etude circulation

❖ Méthodologie

Une étude de circulation a été réalisée par la société COSITREX en octobre 2023, commanditée par les maîtres d'ouvrage, pour le projet des Cathédrales du Rail (cf. annexe).

Lors de cette enquête, les comptages suivants ont été réalisés :

- des comptages automatiques sur l'Av. du Président Wilson et la Rue du Bailly pendant une semaine,
- des comptages directionnels aux heures de pointe sur 11 des principaux carrefours du quartier.

Figure 166 : Localisation des points de comptages directionnels, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024

Pour prendre en compte les différents types de véhicules, cette étude de circulation emploie l'Unité-Véhicule-Particulier (UVP) définie selon :

- Une voiture = 1 UVP ;
- Un poids-lourds ou un bus = 2 UVP ;
- Un deux-roues = 0,5 UVP.

❖ Volume de trafic en heure de pointe – rues et avenues :

- L'**Avenue du Président Wilson** supporte, en situation actuelle, une circulation dense aux heures de pointe, mais fonctionnant, avec 1 130 UVP/h le matin et 1 139 UVP/h le soir aux heures de pointe, deux sens confondus, entre la Rue du Bailly et la rue de l'Imprimerie. Le matin le flux est plus important vers le sud, le soir les volumes de trafic sont équivalents.
- La **Rue du Bailly** supporte un faible volume de trafic, mais des vitesses excessives y sont relevées. A l'heure de pointe le matin, seules 53 UPV/h sont relevées, et 57 le soir.
- La **Rue du Landy** supporte en situation actuelle un fort volume de trafic. Le matin le volume de trafic est de 582 UVP/h à l'ouest de l'Avenue du Président Wilson et 493 UVP/h à l'est. Le soir, le volume de trafic est de 634 UVP/h à l'ouest et 723 UVP/h à l'est. Des remontées de file en amont des différents carrefours à feux se créent en heure de pointe. Ces remontées de file se résorbent cependant à la fin des heures de pointe. Durant les heures creuses, des vitesses excessives sont relevées, et du stationnement sauvage gêne les piétons et vélos.
- Le **Chemin des Petits Cailloux** supporte un faible volume de trafic aux heures de pointe. Le matin, le volume de trafic est de 53 UVP/h. Le soir, le volume de trafic est plus réduit et avoisine 28 UVP/h. Du stationnement gênant est recensé sur certaines sections.
- La **Rue de la Montjoie** a également un faible volume de trafic, avec 46 UVP/h le matin et 53 UVP/h le soir. Elle est assez calme.
- L'**Avenue Amilcar Cabral** présente des volumes de trafic modérés, avec 86 UVP/h le matin et 158 UVP/h le soir.

- L'**Avenue de la Métallurgie** également, avec 190 UVP/h le matin et 172 UVP/h le soir.

❖ Volume de trafic en heure de pointe – Carrefours :

- **Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Landy** : le carrefour supporte un volume de trafic modéré aux heures de pointe, avec 1 722 UVP/h le matin et 1 792 UVP/h le soir (somme des trafics entrants sur le carrefour). Les remontées de file sont limitées et le stockage des véhicules au milieu du carrefour est satisfaisant.
- **Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Bailly** : aux heures de pointe, le carrefour supporte un volume de trafic modéré de 734 UVP/h le matin et 620 UVP/h le soir. Des remontées de file sont présentes sur l'Avenue du Président Wilson à cause des feux tricolores pour les piétons, mais sans conséquence majeure sur le carrefour.
- **Carrefour Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral** : L'intersection entre ces deux voies est gérée avec 2 carrefours, est ou ouest. Aux heures de pointe, les carrefours supportent un volume de trafic modéré de 731 UVP/h à l'ouest et 526 à l'est le matin, et 655 UVP/h à l'ouest et 744 UVP/h à l'est le soir. Le fonctionnement et le stockage des carrefours sont satisfaisants.
- **Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Bailly x Rue de la Montjoie** : Deux carrefours gèrent le trafic à l'ouest et à l'est. Aux heures de pointe, les carrefours supportent un volume de trafic modéré de 719 UVP/h à l'ouest et 542 UVP/h à l'est le matin et 635 UVP/h à l'ouest et 636 UVP/h à l'est le soir. Le fonctionnement et le stockage des carrefours sont satisfaisants.
- **Carrefour Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie** : l'intersection est également gérée avec deux carrefours. Les charges des carrefours sont modérées avec 739 UVP/h à l'ouest et 621 UVP/h à l'est le matin, et 637 UVP/h à l'ouest et 700 UVP/h à l'est le soir. Le fonctionnement et le stockage des carrefours sont satisfaisants.

Dans l'ensemble, le trafic est plutôt modéré au niveau des avenues et carrefours à proximité du site, excepté l'Avenue du Président Wilson qui accueille un trafic plus intense. Quelques remontées se forment parfois aux heures de pointe, sans impacter réellement la circulation. Le fonctionnement et le stockage des carrefours sont satisfaisants.

Des stationnements gênent parfois les piétons et les vélos, et dans les zones à vitesse limitée, des dépassements ont été enregistrées.

Figure 167 : Situation actuelle aux heures de pointe du matin, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024

<

Figure 168 : Situation actuelle aux heures de pointe du soir, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024

Conditions de circulation :

Les conditions de circulation sur les principales voies du quartier et les voies de desserte locale du site sont globalement satisfaisantes aux heures de pointe.

L'Avenue du Président Wilson supporte un volume de trafic élevé aux heures de points, avec un flux plus important vers le sud le matin. Le fonctionnement de l'avenue et celui des carrefours proches est néanmoins satisfaisant.

La rue du Landy supporte également un volume de trafic assez élevé aux heures de pointe, avec des remontées de file en amont dans les différents carrefours à feux, mais qui se résorbent à la fin des heures de pointe.

2.10.3.4. Etude du stationnement

❖ STATIONNEMENT A L'ECHELLE DE LA VILLE

L'offre de stationnement à Saint-Denis fonctionne selon plusieurs types : le stationnement payant par horodateur, le stationnement gratuit limité en temps et le stationnement résidentiel.

Ces parkings sont répartis en zones vertes (stationnement payant), zones bleues (parking gratuit mais limité à 2h), et en stationnement sur la voie : gratuit limité à 2h ce qui favorise l'accès aux commerces, payant limité à 3h pour tous, et à la journée pour les résidents, les professionnels de santé, les artisans, et limité à 11 heures pour les visiteurs.

Il existe en tout 5 parkings au centre-ville. Les deux parkings situés sur l'Avenue du Président Wilson seront retirés à termes par la Collectivité. Il existe également deux places de stationnement public réservées aux personnes handicapées.

Il y a des parkings relais à Porte de Paris et Saint Denis Université ainsi que plusieurs parkings, mais ils ne sont pas labellisés parking relais du réseau Ile-de-France Mobilités.

A proximité du site d'études, on trouve des bornes de recharge électrique pour les voitures, notamment sur l'Avenue George Sand à proximité de la station de métro Front Populaire et sur l'avenue du stade de France, au nord-est du site. D'autres bornes ont été installées sur la commune en 2024, leur nombre est en augmentation ce qui encourage l'usage de la voiture électrique.

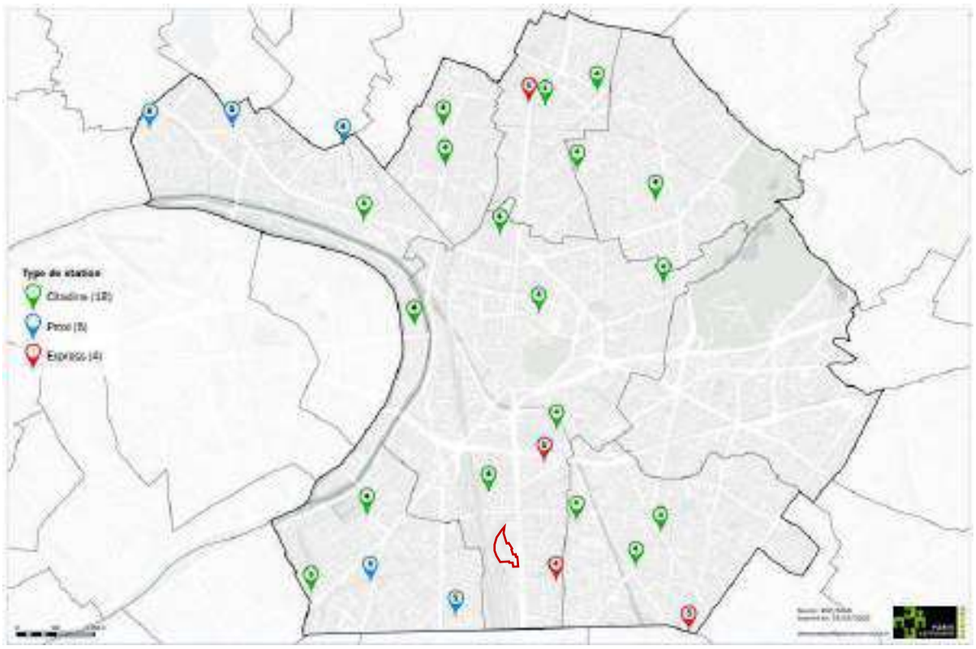


Figure 169 : Points de charge pour véhicules électriques en 2024 – Plan local de mobilité 2025-2030 – Plaine Commune

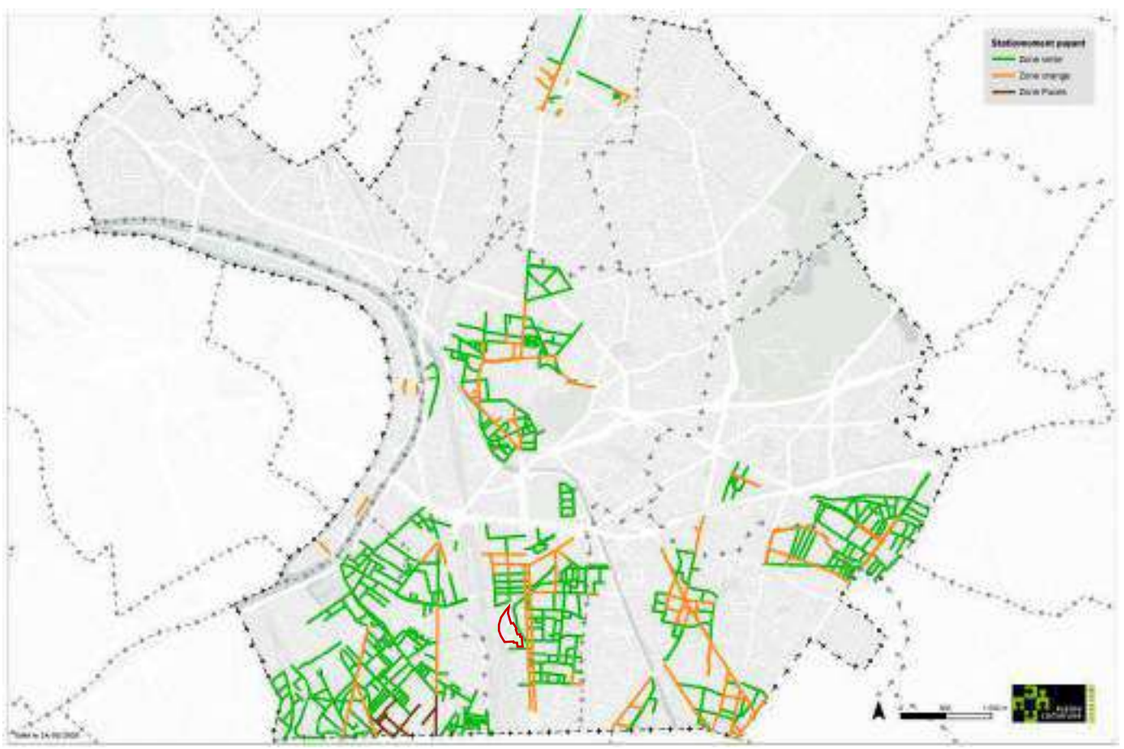


Figure 170 : Stationnement payant en 2024 – Plan local de mobilité 2025 – 2030 – Plaine Commune

2.10.3.5. Déplacements doux

❖ CHEMINEMENTS PIETONS

Il y a peu d'espaces intégralement piétonisés à proximité du site, les environs étant actuellement occupées principalement par des industries, des services et différentes activités. De plus, le système de transports en commun local, essentiellement composé de bus nécessite des rues circulées.
Dans l'aire d'étude immédiate, les cheminements piétons sont essentiellement constitués par les trottoirs le long des routes et grands axes routiers (Avenue du Président Wilson, Rue du Bailly, Chemin des Petits Cailloux). Le site ne présente actuellement pas de cheminements piétons.

Le site des Cathédrales du Rail étant aujourd'hui en friche et clôturé pour des raisons de sécurité, celui-ci représente un espace fermé aux piétons, et la présence des voies ferrées à l'ouest fait que les piétons n'ont pas la nécessité de traverser le site en l'état. Les Cathédrales du Rail sont inaccessibles.

D'après le Plan Marche de Plaine Commune, la marche à pied est de très loin le mode d'accès principal aux arrêts de transports collectifs, très largement devant les autres modes. L'intermodalité est essentielle sur le territoire pour limiter l'usage des véhicules personnels.

La piétonnisation du quartier et la sécurisation des cheminements afférents vis-à-vis de la circulation automobile représentent ainsi un enjeu important de la zone d'étude pour les usagers et habitants du quartier.

❖ CHEMINEMENTS CYCLABLES

Conformément à son Plan Local de Déplacement, approuvé le 11 octobre 2016 par le Conseil territorial, Plaine Commune souhaite faire évoluer les pratiques de déplacements vers une mobilité plus durable afin de réduire de 2 % les déplacements en véhicules individuels motorisés en dix ans.

La commune de Saint-Denis vise par ailleurs la réalisation de 25 km de pistes cyclables d'ici à 2024.

Pour encourager cette mobilité, la commune compte près de 3 700 places de stationnement vélo, à proximité des zones stratégiques (mairies, médiathèques, écoles, collèges, lycées, gares, zones commerciales, parcs). Elle a également adhéré à la convention Vélib' métropole, et organise des activités en lien avec le vélo : un groupe vélo est planifié 4 fois par an pour réunir les associations d'usagers, les habitants, la Ville et discuter collectivement des aménagements nécessaires et de la pratique du vélo, tandis qu'une maison du vélo associative et solidaire, Bicyclo, a été ouverte en 2015.

La ville compte 4 parkings vélos sécurisés. Les parkings les plus proches du site sont les parkings Véligo des gares RER de Saint-Denis et de la Plaine Stade de France (45 et 15 minutes à pied). Ils proposent un système de consigne collective fermée et réservée aux abonnés, et garantissent une place de stationnement vélo dans un abri accessible en permanence.

Deux arrêts vélib' sont présents à proximité du site (à environ 5 minutes à pied) :

- arrêt vélib' « Wilson – Landy »
- arrêt vélib' « Wilson – Métallurgie »

Malgré ces mesures pour mettre en avant la pratique du vélo, il reste un moyen de déplacement assez peu utilisé sur la commune.

Le réseau cyclable est assez dense sur le quartier. Le long de l'Avenue du Président Wilson jouxtant la partie Est du site, la circulation cyclable est possible sur deux voies unidirectionnelles. Elles permettent de rejoindre Paris au Sud et le centre-ville de Saint-Denis au Nord, ainsi que les stations de métro et de RER.

Faciliter les déplacements cyclables conformément à l'ambition de Plaine Commune constitue donc un enjeu important dans le quartier et plus particulièrement dans l'aire d'étude rapprochée.

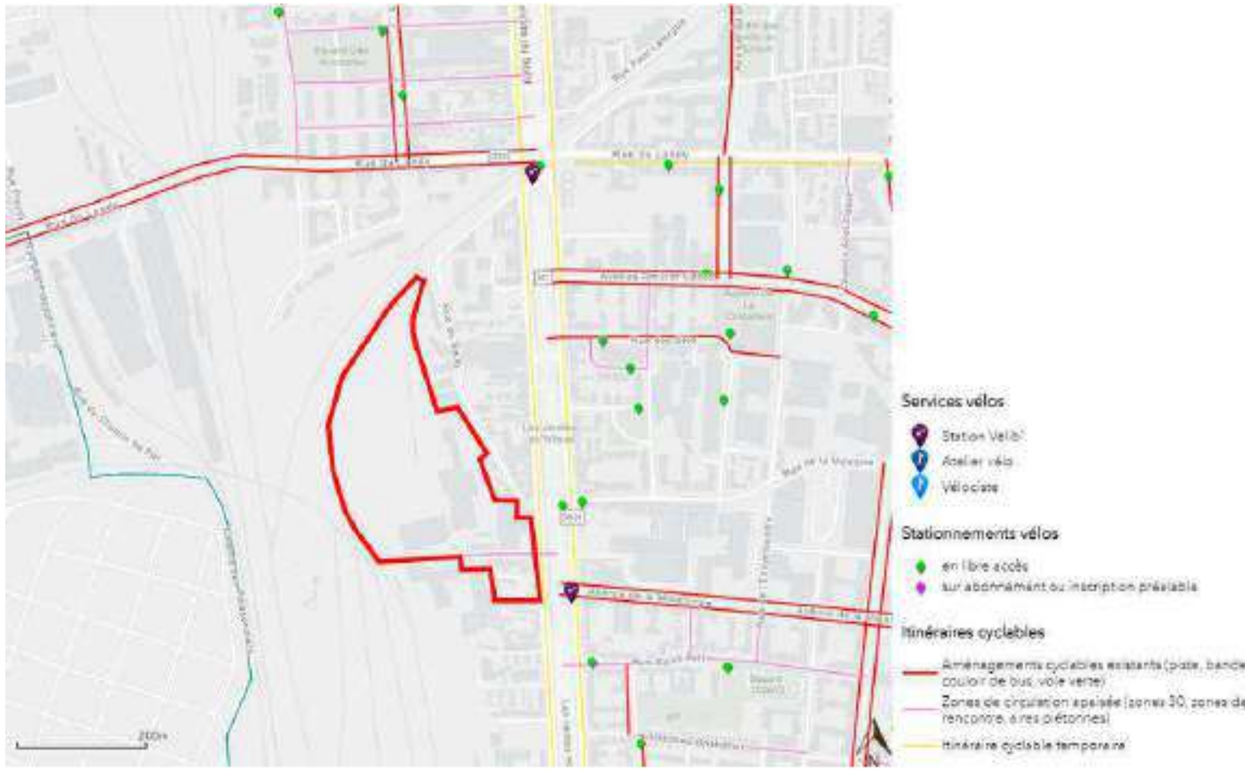


Figure 171 : Pistes cyclables à proximité de la zone d'étude, Plaine Commune, 2022

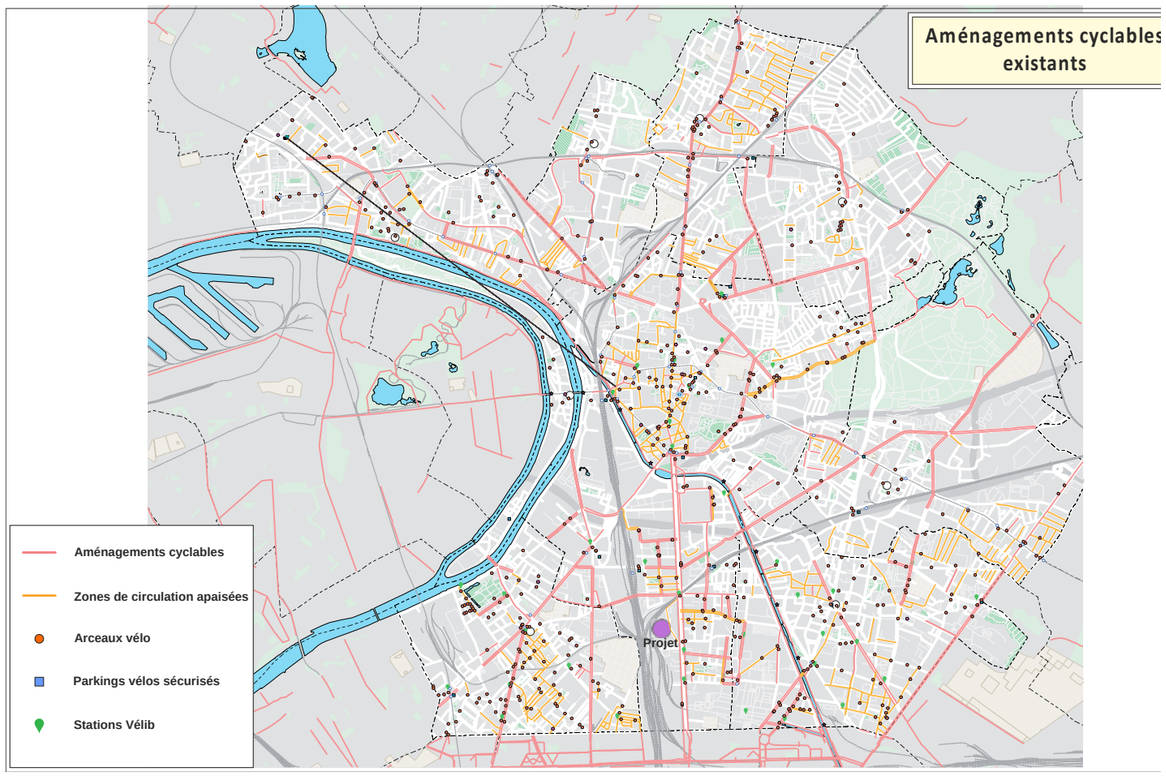


Figure 172 : Aménagements cyclables existants à proximité du site, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024

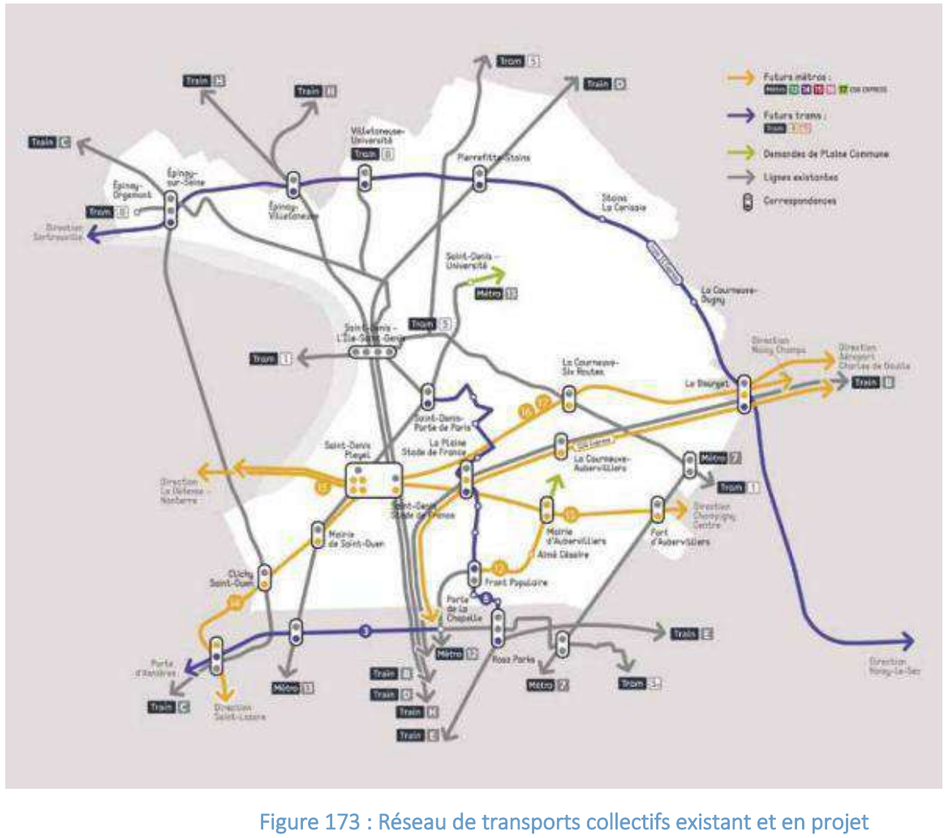


Figure 173 : Réseau de transports collectifs existant et en projet

2.10.4.Accessibilité en transport en commun existants et projetés

La métropole du Grand Paris présente le plus grand réseau de transports en commun de France. Aujourd'hui, la Seine-Saint-Denis est maillée par un réseau dense d'infrastructures de transport, présentant 6 lignes de métros dont 24 stations sur la commune de Saint-Denis, 2 lignes de tramway dont 37 stations et 5 lignes de RER dont 27 stations à Saint-Denis. Le réseau s'articule autour de la ville de Paris, tenant lieu de centre névralgique d'où partent la plupart des lignes vers les banlieues proches comme Saint-Denis. Le centre de Saint-Denis et les stations existantes Stade de France Saint-Denis et La Plaine Stade de France constituent des points clés de ce réseau, secondées par les nombreux arrêts de métro et bus.

2.10.4.1. Réseaux de bus à Haut Niveau de Service (BHNS)

Comparé à un bus "traditionnel", l'objectif d'un bus à haut niveau de service (BHNS) est d'apporter une offre de service améliorée aux usagers. Un BHNS bénéficie en général de site propre sur une majorité de leur parcours, de priorité aux feux et d'une large plage horaire de service.

Aujourd'hui, les réseaux de bus exploités sur la commune de Saint-Denis ne comptent pas de lignes BHNS.

Actuellement, il n'y a pas de ligne à Haut Niveau de Service sur la commune de Saint-Denis. La RATP prévoit cependant le développement de plusieurs lignes de bus à Haut Niveau de Service dans les années à venir, avec potentiellement une ligne reliant Garges-lès-Gonesse à Saint-Denis Université par l'Avenue Stalingrad, avec une branche jusqu'au carrefour des six routes à La Courneuve.

© TERAO 2026

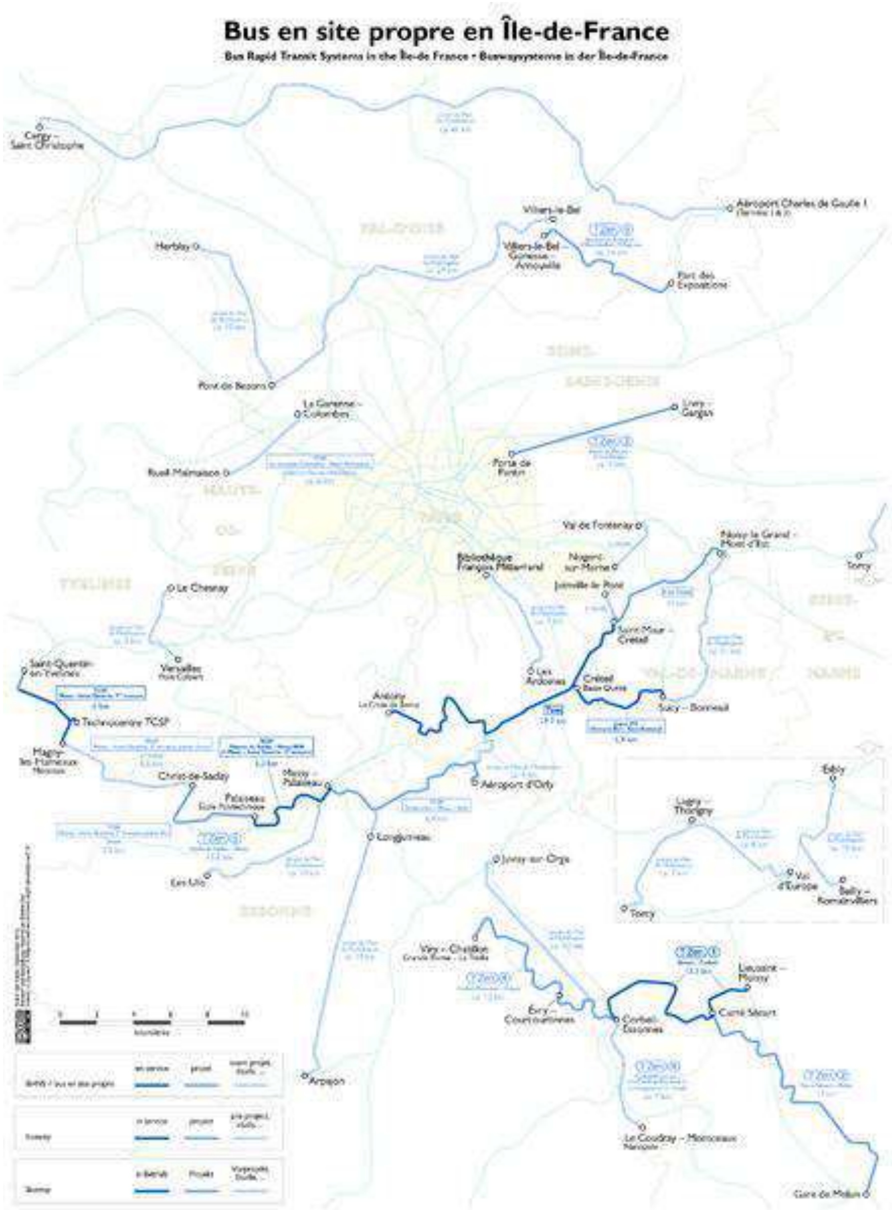


Figure 174 : Futures lignes de bus en site propre d'Ile de France (2014)

2.10.4.2. Réseaux de bus (hors BHNS)

La ville de Saint-Denis est traversée par 16 lignes de bus exploitée par la RATP :

- Bus 139 : Saint-Ouen RER ⟷ Porte de la Villette
- Bus 153 : Porte de la Chapelle ⟷ Stains – Moulin Neuf
- Bus 168 : Sarcelles – Chantepie ⟷ Saint-Denis – Université
- Bus 170 : Gare de Saint-Denis RER ⟷ Porte des Lilas
- Bus 173 : Porte de Clichy ⟷ La Courneuve – 8 mai 1945
- Bus 239 : Rosa-Parks – Curial ⟷ Saint-Denis – Médiathèque
- Bus 252 : Porte de la Chapelle ⟷ Garges – Sarcelles RER
- Bus 253 : La Courneuve – Aubervilliers RER ⟷ Stains – Moulin Neuf
- Bus 254 : Gare d'Enghien-les-Bains ⟷ Gare de Saint-Denis RER
- Bus 255 : Porte de Clignancourt ⟷ Stains – Les Prévoyants
- Bus 256 : Gare d'Enghien-les-Bains ⟷ Saint-Denis – Université
- Bus 268 : Saint-Denis – Université ⟷ Villiers-le-Bel – Gonesse – Arnouville RER
- Bus 274 : Porte des Ternes ⟷ Saint-Denis RER
- Bus 302 : Gare du Nord ⟷ La Courneuve
- Bus 353 : Saint-Denis – Université ⟷ Saint-Denis – ZAC Landy-Nord
- Bus 356 : Deuil-la-Barre – Marché des Mortefontaines ⟷ Saint-Denis – Cité Floréal

Et 3 bus de nuit (noctiliens) :

- Noctilien N44 : Garges – Sarcelles RER ⟷ Gare de l'Est
- Noctilien N51 : Gare St-Lazare ⟷ Gare d'Enghien
- Noctilien N143 : Gare de l'Est ⟷ Aéroport Charles de Gaulle

Et – lignes exploitées par Keolis CIF :

- Bus 11

La zone d'étude est desservie par :

- La ligne 153 via les arrêts Pont de Soissons et La Montjoie le long de l'Avenue du Président Wilson et l'arrêt Landy – Pont de Soissons sur la rue du Landy à 6 min à pied (en 10 à 21 min entre deux bus) ;
- La ligne 173 via l'arrêt Landy - Cheminots sur la rue des Cheminots à 16 min à pied (7 à 20 min entre deux bus) ;
- La ligne 302 via l'arrêt Eglise de La plaine le long de l'Avenue du Président Wilson, l'arrêt Encyclopédie – Métallurgie sur l'Avenue de la Métallurgie et l'arrêt Maraîchers sur la rue de la Procession à 14 min à pied (14 à 30 min entre deux bus);
- La ligne 353 via l'arrêt Landy – Pont de Soissons et l'arrêt Landy Fruitiers sur la rue du Landy à 15 min à pied (15 à 30 min entre deux bus).

Ces lignes permettent de rejoindre Paris via Porte de La Chapelle, Porte de Clichy, ou la Gare du Nord et donc d'accéder facilement à des points stratégiques du réseau de transport parisien.

Les déplacements en bus, quelle que soit leur finalité, depuis le site d'étude présentent donc un fort potentiel de développement et d'intensification à encourager.

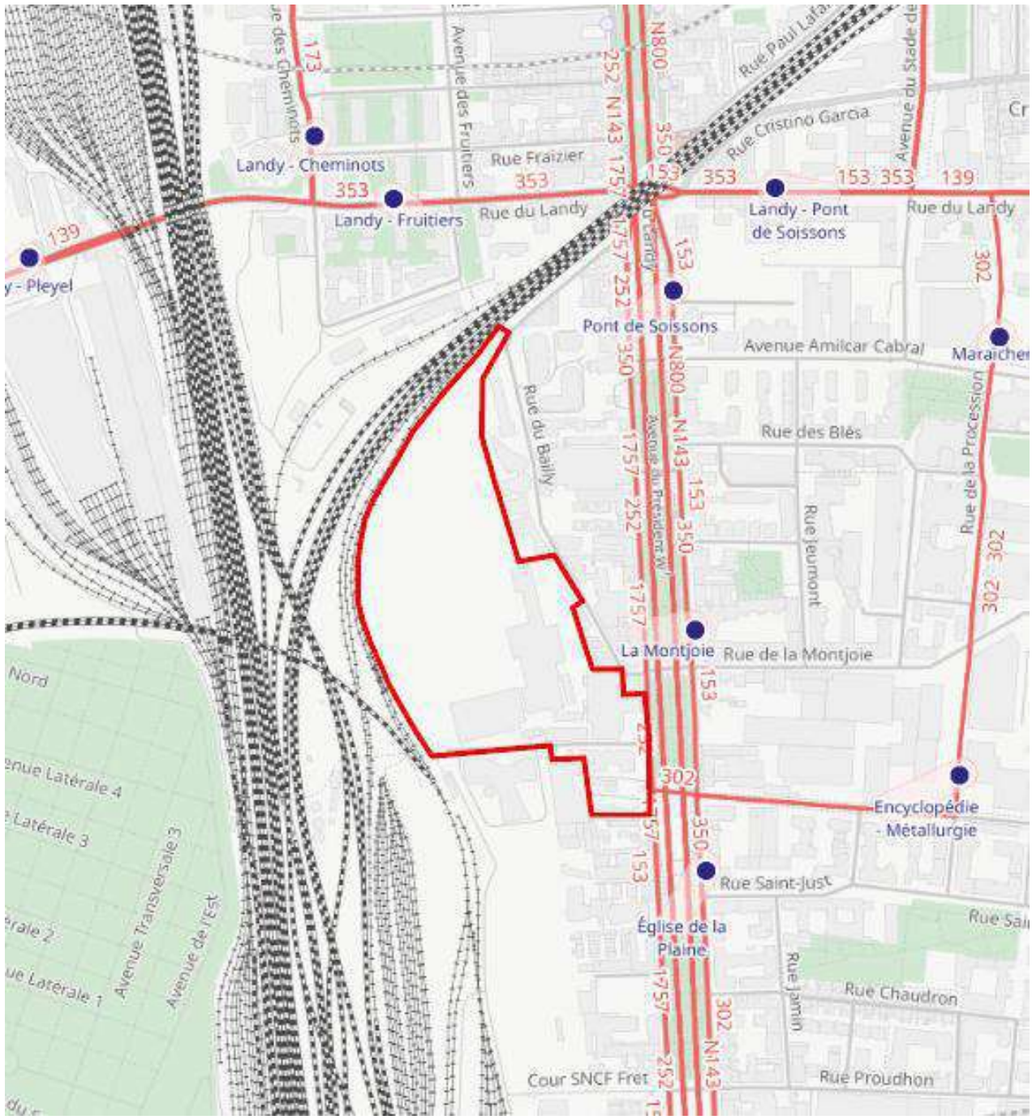


Figure 175 : Carte des différents arrêts de bus à proximité du site, OpenStreetMap

2.10.4.3. Tramway

La ville de Saint-Denis est traversée par 3 lignes de Tramway :

- Ligne T1 Asnières-Gennevilliers / Noisy-le-Sec RER
- Ligne T5 Marché de Saint-Denis / Garges-Sarcelles
- Ligne T8 Saint-Denis Porte de Paris – Épinay-sur-Seine – Villetaneuse.

Cependant ces lignes passent dans la partie Nord de la commune de Saint-Denis, l'arrêt le plus proche est celui de Saint-Denis Porte de Paris sur la ligne T8, et est à plus de 30 minutes de marche de site, 11 de vélo et 22 minutes via le bus 153 (arrêt de La Montjoie).

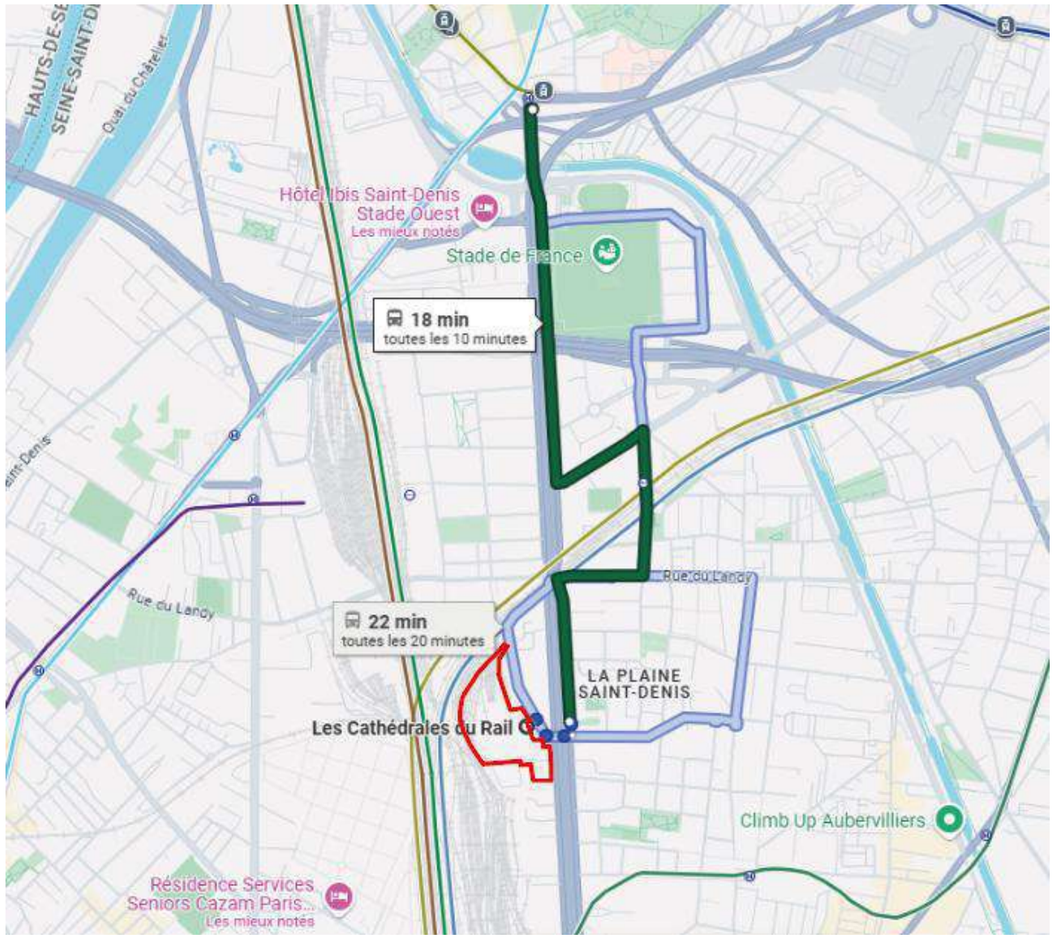


Figure 176 : Itinéraire pour rejoindre l'arrêt Saint-Denis Porte de Paris du T8 via le bus 153

2.10.4.4. Métro

La zone d'étude est desservie par la ligne 12 via l'arrêt Aubervilliers Front Populaire, à environ 15 minutes à pied du site.

La fréquence de passage du métro est de 2 à 7 minutes du lundi au vendredi et de 4 à 9 minutes le week-end.

L'utilisation du métro dans la zone d'étude est donc à encourager dans une perspective de transition écologique orientant les modes de déplacement en partie vers les transports en commun.

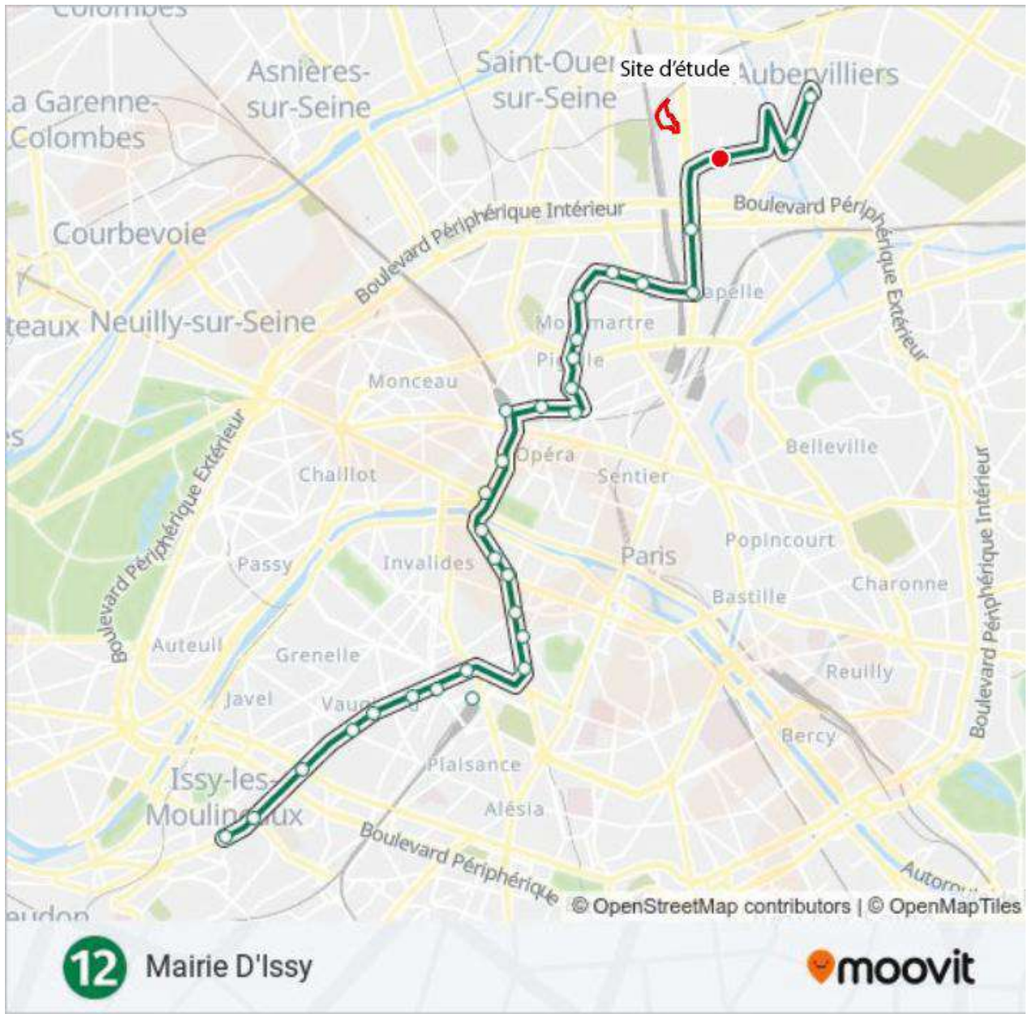


Figure 177 : Tracé de la ligne de Métro 12 (Moovit)

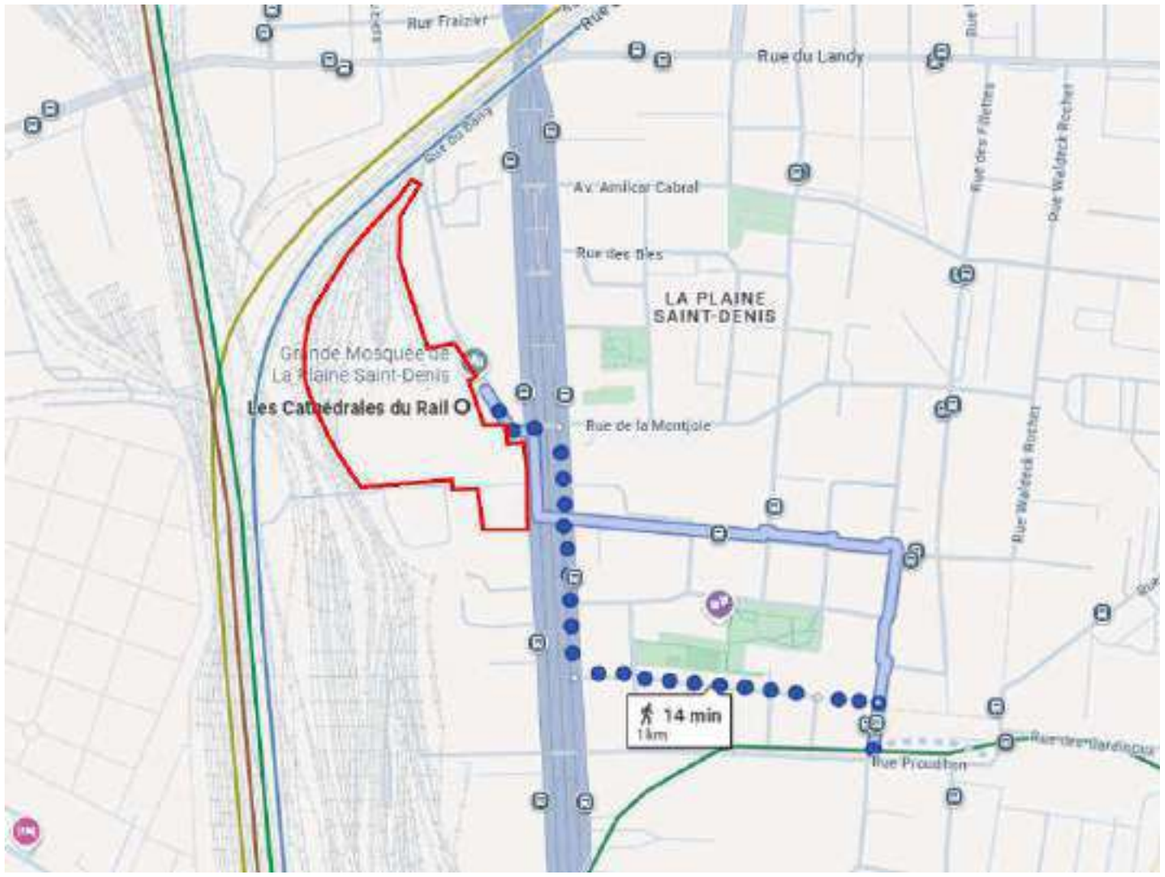


Figure 178 : Itinéraire pour se rendre du site à la station de métro Aubervilliers Front Populaire à pied, Google Maps

La zone d'étude est située à 1,5 km de la station Saint-Denis - Pleyel soit 20 minutes en transports en commun, 23 minutes à pied (via une nouvelle passerelle), 7 min à vélos ou 13 minutes en voiture.

Faciliter l'intermodalité dans le quartier, de la marche au transport ferroviaire, en passant par le vélo, le bus et le métro, constitue donc un enjeu primordial dans la zone d'étude pour notamment l'inscrire sur la trajectoire de la transition écologique.

2.10.4.5. Transport ferroviaire

La commune de Saint-Denis est traversée par plusieurs lignes de train, notamment les RER B et D et les transiliens H et K.

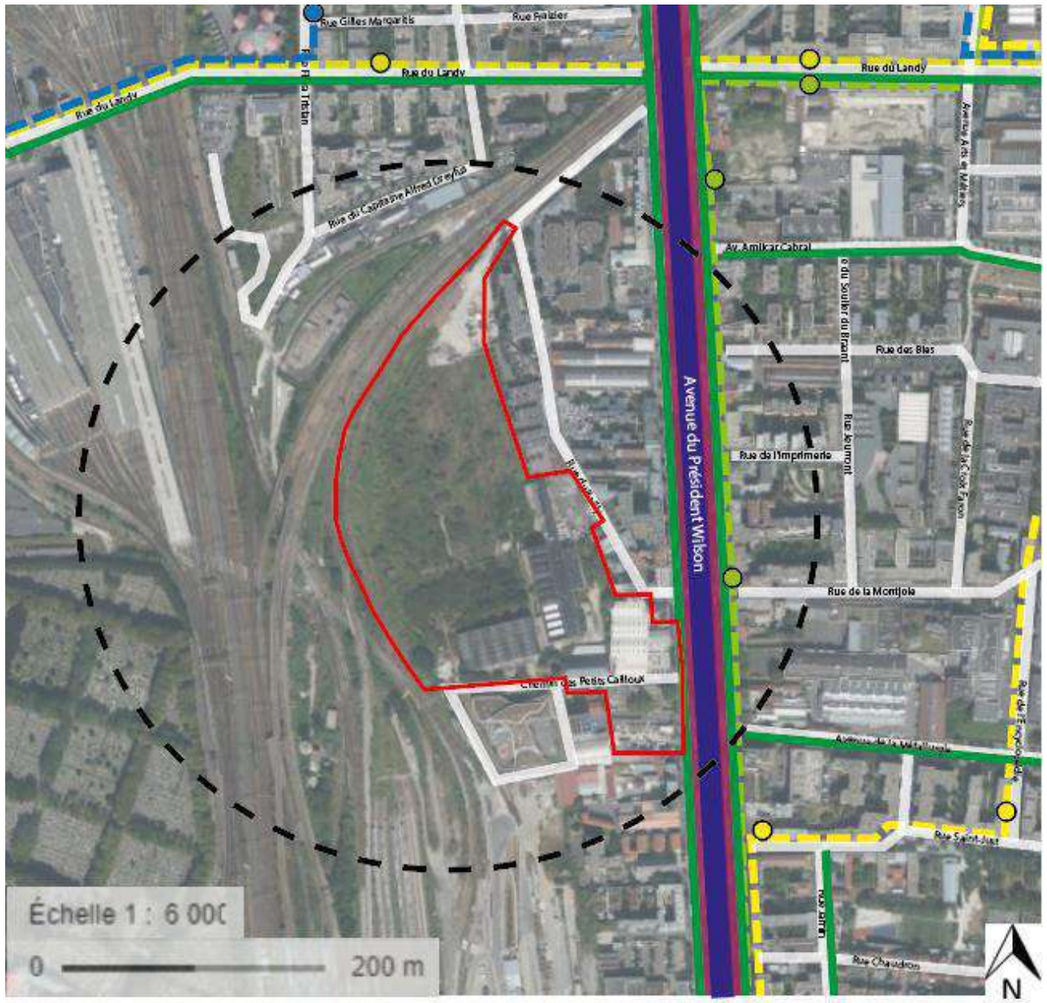
Les gares les plus proches du site sont celles de Stade de France Saint-Denis (RER D) et La Plaine Stade de France (RER B), à environ 15 minutes à pied du site.

Elles permettent de rejoindre Paris en 6 minutes (La Plaine Stade de France – Gare du Nord) et 13 minutes (Stade de France Saint-Denis – Gare du Nord), avec une fréquence entre 5 et 10 minutes environ. Ces gares accueillent chaque année respectivement 9,5M et 15,8M. Ce sont donc des pôles clés de la mobilité en Ile-de-France et à l'échelle de la commune de Saint-Denis.

Actuellement, la Métropole aménage une nouvelle gare, celle de Saint-Denis Pleyel, située sur la commune de Saint-Denis, à proximité immédiate de Saint-Ouen-sur-Seine et de L'Ile-Saint-Denis. Elle sera accessible par trois accès et connectera 4 lignes de métro (14, 15, 16 et 17) ce qui lui permettre d'accueillir environ 250 000 voyageurs par jour, qui bénéficieront du futur réseau du Grand Paris Express. Ce nouveau réseau de métro permettra de voyager plus rapidement de banlieue à banlieue, sans passer par Paris, grâce à un tracé en couronne autour de la capitale.

2.10.5.Synthèse et enjeux

Figure 179 : Réseau de transports en commun à Saint-Denis, Etude de circulation, COSITREX, juillet 2024



Légende :

- Limites administratives de Saint Denis
- Site d'étude
- Aire d'étude immédiate rayon de 300 m

Réseau viaire :

- Route Nationale 1
- Autoroute 1
- Piste cyclable

Transports en commun :

- Ligne de bus 353
- Arrêt
- Ligne de bus 302
- Arrêt
- Ligne de bus 173
- Arrêt
- Ligne de bus 153
- Arrêt

Figure 180 : Carte de synthèse de l'offre de transport à proximité du site (TERAO, 2023)

Figure 181 : Schéma de référence pour l'évolution du réseau de transport collectif lourd à terme, Une Fabrique de la Ville, 2017, Diagnostic et enjeux du PLUi de Plaine Commune

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU		ENJEU
Accessibilité et déplacements	Déplacement des habitants	Les déplacements s'effectuant majoritairement en transport en commun pour aller au travail, faciliter et encourager l'utilisation des transports en commun, les mobilités douces et l'intermodalité sont des enjeux importants dans le secteur d'étude.		Modéré
	Réseau viaire du territoire	Infrastructures viaires	Le site est inséré au cœur d'un réseau viaire développé qui offre de nombreuses possibilités de déplacements automobiles mais qui amène aussi des situations à risque issues par exemple d'une vitesse excessive et d'embouteillages potentiels.	Modéré
		Etude de circulation	L'état actuel de la circulation est satisfaisant de par le volume de trafic aux heures de pointe qui n'implique pas de blocages particuliers et des réserves de capacité des carrefours aux heures de pointe qui ne sont pas saturées, malgré une circulation dense.	Faible
		Etude du stationnement	Actuellement le site ne présente pas de stationnements, les premiers parkings sont présents sur l'avenue du Président Wilson à quelques centaines de mètres.	Modéré
		Véhicules électriques	Le site d'étude s'inscrit dans une zone présentant de plus en plus de bornes de recharge électriques, bien qu'elles ne soient actuellement pas contiguës au site.	Modéré
		Déplacements doux (cheminements piétons et cheminements cyclables)	Le site d'étude étant aujourd'hui clôturé, son ouverture par la création de cheminements piétons et cyclables représente un enjeu important pour les usagers et habitants du futur quartier.	Fort
			Le site d'étude étant bordé à l'Est par une piste cyclable le long de l'Avenue du Président Wilson, faciliter les déplacements cyclables conformément à l'ambition de Plaine Commune constitue un enjeu important dans le quartier.	Modéré
	Accessibilité en transports en commun existants et projetés	Le site d'étude est positionné dans un secteur privilégié pour se déplacer en transport en commun et par modes doux (marche, vélo, trottinette…) du fait de la présence d'infrastructures lourdes (métro, RER et transiliens), de lignes de bus et d'une piste cyclable à proximité immédiate. Des connexions en intermodalité avec les futures lignes du Grand Paris Express seront un enjeu important pour le projet, afin de permettre un meilleur accès aux transports en commun.		Modéré

2.12. Cadre de vie et santé

2.12.1.Risques anthropiques

2.12.1.1. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et sites SEVESO

Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

L'exploitation d'une installation, sans avoir effectué de déclaration ou d'enregistrement préalable, ou obtenu l'autorisation obligatoire, rend l'exploitant passible d'amendes administratives et/ou pénales.

Les installations visées par la législation sur les ICPE sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet à un régime de classement adapté à l'importance des risques ou des inconvénients qu'elles peuvent engendrer.

La nomenclature des installations classées détermine le régime de classement et le statut SEVESO des installations classées.

La commune de Saint-Denis ne fait pas l'objet de Plan de Prévention de Risque Technologique (PPRT), que ce soit approuvé ou prescrit.

Figure 182 : Carte des communes concernées par un PPRT, Géorisques

La commune de Saint-Denis n'est concernée par aucun PPRT.

D'après les données de Géorisques, la commune de Saint-Denis recense 102 installations classées. Il y a 18 ICPE à proximité du site dans un rayon de 1 km :

Type de référencement	Identifiant	Raison sociale	Distance/position du site	Position hydraulique au site	Polluants potentiels principaux
ICPE non SEVESO (autorisation)	0007406704	**A+LOGISTIC (EX DUBOIS)**	300 m Est	Latérale	Métaux lourds, hydrocarbures et COHV sur sols et nappe
Activité principale	Messagerie, fret express				
ICPE (autre régime)	0007405264	**ARTIMPORT**	300 m Est	Latérale	Non connu
Activité principale	Commerce de gros				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007405589	**INTERXION FRANCE**	600 m Nord Est	Latérale	Fioul domestique
Activité principale	Centre informatique				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007408417	**INTERXION FRANCE**	600 m Nord Est	Latérale	Métaux lourds, hydrocarbures
Activité principale	Centre informatique				
ICPE non SEVESO (autorisation)	0006506440	**TECHNIC FRANCE**	550 m Est	Latérale	Produits chimiques toxiques, solides comburants, liquides inflammables, produits dangereux, soude
Activité principale	Stockage et production de produits chimiques				
ICPE, non SEVESO (déclaration avec contrôle)	0007407469	**TECHNICENTRE TER SUD HAUTS-DE-FRANCE**	600 m Nord-Ouest	Latérale	Non connu
Activité principale	Maintenance de trains				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0006506444	**SNCF TECHNICENTRE LE LANDY**	600 m Nord-Ouest	Latérale	Substances dangereuses
Activité principale	Maintenance de trains				
ICPE non SEVESO (autorisation)	0007409214	**SN SICAVIC**	800 m Ouest	Latérale	Non connu
Activité principale	Imprimerie de journaux				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007407972	**EURO CHIF**	700 m Est	Latérale	Non connu
Activité principale	Récupération de déchets triés				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007407258	**AUBER METAUX**	800 m Est	Latérale	Métaux
Activité principale	Tri- transit-regroupement et cisaillage de métaux ferreux et non ferreux, dénudage de fils, en vue de valorisation.				
ICPE, non renseigné (autre régime)	0007404275	**STE DYONISIENNE DE SABLAGE ET EMAILLAGE**	800 m Est	Latérale	Non connu
Activité principale	Traitement et revêtement des métaux				

ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007402270	**AICO FRANCE NOVACOLOR**	700 m Est	Latérale	Substances dangereuses
Activité principale	Traitement et revêtement des métaux				
ICPE non SEVESO (autorisation)	0007408791	**EQUINIX France**	900 m Est	Latérale	Fioul, produits chimique
Activité principale	Gestion des données informatiques (data center)				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007408060	**MAROTTE SAS**	900 m Sud	Sud	Non connu
Activité principale	Commerce de gros de bois et matériaux de construction				
ICPE non SEVESO (autorisation)	0007404714	**ROBERT BOSCH**	950 m Ouest	Latérale	Non connu
Activité principale	Activités des sièges sociaux ; conseil de gestion				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007404473	**ASSOCIATION 1901 ENVIE PARIS SAINT DENIS**	1 000 m Nord	Nord	Non connu
Activité principale	Collecte, ramassage et traitement de déchets et d'objets à réemployer ou à revaloriser				
ICPE, non renseigné (autre régime)	0007405940	**SOFRATIS**	800 m Est	Latérale	Non connu
Activité principale	Non renseigné				
ICPE non SEVESO (enregistrement)	0007403903	**MODE CONCEPT (ex CPHBC)**	800 m Est	Latérale	Non connu
Activité principale	Autres industries manufacturières				

Figure 183 : Activités industrielles, de service et installations classées, Géorisques

Par ailleurs, en plus des données fournies par Géorisques, des courriers ont été échangés entre SNCF Mobilité, l'Etablissement Traction Nord Parisien et la Préfecture de la Seine-Saint-Denis, concernant la cessation d'activités du site des Cathédrales du Rail, accueillant autrefois des activités de maintenance et de réparation liées au transport ferroviaire. Le préfet a constaté dans un courrier du 29 juin 2017 la réalisation des travaux de mise en sécurité et de réhabilitation du site, pour un usage de « friche industrielle sans bâtiment ». Dans le cadre de la cessation d'activité du dépôt de liquides inflammables de catégorie 2, SNC Mobilité a procédé à une dépollution des sols et une ARR a été réalisée, montrant la compatibilité avec l'usage industriel sur site et l'usage de groupes scolaires en voisinage du site. Cette étude de risques sanitaires a été mise à jour en 2012 et 2016.

Le site d'étude est inscrit dans un contexte avec des nombreuses ICPE situées toutefois à plus de 1 km du site, mais sans installation SEVESO.

2.12.1.2. Etablissements déclarant des rejets et transfert de polluants

D'après les données Géorisques et le Registre National des Emissions Polluantes pour l'année 2022 (la plus récente disponible) il y a 5 installations industrielles rejetant des polluants dans la commune.

Il y a 4 sites industriels rejetant des polluants dans un périmètre de 1 km autour de la zone d'étude :

- Le 1er à 550, à l'est, rue de la Montjoie, TECHNIC France, dont l'activité principale est la fabrication de produits chimiques
- Le 2ème à 600 mètres, au nord-ouest, rue du Landy, SNCF TECHNICENTRE LE LANDY, dont l'activité principale est la maintenance de trains
- Le 3ème à 600 mètres, au nord-est, INTERXION FRANCE, dont l'activité principale est un centre informatique
- Le 4ème à 900 mètres, à l'est, EQUINIX, dont l'activité principale est la gestion de données informatiques (data center)

Cependant, au vu de l'écoulement hydraulique de la nappe s'effectuant vers l'extérieur du site d'après les études hydro géotechniques déjà effectuées, ces installations sont peu susceptibles d'exercer une influence sur la zone d'étude dans le cas d'une contamination des sols et/ou de la nappe, bien qu'ils pourraient contaminer leur entourage extérieur.

Figure 184 : Installations industrielles rejetant des polluants, Géorisques

2.12.1.3. Installations nucléaires

Le site est à 14 km environ du CEA (Commissariat de l'Energie Atomique) de Fontenay-aux-Roses, mais ce site est en cours de démantèlement depuis 1999 pour se consacrer uniquement à la recherche et à l'innovation.

2.12.1.4. Transport de matières dangereuses

Une canalisation de matières dangereuses achemine du gaz naturel, des produits pétroliers ou chimiques à destination de réseaux de distribution, d'autres ouvrages de transport, d'entreprises industrielles ou commerciales de sites de stockage ou de chargement.

D'après les données BRGM, la canalisation de gaz naturel la plus proche est située à l'Est du site, à 190m (au niveau de l'Avenue du Président Wilson) et la canalisation d'hydrocarbures la plus proche est à 5 km au Nord-Ouest.

Le site n'est pas traversé par une canalisation de matière dangereuse.

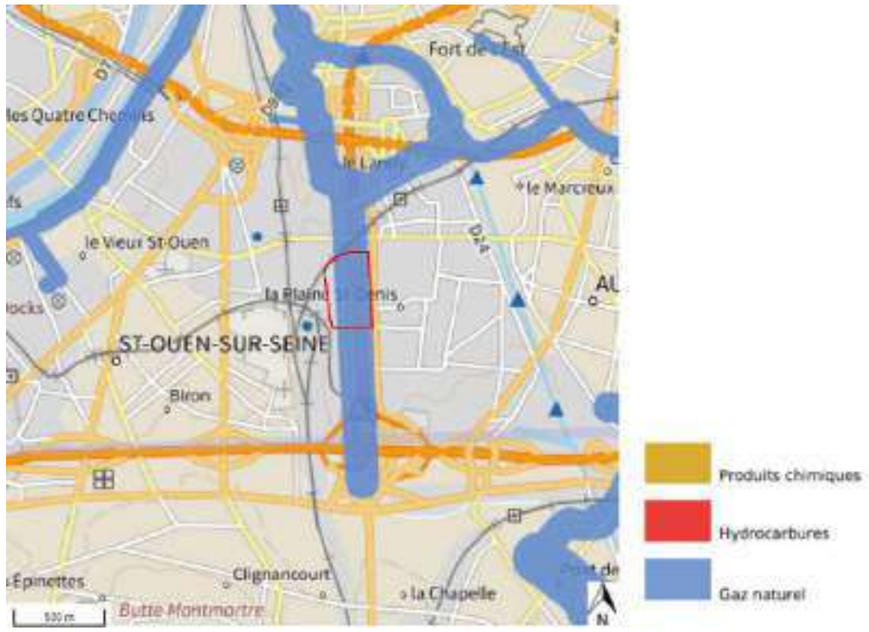


Figure 185 : Cartographie des canalisations de matières dangereuses, Géoportail

2.12.1.5. Recensement des accidents technologiques

La base de données Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (ARIA), exploitée par le ministère du développement durable, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages, etc. classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. La consultation de la base de données ARIA consultée le 23/03/2022 a permis de relever l'existence d'une quarantaine d'accidents technologiques recensés sur la commune de Saint-Denis, comme des incendies, des fuites de gaz, des fuites d'acide, notamment :

- Une fuite d'acide fluorhydrique lors du déchargement d'un camion dans une usine chimique de Saint-Denis survenue en janvier 2015, qui a été rapidement maîtrisée malgré un déversement d'acide dans les égouts
- Une fuite de gaz naturel causée par des travaux de tiers survenue en janvier 2018, lorsqu'un engin de chantier a endommagé une canalisation de distribution de gaz naturel enterrée
- Un incendie survenu dans une clinique en février 2001, causé par des cendres de cigarettes et ayant mené à l'évacuation de patients, bien que les dégâts aient été minimes grâce aux portes coupe-feu.

Selon Infoterre, en lien avec son passé industriel, les différentes activités ayant occupé le site et la Seconde Guerre Mondiale, le site a été touché par des accidents passés : un bombardement durant la guerre et une pollution aux hydrocarbures en 1987.

Accidents :

Date (*)	Type d'accident	Type de pollution	Milieu touché	Impact	Référence rapport
31/12/1987	pollution chronique aux hydrocarbures	hydrocarbures	Sol/Sous-sol		SOCOTEC
21/04/1944	bombardement				CALIÈS - patrimoine industriel de SAINT-DENIS

Figure 186 : Accidents survenus sur site selon Infoterre.brgm.fr

2.12.2.Risque pyrotechnique

La consultation des photographies aériennes a permis de constater que les parcelles imparties au projet (en jaune sur les photos ci-dessous) ont toujours été occupées par plusieurs constructions depuis au moins 1921. Lors de la deuxième guerre mondiale, des bombardements ont eu lieu au droit du site et à proximité de l'emprise de notre projet. Depuis, différentes parties du site ont subi plusieurs phases de réaménagement (démolition, construction, extension) au fil des années. Les bâtiments existants concernés par une réhabilitation ont été construits entre les années 1946 et 1949. Toutefois, le site reste dans une zone à risque pyrotechnique avéré, en raison d'un bombardement lors de la seconde guerre.

En effet, d'après l'étude de risque réalisé par ELENKHOS en novembre 2019, des engins de guerre (bombes) seraient présents au droit du site.

Les préconisation d'ELENKHOS afin de diminuer se risque pour atteindre un risque final faible sont :

- Déterminer avec la plus grande précision, le niveau d'enfouissement possible des munitions liées aux risques pyrotechniques. Effectuer une modélisation d'enfouissement des munitions (minorant et majorant) en fonction des caractéristiques géologiques de la zone et de la localisation des travaux envisagés afin d'en déterminer la profondeur maximale du risque.
- Pour tout travail intrusif, faire procéder à une détection selon le besoin des travaux envisagé, la nature du terrain et l'environnement rencontré en adéquation aux recommandations de spécialistes de la géophysique et UXO, avec des appareils et équipements de détection terrestre à passer au niveau du sol.
- Si les contraintes de génie civil le permettent, faire décaler les travaux intrusifs si la détection est positive.
- Faire interpréter les résultats de détection par des spécialistes de la géophysique et de la dépollution pyrotechnique.
- Des procédures doivent être mises en place dans le cas de suspicion sur la présence de munitions.
- Avoir à disposition, un spécialiste du traitement de la dépollution pyrotechnique (AMO) pouvant à la demande être consulté en cas de détection d'un élément suspect

De nouvelles études sont en cours afin d'évaluer et gérer le risque pyrotechnique pendant la durée du chantier de dépollution et de terrassement des Cathédrales du Rail.

2.12.3.Sites et sols pollués

2.12.3.1. Informations de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée (ex-BASOL)

Selon les Informations de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée sur Géorisques, Saint-Denis comporte 11 sites pollués ou potentiellement pollués dont le plus proche comprend le périmètre opérationnel et s'étend au Nord et à l'Ouest de celui-ci, traversant la voie ferrée.

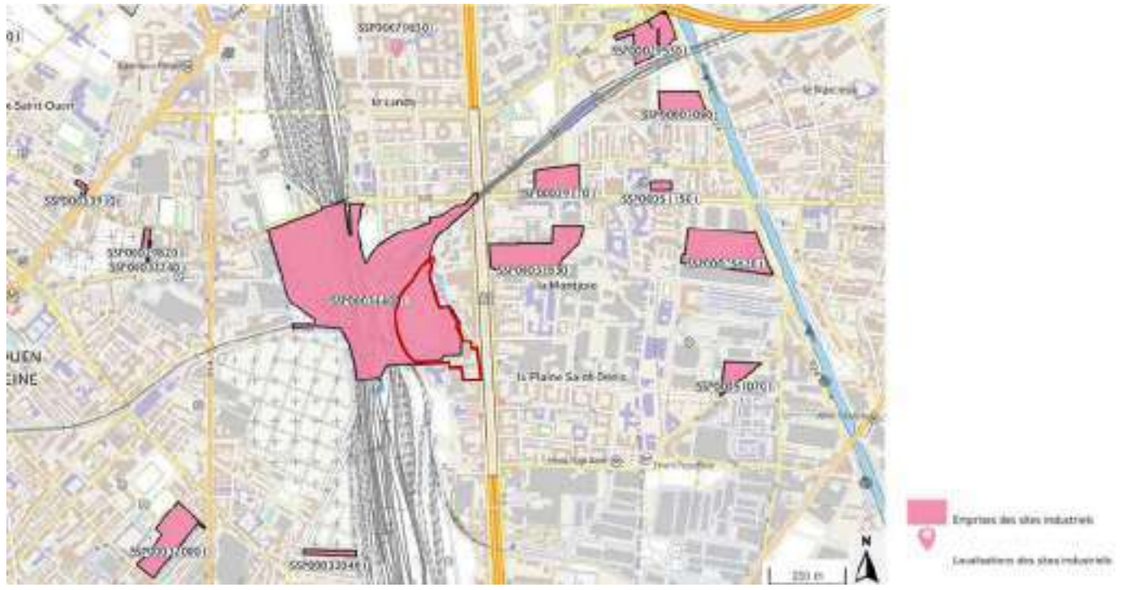


Figure 187 : Carte interactive des sites industriel à proximité du site d'étude, Géorisques

Il s'agit du site SNCF La Plaine, communément appelé « Dépôt de La Plaine » et dont faisait historiquement partie le site. Selon la fiche détaillée Infosol (datée du 30/09/2020), il accueillait notamment des activités de stockage et de distribution de carburant depuis 1882, et une étude commandée par la SNCF en 2003 (Diagnostic environnemental initial) rapportait un impact en hydrocarbures dans les sols et les eaux souterraines, et en COV (composés organiques volatils) et naphtalène dans les eaux souterraines. À la suite de son démantèlement en 2005, des travaux de réhabilitation ont été effectués jusqu'en 2009. Certaines terres ont été excavées et ont subi un traitement biologique adapté, puis ont été remblayées, tandis que le flottant des eaux souterraines a été écrémé.

D'autres rapports ont ensuite été élaborés pour surveiller l'état du sol, et ont été transmis avec le courrier de notification d'arrêt d'exploitation et de cessation d'activités de mai 2010 : un rapport de Mise en sécurité, un rapport d'Analyse des risques résiduels, une Synthèse des études environnementales, plans et usage futur et un Mémoire de réhabilitation.

Lors de la construction du groupe scolaire Aimé Césaire à l'est du site en 2009, la compatibilité avec un usage de friche industrielle et d'école a été montrée dans l'ARR (Analyse des Risques Résiduels). Une Analyse des enjeux sanitaires hors site a également été réalisée pour SNCF par Arcadis en 2016, en parallèle des investigations sur site menées par TESORA la même année puis en 2018 pour contrôler les évolutions des teneurs mesurées par Arcadis. Une

interprétation de l'état des milieux a été réalisée, tenant compte d'usages d'école au droit des groupes scolaires Niki de Saint Phalle et Aimé Césaire, ainsi qu'une crèche/PMI/Maison de l'enfance.

L'étude conclut que le dégazage des composés volatiles présents dans les sols et les eaux souterrains du site des Cathédrales du Rail et en limite de site n'est pas susceptible de générer des niveaux de risques par inhalation supérieurs aux valeurs seuils recommandées, et que la présence des établissements sensibles scolaires à proximité est bien compatible avec l'usage de friche du site.

Ainsi, si le périmètre opérationnel est concerné par un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics (BASOL), il a fait l'objet d'études de sol et de dispositions spécifiques appliquées pour rendre son usage compatible à son environnement.

2.12.3.2. Anciens sites industriels et activités de service (CASIAS)

Selon les informations de l'administration et la Carte des Anciens sites industriels et activités de service (CASIAS), la commune de Saint-Denis recense 5378 anciens sites industriels et activités de service. Ces sites sont susceptibles d'avoir ou d'avoir eu une influence sur la zone d'étude dans le cas d'une contamination des sols et/ou de la nappe.

L'emprise du site d'étude comporte 3 sites de la carte CASIAS :

- Un ancien site SNCF au centre du site, exerçant autrefois des activités liées à la réparation des trains, à la forge et à la métallurgie, à la mécanique et au transport ferroviaire
- Dans sa partie Sud, un ancien centre médico-social stockant des liquides inflammables,
- L'établissement Fruytier, accueillant des activités liées au transport terrestre de voyageurs,
- HAMBERT Edouard (Ets), fabricant de machines à imprimer
- Contigu au site mais hors périmètre opérationnel, sur l'ancien ilot Thyssenkrupp, la Cie GENERALE d'APPLICATIONS ASCENCEURS - CG2A ; TECHNOMETAL ; ALMAR, hébergeant des activités liées à la construction, à la forge et la métallurgie, à la chaudronnerie, au dépôt de liquides inflammables et à la fabrication d'équipements électriques.

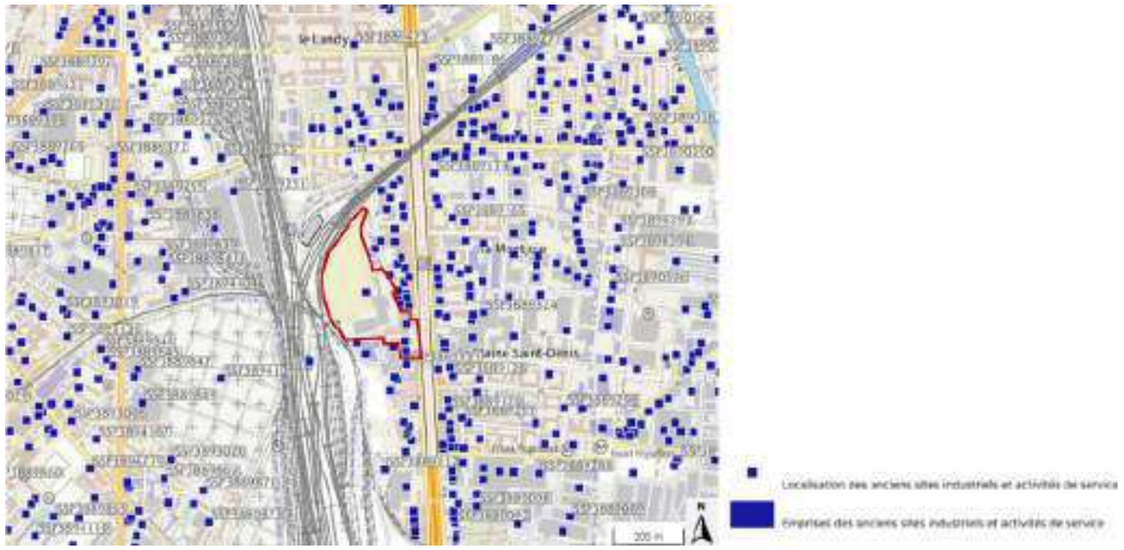


Figure 188 – Cartographie des sites CASIAS (ex-BASIAS), Géorisques

La carte CASIAS matérialise donc le passé industriel du site et de son entourage.

Quatre installations potentiellement polluantes sont recensées sur les bases de données CASIAS au droit du site à l'étude. Il se situe dans un périmètre comportant de nombreux sites recensés dans les bases de données CASIAS, car la zone était anciennement très industrialisée.

2.12.3.3. Etudes pollution complémentaires

Du fait de son passé industriel, l'état de pollution du site a été surveillé par SNCF dans les années suivants la cessation d'activité, ce qui a conduit la SNCF à commander plusieurs études sur les terrains lui appartenant :

- TESORA a été mandatée pour effectuer une Etude historique et de vulnérabilité en septembre 2015 et sa révision en mars 2016, un Diagnostic environnemental en janvier 2016, un autre en septembre 2018, ainsi qu'un Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire en avril 2019 et une Analyse des enjeux sanitaires (DIAG) en mai 2019.

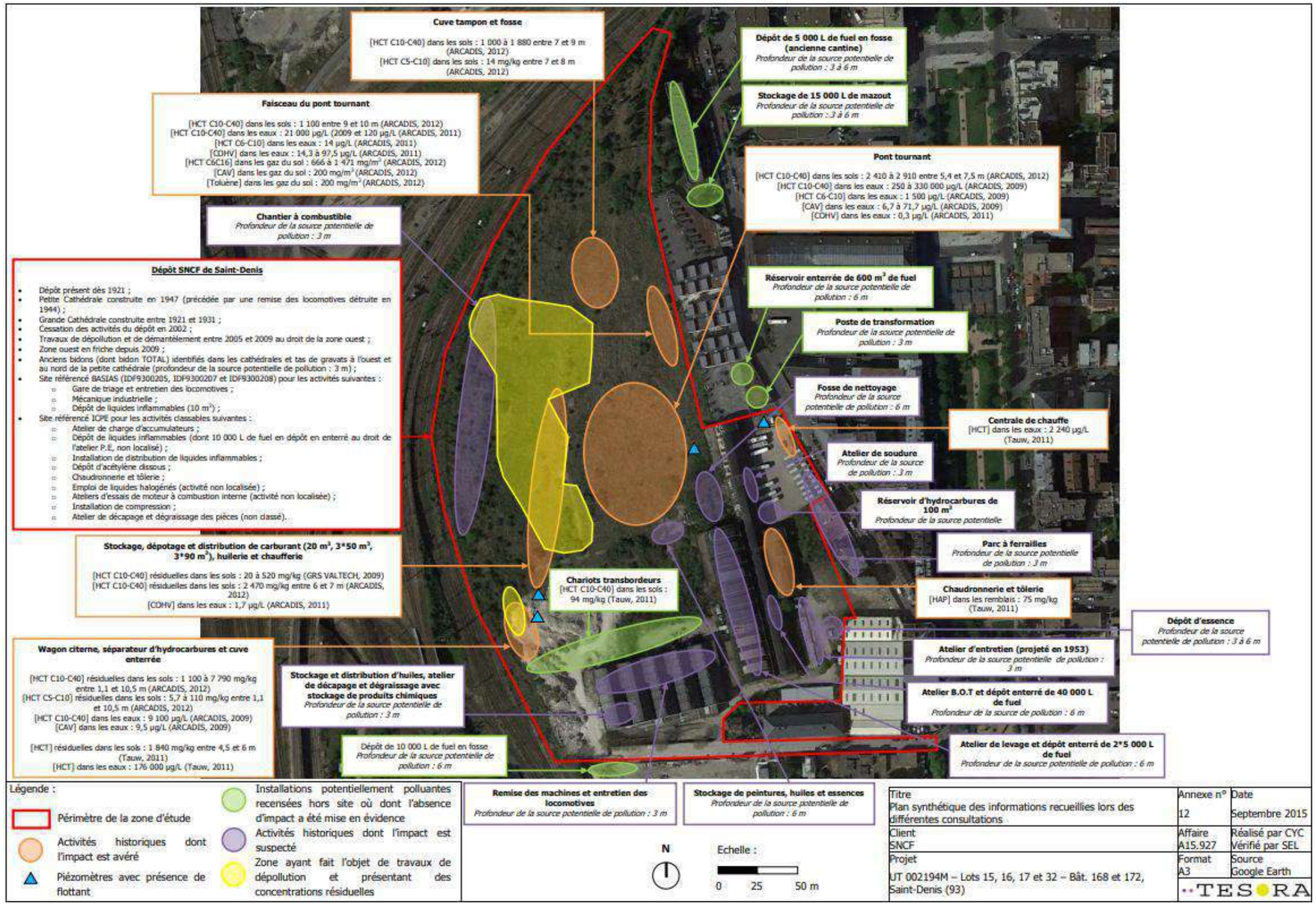


Figure 189 Plan synthétique des informations recueillies lors des différentes consultations, Etude historique et de vulnérabilité TESORA, 2015

L'étude historique réalisée en 2015 révèle des impacts en HCT et HAP dans les sols ainsi qu'un impact en HCT dans les eaux souterraines au droit des cathédrales ainsi qu'un impact en HCT dans les sols, un impact en COHV ainsi que la présence de flottant dans les eaux souterraines et des impacts en BTEX et HCT dans les gaz du sol au droit de la friche. Un plan des informations recueillies lors des différentes consultations est annexé à l'étude, et renseigne sur les données connues à cette époque.

Le diagnostic environnemental de 2016 a intégré 25 sondages entre 3 et 6 m autour et à l'intérieur des deux cathédrales. Il confirme la présence d'impacts au HCT au droit de l'ancien atelier de décapage/dégraissage et stockage de solvants et en zone est de l'ancienne remise de machines et entretien des locomotives de la Petite Cathédrale et à proximité de l'ancien atelier B.O.T de la Grande Cathédrale. Des impacts en COHV ont été relevés dans la partie sud, notamment au droit de l'ancien atelier de décapage/dégraissage et stockage de solvants de la Petite Cathédrale.

- L'analyse des enjeux sanitaires a mis en évidence l'absence de risque sanitaires pour les futurs usagers du site.
- Les investigations menées sur les eaux souterraines ont mis en évidence une perturbation du sens d'écoulement de la nappe dû à un dôme hydrique identifié en partie centrale de la friche.
- Les investigations sur les gaz du sol ont mis en évidence un impact en COHV et BTEX dans les gaz du sol au droit de l'ancien atelier de décapage/dégraissage et stockage de solvants de la Petite Cathédrale ainsi qu'un impact en COHV dans les gaz du sol à proximité du projet AMI de la Grande Cathédrale.

Le diagnostic environnemental de 2018 a conduit à la réalisation de 15 sondages à la pelle mécanique jusqu'à 4 m de profondeur et 16 sondages à la tarière mécanique jusqu'à 6 m de profondeur. Deux sources de pollution ont été mises à la lumière au droit des cathédrales, des hydrocarbures au sud-est de la Grande Cathédrale et un impact en solvants chlorés (COHV) au sud et sud-ouest de la Petite Cathédrale, en intérieur et en extérieur.

- Les prélèvements ont mis en évidence un impact en HCT dans les eaux souterraines.
- Concernant les gaz du sol, un bruit de fond a été identifié en HCT et BTEX dans les gaz du sol au droit de la partie friche ainsi qu'en COHV (principalement trichloroéthylène (TCE), tétrachloroéthylène (PCE)) au droit de la partie Cathédrales

Le diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire de 2019 a conduit à des investigations de l'air sous dalle et des sols. Un réseau de 23 subslabs a été implanté au droit de la Petite Cathédrale selon un maillage fin (1 pour 25 m2), 26 sondages ont été réalisés à la géoprobe et au carottier sous gaine jusqu'à 6 m de profondeur.

- Ces analyses ont mis en évidence des concentrations en PCE, TCE et HCT très importantes, des traces en HAP et COHV, des teneurs supérieures au bruit de fond géochimique pour le Mercure, le Zinc et le Cuivre, et supérieures aux concentrations régionales pour le Cadmium, Nickel et le Plomb.

- L'analyse des enjeux sanitaires de mai 2019 s'appuie sur les données des investigations de TESORA en 2017, 2018 et 2019. Les concentrations maximales détectées dans les gaz du sol et l'air sous dalle ont été utilisées pour quantifier les risques sanitaires par inhalation des substances toxiques volatiles en intérieur par les potentiels futurs usagers du site.
  - L'analyse des enjeux sanitaires conclut à la présence de risques sanitaires inacceptables pour les futurs usagers du site, le rendant incompatible avec les usages futurs projetés tels qu'une crèche, des bureaux, des commerces ou espace sportif et culture en l'état des terrains de 2019.

- La société GOLDER Associates a établi un Diagnostic MIP – HPT (Membrane Interface Probe – Hydraulic Profiling Tool) en novembre 2019. 5 sondages à maximum 14m de profondeur ont été réalisés dans le périmètre de la partie Sud des petites cathédrales et des extérieurs au Sud, à l'Est et à l'Ouest des petites cathédrales, à la suite de l'installation d'une barrière hydraulique en aval du bâtiment, à cause d'une source de pollution localisée dans une fosse ayant accueilli des cuves de solvants chlorés.
  - Les mesures ont mis en évidence un impact en composés chlorés à proximité de la fosse, ainsi qu'un impact en composés chlorés et hydrocarbures volatils en aval immédiat hydraulique de la zone. Golder recommande donc d'effectuer davantage d'investigations au droit des anciennes cuves.

Sondage	Position hydraulique par rapport à la zone source	Profondeur des valeurs maximales observées (en m)	Maximum détecté PID (en V)	Maximum détecté FID (en V)	Maximum détecté XSD (en V)	Niveau piézométrique estimé (test de dissipation – en m)
MIP-01	Latéral immédiat	11,5	0,2	0,3	0,35	7,2
MIP-02	Aval latéral	11,0	7,5	6,7	0,075	7,8
MIP-03	Aval	11,2	2,0	1,5	0,52	7,7
MIP-04	Aval latéral	12,5	1,1	0,5	0,30	8,2
MIP-05	Latéral	12,4	0,75	0,6	0,04	7,8

Figure 190 : Valeurs maximales enregistrées par la sonde MIP/HPT dans chacun des sondages, Diagnostic GOLDER Associates, novembre 2019

- La société ICF a également été missionnée par SNCF pour fournir plusieurs études, notamment un Diagnostic Environnemental Complémentaire en 2022, une Evaluation quantitative des risques sanitaires en 2022 et un Plan de gestion en 2023.

  En 2022, ICF est donc intervenue avec 1 sondage de sol à 15 m de profondeur (soit 21,6 m NGF) équipé en Piézomètre et 4 sondages de sol entre 4,5 et 6,5 m de profondeur (refus) (soit 32,1 et 30,1 m NGF) équipés en piézairs profonds.
  - L'étude a confirmé un impact en COHV dans les milieux sols, et gaz du sol, au droit de la fosse de la Petite Cathédrale et a relevé un léger impact en HCT (principalement lourds), dans les milieux sols et gaz du sol, au nord de la fosse de la Petite Cathédrale.
  - Concernant les eaux souterraines, les principaux composés présents sur la zone d'étude correspondent à des Chloroéthènes, mais les concentrations mesurées dans les piézomètres préexistants semblent cependant montrer une stabilisation des concentrations par rapport aux concentrations mesurées lors des campagnes précédentes (la dernière datant de 2017). A l'exception des COHV, aucune autre substance ne met en évidence de teneurs notables lors des investigations de 2022.
  - Les gaz du sol permettent de confirmer la tendance observée dans les sols et les eaux souterraines, à savoir la présence de composés non dégradés en surface (campagne TESORA de 2019) et la présence de composés légèrement plus dégradés en profondeur. Les impacts sont centrés sur la fosse, et un léger abattement avec la profondeur (de l'ordre de 50 %) est visible.

ZONES CONCERNEES	DISPOSITIONS D'AMENAGEMENT
Bâtiment – Avec mesures constructives	Mesures constructives : • Amélioration de l'étanchéité des dalles et des passages éventuels de réseaux ou de toute autre structure traversant le dallage. • Mise en place d'un système de dépressurisation sous dalle (SDSD) ou d'un vide sanitaire avec dalle de fond. Pour le SDSD, la bonne mise en dépression du système devra être contrôlée. Pour le vide sanitaire, les caractéristiques à respecter sont les suivantes : • Dalle de fond de 20 cm d'épaisseur, • Hauteur du vide sanitaire : 70 cm, • Ventilation du vide sanitaire : 1,1 vol/h. Le site devra être réhabilité. A l'issue des travaux de dépollution, les CMA suivantes seront respectées dans les gaz du sol (soit taux d'abattement d'environ 80 % considéré comme atteignable via traitement in situ) : • Tétrachloroéthylène : 123 mg/m³ ; • Trichloréthylène : 3,4 mg/m³ ; • Cis-1,2-dichloroéthylène : 6 mg/m³ ; • Chlorure de vinyle : 10 mg/m³.
Espaces extérieurs	Absence de contact direct avec les terres en place : les superficies non bâties sont recouvertes de remblais sains en surface[1] ou minéralisées (asphalte ou autre type de revêtement). Dans le cas contraire, le contact direct avec les terres à nu devra faire l'objet d'investigations complémentaires adaptées à cette voie et d'un nouveau calcul de risque conforme à la méthodologie décrite dans les outils de gestion des sites (potentiellement) pollués, rédigée par le M.E.D.D.E, V0 - février 2007. Absence de jardins potagers et d'arbres fruitiers dans les terres du site. Dans le cas contraire, l'ingestion de fruits et légumes autoproduits au droit du site devra faire l'objet d'investigations complémentaires adaptées à cette voie et d'un nouveau calcul de risque conforme à la méthodologie décrite dans les outils de gestion des sites (potentiellement) pollués, rédigée par le M.E.D.D.E, V0 - février 2007. A défaut, toute culture végétale à visée alimentaire devra être réalisée dans des terres d'apport saines[2]. Absence de puits permettant l'utilisation des eaux souterraines de la nappe superficielle. Dans le cas contraire, les usages de l'eau issue de la nappe superficielle devront faire l'objet d'un nouveau calcul de risque conforme à la méthodologie décrite dans les outils de gestion des sites (potentiellement) pollués, rédigée par le M.E.D.D.E, V0 - février 2007. Passage des canalisations AEP enterrées dans des remblais d'apport sains.

Figure 191 : Dispositions recommandées par le Plan de gestion réalisé par ICF en 2023

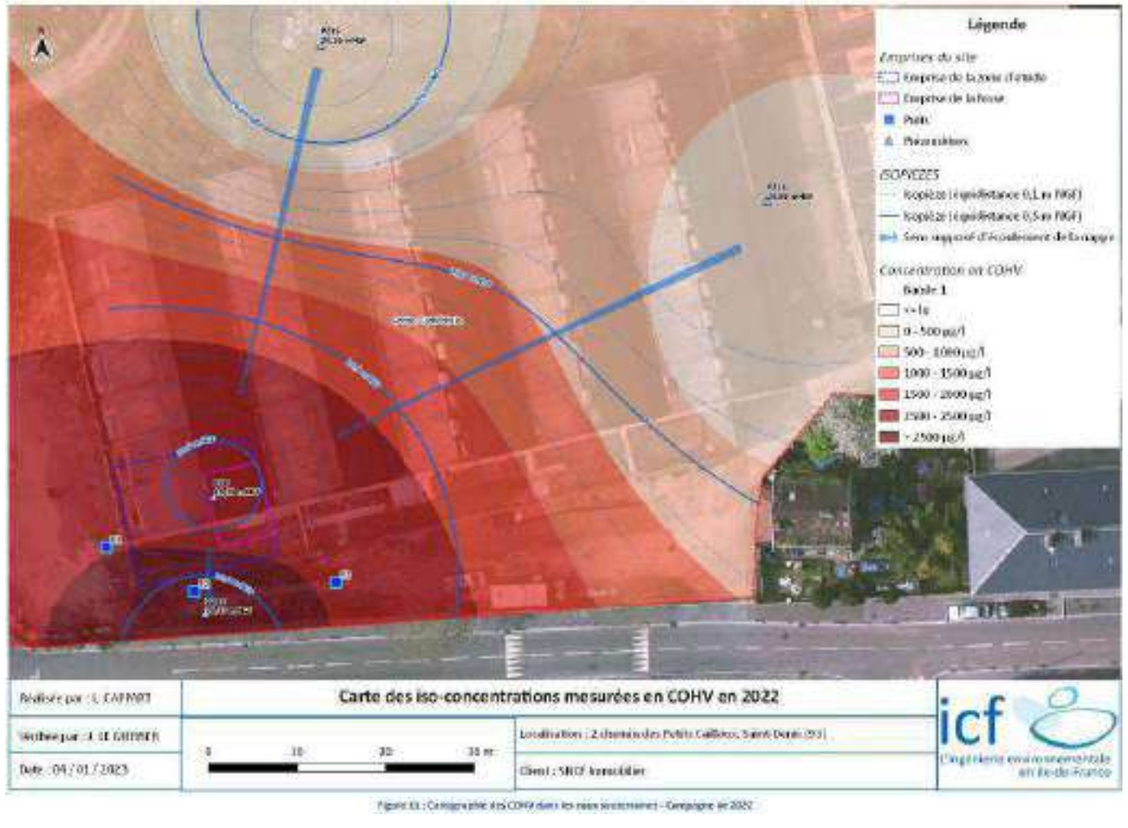


Figure 192 : Carte des iso-concentrations mesurées en COHV, Plan de gestion CIF, 2022

- Il est également à noter qu'il n'y a plus d'ICPE dans les bâtiments dits des Cathédrales.
- La barrière hydraulique, mise en place initialement par la SNCF, sera maintenue avec la poursuite d'un suivi par l'entreprise VALGO (en charge de la gestion des sols et investigations et travaux de dépollution) mandatée par la SAS. En tant que site anciennement soumis à autorisation il sera nécessaire de l'informer comme le prévoit l'article L 514-20 du code de l'environnement.

L'aménageur réalisera un plan de gestion en cohérence avec les usages projetés.

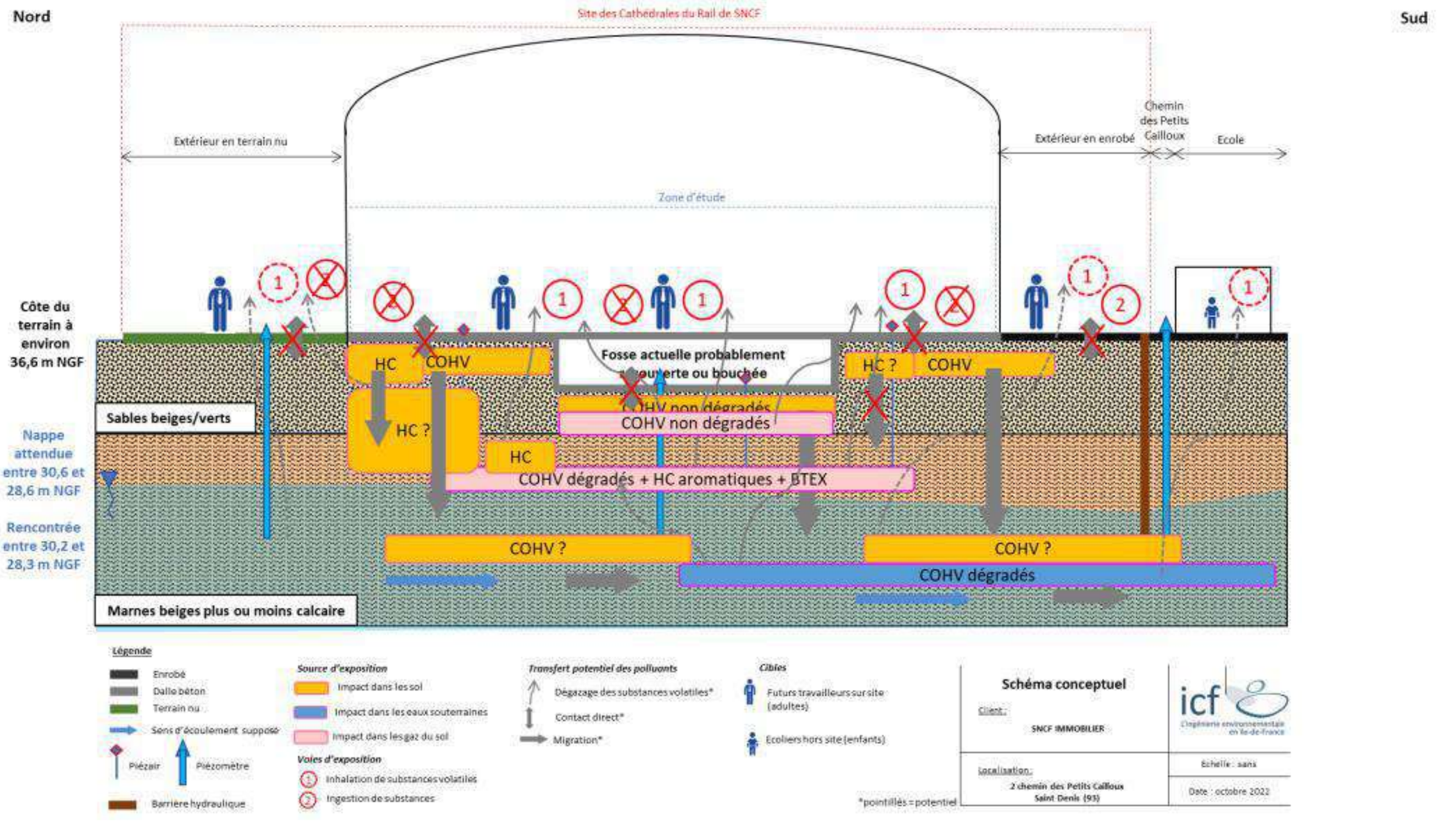


Figure 193 : Schéma conceptuel de l'usage futur étudié (commerces sur site et école hors site), Diagnostic environnemental complémentaire, ICF, 2022

Figure 194 : Cartographie de la zone impactée en gaz du sol à traiter, Plan de gestion ICF, 2022

Figure 195 : Cartographie de la zone impactée dans les eaux souterraines à traiter, Plan de gestion CIF, 2022

De son côté, l'EPFIF (Etablissement Public Foncier d'Ile-de-France), possédant les terrains situés au Sud-Est du site, a également mené des investigations en 2009 : une Etude historique et documentaire et un Diagnostic de pollution chimique des sols menées par BURGEAP.

L'étude documentaire met en évidence des installations potentiellement polluantes sur l'ensemble du site ayant des activités industrielles depuis 1954, notamment des cuves à fioul, gazole et huile, des locaux de stockage de peintures et produits chimiques, un atelier mécanique et du stockage de ferrailles et bidons, dans des zones à risque de pollution. De 1983 à 2009, le site est occupé par la société Fruytier spécialisée dans le transport urbain.

Le Diagnostic de pollution chimique des sols a été réalisé grâce à 16 sondages de sols à la géoprobe, en carottes sous gaine.

© TERAO 2026

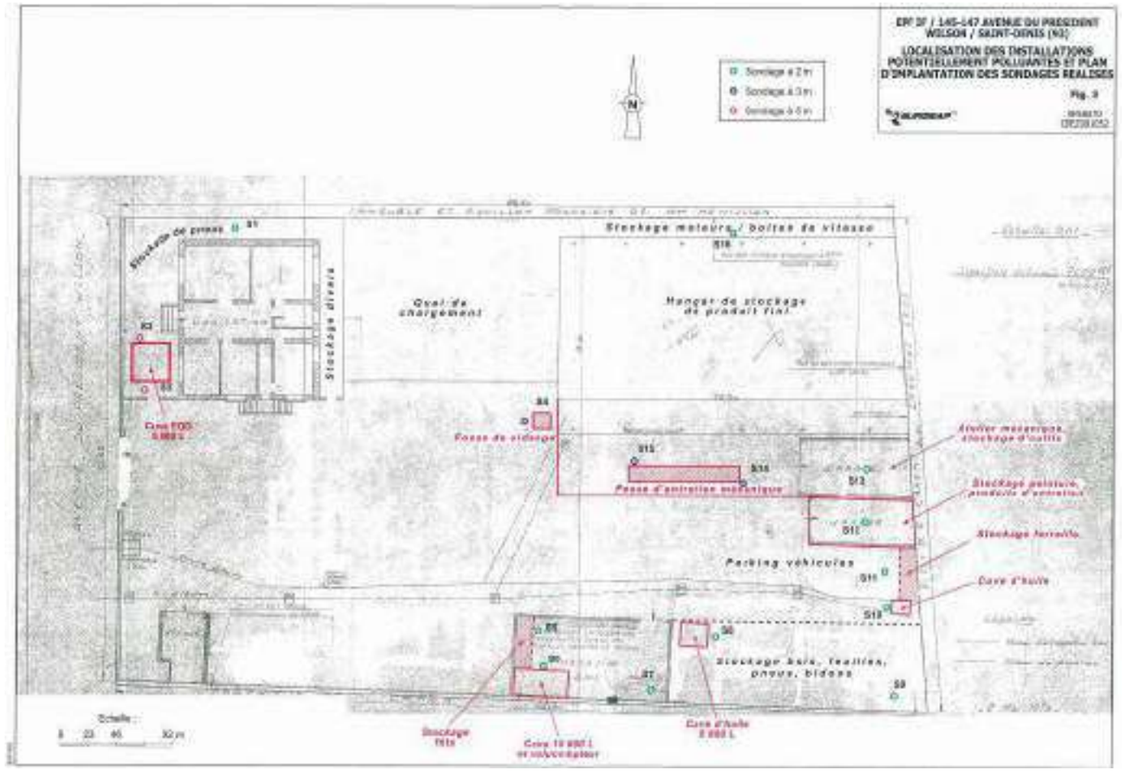


Figure 196 : Localisation des installations potentiellement polluantes et plan d'implantation des sondages, Diagnostic de pollution chimique des sols BURGEAP, 2009

Les investigations montrent :

- la présence de limons noirs jusqu'à environ 1,2 m sur plus de la moitié des sondages (déchets non inertes)
- la présence d'un spot de contamination aux hydrocarbures jusqu'à environ 2 m de profondeur, avec des concentrations supérieures aux valeurs limites d'admission fixées par l'arrêté du 15 mars 2006
- la présence de métaux et d'hydrocarbures dans l'horizon superficiel jusqu'à environ 1,2 m avec des concentrations supérieures au bruit de fond géochomique
- la présence de fraction soluble et de COT dans des concentrations aux valeurs limites d'admission fixées par l'arrêté du 15 mars 2006
- la présence d'antimoine lixiviable dans l'horizon superficiel (limons marrons) COT dans des concentrations aux valeurs limites d'admission fixées par l'arrêté du 15 mars 2006 (déchets inertes).

L'étude conclut que la voie d'exposition par inhalation des personnes présentes sur le site est à considérer, et que les terres à traiter devront être envoyées dans des décharges spécialisées. Elle recommande le réaménagement du site jusqu'à 3m de profondeur. Les risques sanitaires seraient acceptables.

Dans le cadre du projet des Cathédrales du Rail, de nouvelles études géotechniques et de pollution ont été réalisées par la VALGO sur l'ensemble du site, afin de définir les traitements à appliquer aux sols et leur état actuel.

Différentes sources de pollution ont été confirmées à la suite des études antérieures :

- Pollution des sols :
  - Au droit de la zone friche (hors délaissé) : cette zone a fait l'objet d'une dépollution entre 2005 et 2009 par excavation, biotertre et remblaiement des fouilles avec les terres dépolluées. A l'issue de cette dépollution, des impacts résiduels ainsi que des zones non dépolluées expliquent la présence d'un bruit de fond en hydrocarbures (HCT/HAP) observé au droit de l'ensemble de la zone. Les teneurs maximales en Hydrocarbures totaux (HCT) oscillent autour de 2 500 mg/kg MS (seuil de dépollution habituellement retenu sur les sites SNCF) et les teneurs en HAP sont inférieures à 220 mg/kg MS
  - Au droit de la petite Cathédrale : zones 14 et 15. Cette source de pollution est localisée au droit d'une ancienne fosse de récupération et de stockage des huiles et des produit chimiques présente en bordure sud-ouest de la Petite Cathédrale. Elle est caractérisée par la présence de concentrations importantes en composés organohalogénés volatils (COHV jusqu'à 22 mg/kg - TCE et PCE) et ponctuellement en HCT (jusqu'à 2 700 mg/kg) dans les sols. Ses extensions latérale et horizontale sont insuffisamment documentées (sondages réalisés dans la fosse trop court pour statuer sur la présence d'une source de pollution profonde aux COHV).

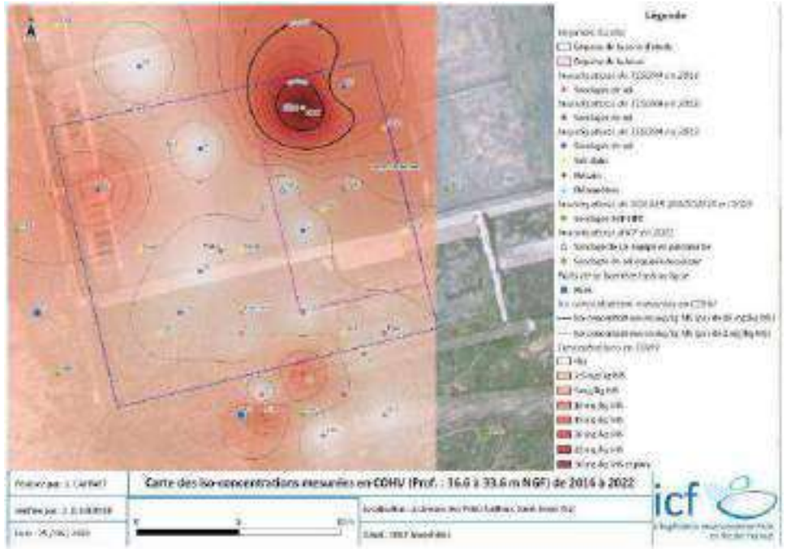


Figure 197 : Cartographie de la pollution en COHV dans les sols - Zone 14 - Source ICF - Cité par VALGO

  - Au droit de la petite Cathédrale : zone 13. Cette source de pollution est caractérisée par des concentrations significatives en HCT dans les sols et des contaminations modérées en COHV, BTEX et hydrocarbures dans les gaz des sols
  - Au droit de la grande Cathédrale : zone 10 (bordure Est des Grandes Cathédrales – cuve enterrée Hydrocarbures). Cette source de pollution est caractérisée par des concentrations importantes en HCT en surface dans les remblais et dans une moindre mesure dans le terrain naturel. VALGO a considéré une surface impactée de 100 m² sur 7 m de profondeur.

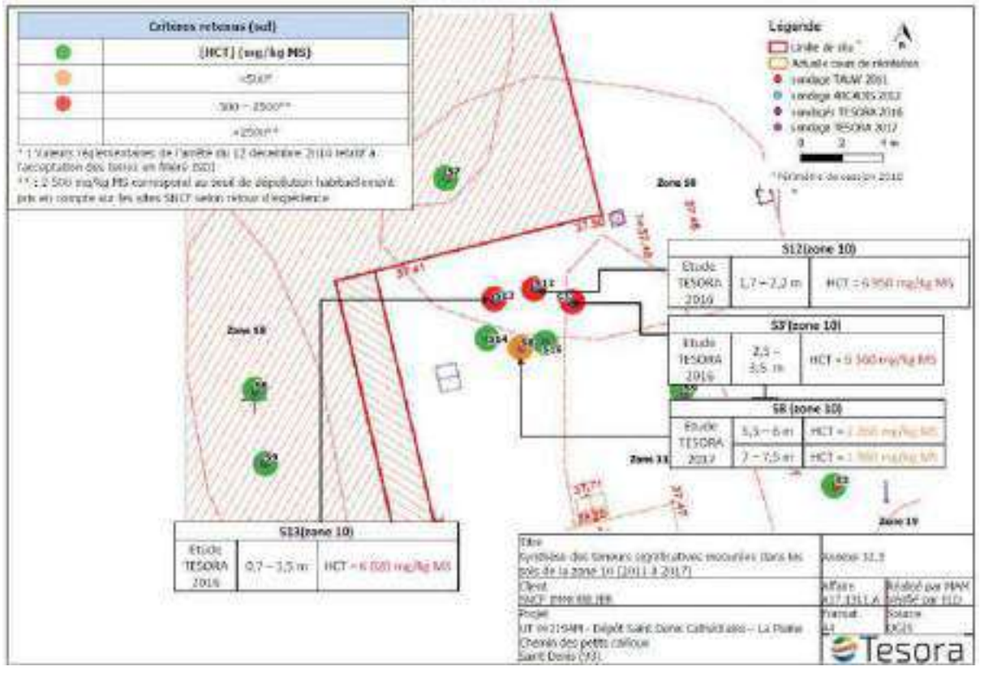


Figure 198 : Synthèse des impacts en HCT en zone 10 - TESORA - Cité par VALGO

- Pollution dans les eaux souterraines :
  - Au droit de la friche : un bruit de fond en solvants chlorés (COHV) est observé au droit de l'ensemble des piézomètres implantés sur le site (10-100 µg/L). Par ailleurs des teneurs modérées en hydrocarbures (HCT) sont observées au droit des zones 3 et 5 (Pz6 et Pz9) issus des résiduels de la dépollution de 2010. Depuis février 2022 aucun ouvrage ne présente de phase flottante. Néanmoins, au droit du Pz6, l'observation de produit flottant est en corrélation avec la baisse du niveau piézométrique. Comme le niveau piézométrique n'a jamais atteint celui de 2020, VALGO restera vigilant sur le retour de flottant dans le cas d'une baisse du niveau piézométrique. Un film a également été aperçu aux abords de l'ilot Faubourg.
  - Au droit de la Petite Cathédrales : un impact en solvants chlorés (de l'ordre de COHV < 2 900 µg/L) est observé au droit de la zone 14 (Pz14, Sud-ouest des Petites Cathédrales extérieur). On observe une diminution des teneurs au droit de cet ouvrage depuis 2015. Depuis 2017 les concentrations un niveau des piézomètre existants semblent s'être stabilisées.

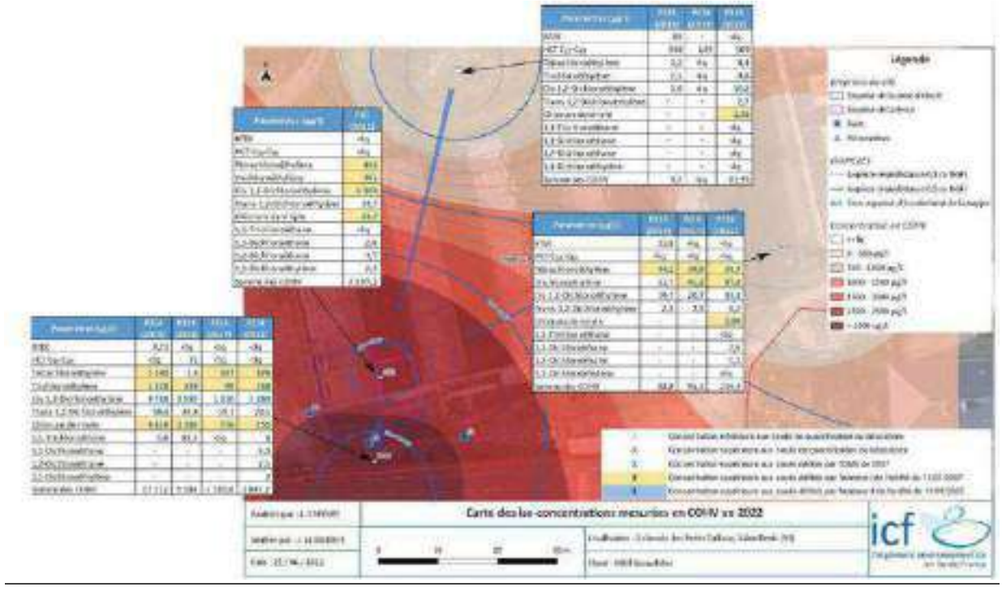


Figure 199 : Cartographie des COHV dans les eaux souterraines - Sources 14 et 15 - IV+CF - Cité par VALGO

Une barrière de pompage a été disposée par la SNCF en limite de cette pollution pour éviter/limiter l'extension d'un panache de pollution aux COHV/hydrocarbures vers l'école Niki de Saint Phalle. L'eau est pompée via les 3 puits de pompage, puis traitée sur filtre à charbon actif avant rejet au Réseau. Les débits de pompage sur P1, P2 et P3 sont de 1 m^3/h en moyenne par ouvrage

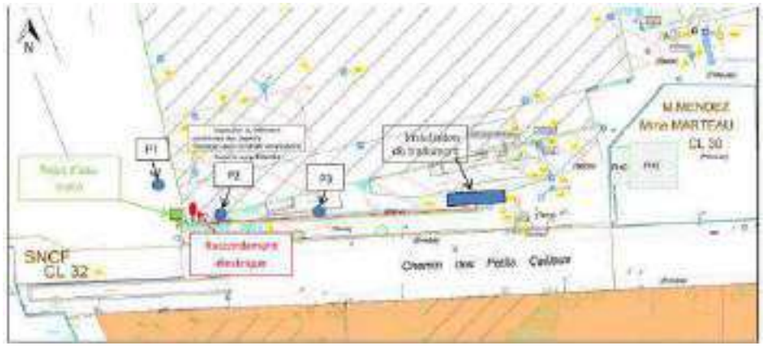


Figure 200 : Plan de la barrière hydraulique en place en aval de la source 15 - GRC Valtec - Cité par VALGO

Les concentrations en COHV ont diminué depuis 2017 de plus de 20 mg/l, pour se stabiliser stabilisées à 1mg/l en P2.
Les teneurs en BTEX restent inférieures aux seuils de quantification du laboratoire depuis mai 2022 sur les trois puits.

- Pollution dans les gaz de sol :
  - Au droit de la friche : aucune teneur significative n'a été mesurée lors des différentes campagnes
  - Au droit des Cathédrales : seules des teneurs significatives en solvants chlorés ont été mesurées au droit de la zone 14, après application des facteurs d'atténuation. Néanmoins, un impact notable est présent au droit du Pzair2 dans les grandes cathédrales en TCE.

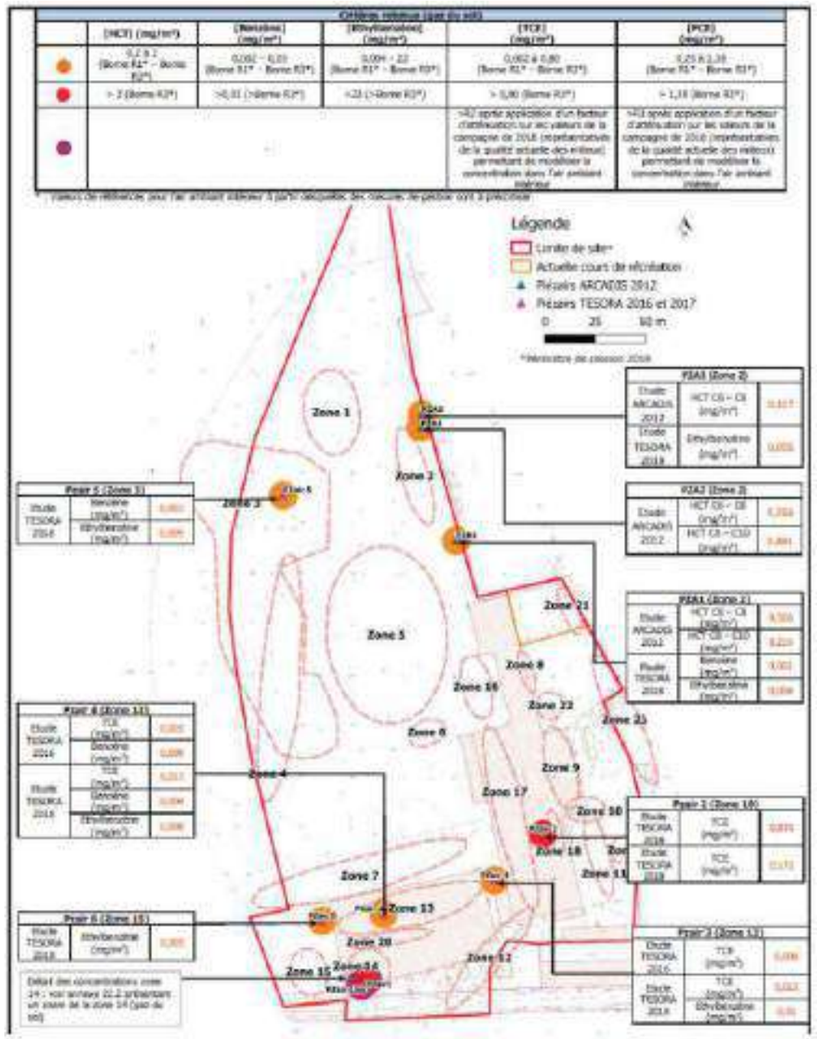


Figure 201 : Synthèse des teneurs dans les gaz du sol - TESORA - Cité par VALGO

2.12.4.Risque amiante

L'amiante a été intégré dans la composition de nombreux matériaux utilisés notamment pour la construction. En raison de son caractère cancérogène, ses usages ont été restreints progressivement à partir de 1977, pour aboutir à une interdiction totale en 1997. Les bâtiments de l'opération datant de 1946, l'identification des matériaux et produits contenant de l'amiante est un préalable à l'évaluation et à la prévention des risques dans les bâtiments. Elle doit être complétée par la définition et la mise en œuvre de mesures de gestion adaptées et proportionnées pour limiter l'exposition des occupants présents temporairement ou de façon permanente dans le bâtiment et des personnes appelées à intervenir sur les matériaux ou produits contenant de l'amiante.

Plusieurs études ont été réalisées pour mesurer l'ampleur de l'amiante sur le site actuel.

SNCF Immobilier, ancien exploitant du site, a missionné plusieurs études Amiante sur différents points du site :

- En mars 2016, la société Iramiante a effectué une mission de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante sur la Grande Cathédrale. Le repérage par analyse laboratoire conclut à la présence d'amiante dans le mastic vitrier, les dalles de sol et leur colle, un conduit Fibrociment, et dans plusieurs étanchéités de la toiture de la Grande Cathédrale, ainsi que sur un conduit et une toiture Fibrociment (cette fois repérés de manière visuelle). En conclusion, Iramiante considère que l'ensemble de l'étanchéité de la toiture et l'ensemble des joints de vitrage localisés par l'entreprise contiennent de l'amiante.

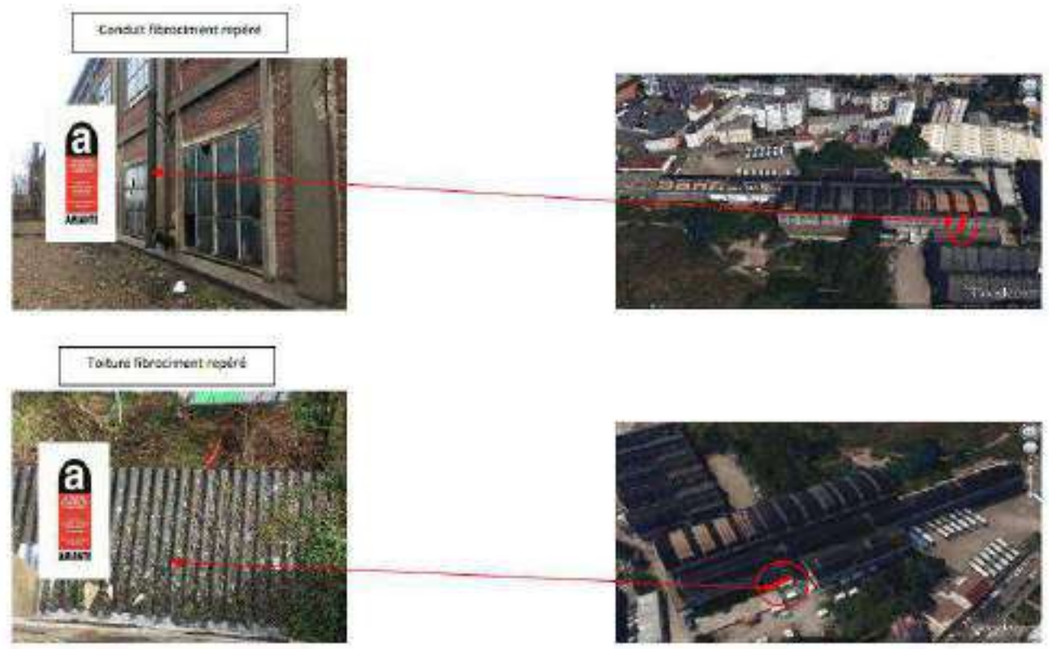


Figure 202 : Photographies des éléments contenant de l'amiante repérés visuellement, étude Iramiante de 2016

Les nombreux rapports mettent en avant une pollution des sols, des gaz du sol et des eaux souterraines, notamment aux COHV et hydrocarbures, et recommandent des mesures pour restaurer la compatibilité du site avec les usages projetés. Les études complémentaires en cours de réalisation permettront de définir un traitement approprié des terres et une dépollution en fonction de l'état actuel des sols.

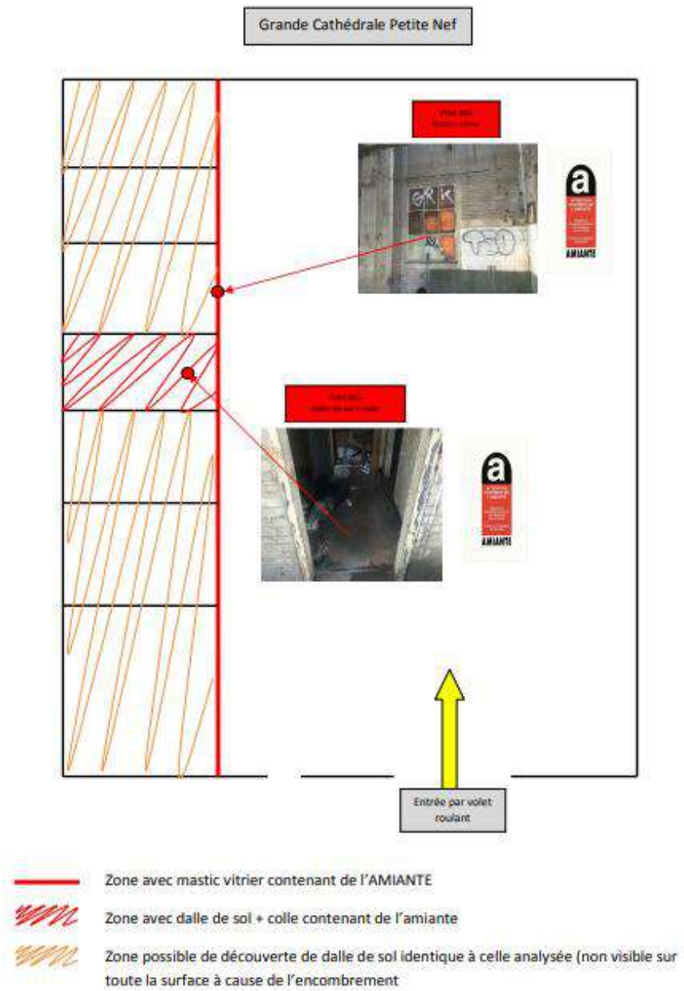


Figure 203 : Photographies et repérage par prélèvement de zones contenant de l'amiante dans la petite nef, étude Iramiante de 2016

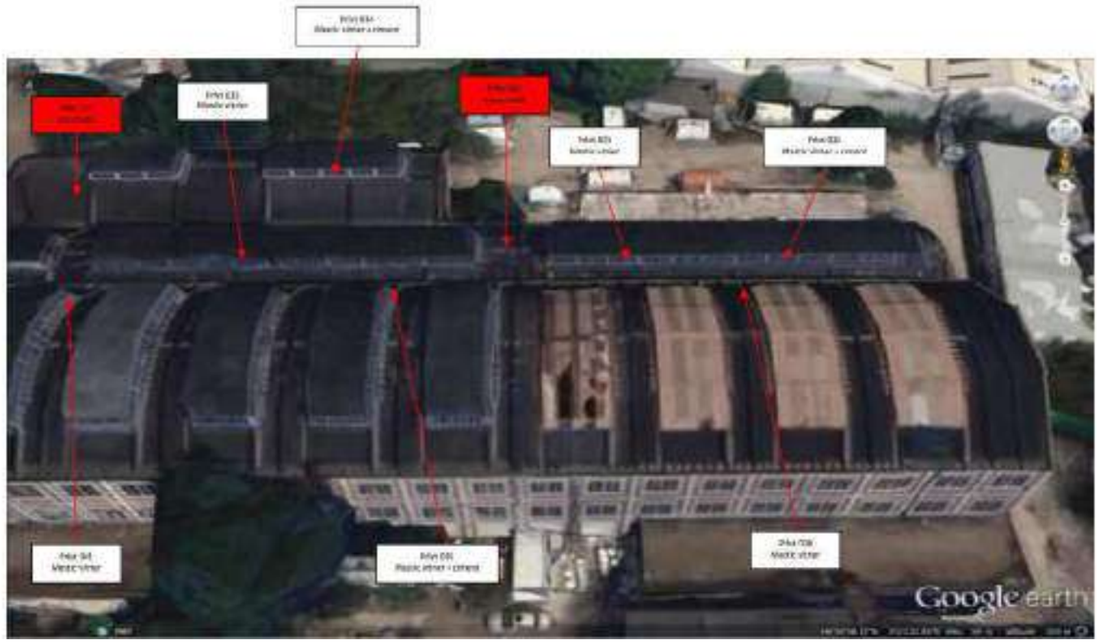


Figure 204 : Repérage d'amiante sur les toitures par prélèvement, étude Iramiante de 2016

- Un repérage supplémentaire a été réalisé par la société Allodiagnostic en 2015 pour SNCF. Cette analyse portait sur la partie extérieure des cathédrales : Petite cathédrale, Grande cathédrale, toiture petite cathédrale, Toiture grande cathédrale. Après analyse laboratoire, de l'amiante a été identifiée, comme résumé dans le tableau suivant :

Niveau	Pièce	Zone	Matériau ou produit	Etat de conservation
Extérieur	Toiture grande cathédrale	fenêtres	Joint ciment	AC2
	toiture petite cathédrale	fenêtres	mastic	AC2
		cheminée	enduit de rebouchage	EP
		cheminée	peinture bitumineuse + béton	EP
		couverture	revêtement bitumineux	EP
		fenêtres	mastic	AC2
		autre	fibres ciment	EP
		fenêtres	mastic + béton	AC2
		couverture	peinture bitumineuse	AC2
		fenêtres	masitc + peinture	AC2

Figure 205 : Liste des matériaux contenant de l'amiante repérés sur site, étude Allodiagnostic de 2015

- Une étude a été réalisée au Sud du site, au niveau du Centre de santé - Centre de protection maternelle et infantile situé au sud du chemin des Petits Cailloux, par la société FMDC Diagnostics en 2022, sous la commande de la Ville de Saint-Denis, propriétaire de l'établissement. Elle conclut à la présence d'amiante dans plusieurs pièces du bâtiment au niveau des joints mastics des vitres.

© TERAO 2026

Figure 206 : Présence d'amiante (Fibres d'amiante de type chrysotile) sur un joint mastic de vitre repéré sur la façade, étude de FMDC Diagnostics de 2022

Référence (Sondage)	Matériaux ou produits	N° du local	Localisation	Etage	Référence (ZPSO)
S039	Joint mastic de vitre	1	Bureau	1er	Z011
S038	Joint mastic de vitre	2	Salle de réunion	1er	Z011
S037	Joint mastic de vitre	3	Bureau directeur	1er	Z011
S036	Joint mastic de vitre	4	Bureau puéricultrices	1er	Z011
S035	Joint mastic de vitre	5	Façade Extérieur	1er	Z011

Figure 207 : Matériaux ou produits contenant de l'amiante repérés par l'étude FMDC Diagnostics de 2022

- Le bâtiment muré présente sur site a également été expertisée dans le cadre du Dossier technique amiante réalisé par SNCF en 2018. La société Constatimmo est donc intervenue pour le repérage. De l'amiante a été repérée sur certaines plaques des façades.

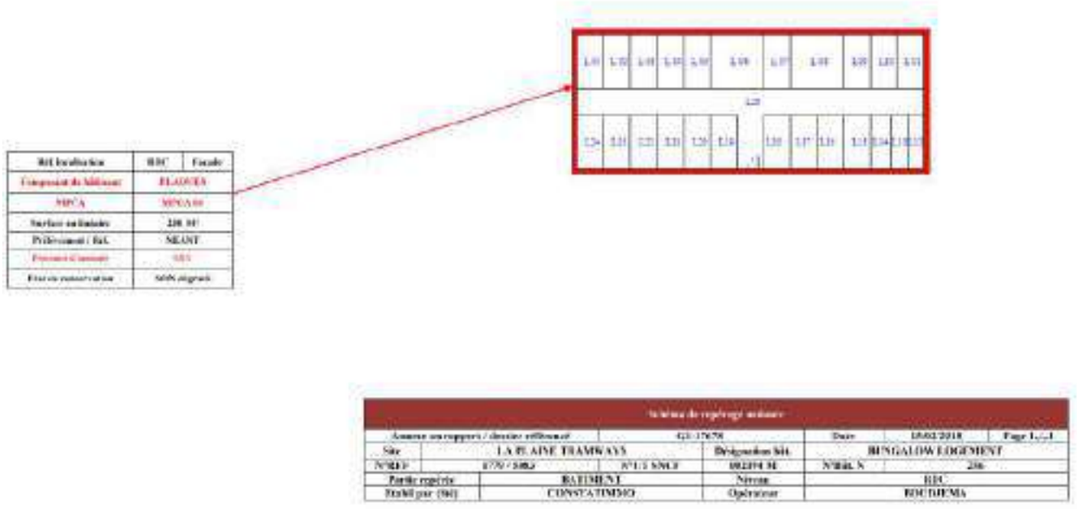


Figure 208 : Plan de repérage des matériaux du bungalow contentant de l'amiante, Dossier technique amiante SNCF de 2018

Les nombreux rapports permettant d'avoir une idée relativement précise de la situation amiante, les cathédrales présentent de l'amiante dans des zones clairement localisées, notamment les dalles, joints de vitres, étanchéités et quelques éléments supplémentaires. Les travaux de retrait d'amiante concerneront donc l'intégralité des matériaux et produits contenant de l'amiante présent sur le site (extérieurs et bâtiments). Une équipe spécialisée est missionnée pour la réalisation de ces travaux.

2.12.5.Qualité de l'air

2.12.5.1. Contexte réglementaire

La qualité de l'air extérieur fait l'objet d'une réglementation européenne (directive 2008/50), qui impose la surveillance, le suivi des concentrations de différents polluants dans l'air ambiant et une baisse des émissions dans l'air. Le droit européen fixe des valeurs limites pour certains polluants dans l'air à partir des différents travaux conduits notamment par l'OMS.

L'Etat Français est depuis plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote.

La directive européenne concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe a été transposée en droit français, ces textes sont codifiés aux articles L.220-1 à L.229-54 et articles R.122-1 à R.223-5 du code de l'environnement. L'article L122-1 du Code de l'environnement impose donc une évaluation environnementale pour les projets susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine, et les objectifs nationaux de qualité de l'air, les seuils d'alerte et les valeurs limites définis à l'article L.221-1 sont fixés au tableau annexé à l'article R.221-1.

La majeure partie des impacts sur la santé vont résulter d'une exposition chronique, les pics de pollutions pesant moins sur la santé que l'exposition de longue durée. Les effets sanitaires à court et long termes dépendent de la durée et de l'intensité de l'exposition. De plus, ces effets peuvent être combinés à l'augmentation de l'exposition aux pollens, risquant d'augmenter le développement de pathologies chroniques.

La population affectée par une mauvaise qualité de l'air rassemble toutes les personnes habitant dans la zone d'étude. Ces personnes sont localisées par leur résidence. Elle doit être estimée uniquement sur la base de la population actuelle, modulo les éventuels projets existants ou approuvés ayant un impact sur la population future, au vu de la difficulté à obtenir des éléments fiables sur la population future, selon un guide de 2019 du ministère de la transition écologique et solidaire et le ministère de la santé.

En Seine-Saint-Denis et en Ile-de-France, Airparif, un organisme français agréé par le ministère de l'environnement pour la surveillance de la qualité de l'air, a réalisé Bilan de la qualité de l'air dans la région, publié en novembre 2022, indiquant que les niveaux de pollution relevé sont en baisse par rapport à la période pré-Covid 19. La qualité de l'air reste cependant problématique.

❖ La loi d'orientation des mobilites

La loi d'orientation des mobilités du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, autour de 15 mesures-clés, pour répondre à l'impératif d'améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces, plus propres et plus accessibles.

Cette loi a créé les zones à faibles émissions mobilité permettant aux collectivités de limiter la circulation des véhicules les plus polluants sur leur territoire. Sur ces ZFE-m est instaurée une interdiction d'accès à des plages horaires déterminées, pour des catégories de véhicules qui ne répondent pas à certaines normes d'émissions.

Plaine Commune s'est engagée dans ce dispositif aux côtés de la Métropole du Grand Paris.

2.12.5.2. Documents cadres sur la qualité de l'air

❖ Plan Regional Sante Environnement 3 (PRSE) (2017)

Le PRSE 3 Ile-de-France (2017-2021) est la déclinaison du Plan National Santé Environnement (PNSE) 3. Ce dernier vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme.

Le PRSE 3 Ile-de-France vise à établir une feuille de route recherchant la réduction de l'impact des altérations de l'environnement sur notre santé. Il permet de poursuivre et d'amplifier les actions conduites dans le domaine de la santé environnementale. Les actions notables en matière de qualité de l'air sont, par exemple :

- Préparer l'environnement de demain pour une bonne santé ;
- Surveiller et gérer les expositions liées aux activités humaines et leurs conséquences sur la santé ;
- Travailler à l'identification et à la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé ;
- Protéger et accompagner les populations vulnérables.

Le 4e PRSE a été lancé le 12 septembre 2022 dans la continuité du PNSE 4 (2021-2025), lancé le 7 mai 2021, et s'échelonne sur la période 2023-2027.

❖ Le Schema Regional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE)

Le SRCAE a été créé par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010. Il permet aux régions de définir leurs objectifs et orientations propres afin de contribuer à l'atteinte des objectifs et engagements nationaux en matière de qualité de l'air d'ici à l'horizon 2020 et 2050 par rapport à l'année de référence 2005.

Il fut approuvé par le Conseil Régional en novembre 2012. Lors de son approbation, les objectifs en matière de qualité de l'air affichés étaient les suivants par rapport à l'année de référence 2005 :

- Oxyde d'azote – NOx : - 38% en 2020
- Particules fines – PM_{10} : - 29% en 2020
- Particules fines – $PM_{2,5}$: - 43% en 2020
- Composés organiques volatiles non méthaniques – COVNM : - 26% en 2020

Pour atteindre ces objectifs, le SRCAE fixe des orientations dans les domaines du transport, de l'agriculture, de l'industrie, du bâtiment, des consommations électriques, de l'urbanisme et l'aménagement, des activités économiques, de qualité de l'air, de l'adaptation au changement climatique et des énergies renouvelables.

Le SRCAE n'est pas un document prescriptif. Celui-ci n'impose pas de contraintes opposables aux tiers. Il s'agit d'un document de cadrage pour impulser la prise en compte des dimensions climat/air/ énergie sur les territoires. Pour ce faire, il a édicté une ambition à travers 58 orientations stratégiques et 17 objectifs.

Ce document est aujourd'hui supplanté par le Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET).

❖ Le Plan de protection de l'atmosphere (PPA)

Les plans pour la qualité de l'air relèvent de la réglementation européenne. Ce sont des plans d'action dont l'objectif est d'assurer qu'en cas de dépassement (ou risque de dépassement) des valeurs limites en concentration de polluants dans l'air, fixées par l'Europe pour la préservation de la santé humaine.

Les agglomérations de plus de 250 000 habitants ainsi que les zones dans lesquelles le niveau de concentration dans l'air ambiant d'au moins une substance polluante, dépasse ou risque de dépasser une valeur limite, doivent être couvertes par un Plan de protection de l'Atmosphère (PPA) (Article R222-13 du code de l'environnement).

Ce sont les Préfets de département qui ont la charge de leur élaboration et de leur suivi.

Plaine Commune est incluse dans le PPA de l'Ile-de-France.

Historiquement, l'Ile-de-France connaissait des dépassements des valeurs limites pour le dioxyde d'azote et les particules fines. Un premier PPA couvrant la période 2005-2010 a été adopté en 2006, qui a permis un recul des émissions de polluants atmosphériques liés à l'industrie. Aujourd'hui, des dépassements persistent, principalement issus du trafic routier et du chauffage.

Le PPA d'Ile-de-France a été approuvé par arrêté préfectoral du 31 janvier 2018. Il découle d'un processus d'élaboration associant l'État, le Conseil régional, les collectivités territoriales, les entreprises, les associations, des représentants des secteurs d'activités émettrices de polluants atmosphériques et d'une consultation publique francilienne. Il concerne tous les secteurs d'activités en Ile-de-France à savoir les transports, le résidentiel, les carrières-chantiers, l'agriculture et l'industrie. Il se décline en 46 actions réparties entre 25 défis concernant l'ensemble des secteurs d'activités.

Afin d'assurer une cohérence des différentes politiques territoriales de la qualité de l'air, le PPA doit être compatible avec les objectifs de l'ancien SRCAE, et s'impose directement au PCAET.

❖ Zone Sensible pour la Qualite de l'Air (ZSQA)

Le Schéma Régional Climat, Air et Énergie instauré par la Loi Grenelle II impose de cartographier des zones dites « sensibles » en termes de qualité de l'air, définie par une forte densité de population (ou la présence de zones naturelles protégées) et par des dépassements des valeurs limites pour certains polluants. Sur ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air sont prioritaires.

La ZSQA d'Ile-de-France correspond à une zone comprenant l'agglomération parisienne dont fait partie la zone de projet et l'agglomération de Meaux. Elle représente l'ensemble des habitants potentiellement impactés par un dépassement des valeurs limites en NO2 et 99,9 % de la population potentiellement impactée par un risque de dépassement des valeurs limites en PM10. Elle concerne plus de 10 millions d'habitants, soit près de 90% des habitants de la région et 24% de la surface de l'Ile-de-France.

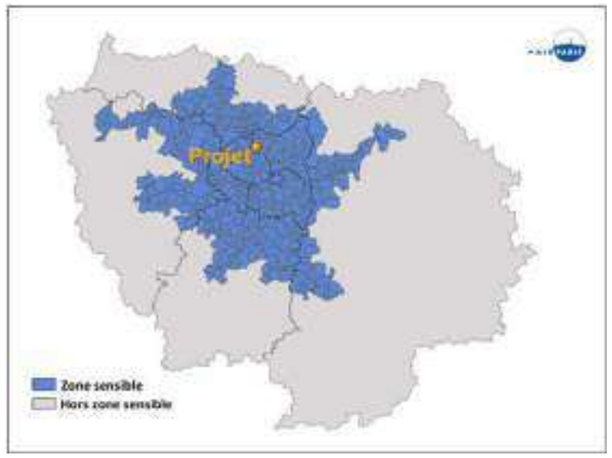


Figure 209 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE Île-de-France, Etude TECHNISIM du 15 décembre 2023

❖ Le plan climat air energie territorial (PCAET)

Le PCAET est une démarche de développement durable axée spécifiquement sur la lutte contre le changement climatique. Depuis l'adoption de la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV du 17 août 2015), les EPCI de plus de 20 000 habitants doivent à réaliser un Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET). Pour les 11 Etablissements Publics Territoriaux de la Métropole du Grand Paris (dont fait partie Plaine Commune) et la Ville de Paris, ce PCAET doit s'inscrire dans la continuité du Plan Climat-Air-Energie Métropolitain (PCAEM). Le PCEAM a été approuvé en novembre 2018 par le Conseil Métropolitain. Il fixe une vision à long terme, notamment pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et assurer une qualité de l'air conforme aux seuils de l'OMS. Le PCAEM a été évalué à mi-parcours en 2021. D'après cette analyse, les territoires ont confirmé les attentes de la Métropole grâce à leurs échanges. Une réflexion pourrait cependant être engagée pour simplifier l'élaboration des PCAET.

De manière générale, le PCAET doit permettre de :

- Atténuer le changement climatique en réduisant les émissions de GES ;
- Limiter la part des énergies fossiles dans le mix énergétique ;
- Développer le recours aux énergies renouvelables ;
- Intégrer une stratégie pour lutter contre la pollution de l'air ;
- Adapter le territoire aux conséquences du changement climatiques ;
- Favoriser un développement économique pérenne et un modèle social équitable.

Adopté le 25 février 2020 en conseil territorial, le PCAET de Plaine Commune comprend 64 actions à mettre en œuvre pour engager durablement la transition écologique sur le territoire. Il a été adopté pour six ans (2020-2026). Le PCAET vise en tout premier lieu à améliorer la qualité de l'air, réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre, développer les énergies renouvelables, les mobilités douces et les transports en commun, et favoriser l'adaptation au changement climatique. Son programme d'actions traite 5 axes comprenant un total de 64 actions et des sous catégories :

- Axe 1 : Sobriété et justice sociale :
  - Logements
  - Tertiaire
  - Construction bas carbone
  - Eclairage public
- Axe 2 : Résilience :
  - Adaptation au changement climatique
  - (A)ménagement soutenable
  - Nature en ville
  - Agriculture urbaine
- Axe 3 : Air et santé environnementale :
  - Axes routiers
  - Urbanisme
  - Mobilités
  - Chantiers, chauffage
- Axe 4 : Transition énergétique et économie circulaire :
  - Energies renouvelables et de récupération
  - Economie circulaire
- Axe 5 : Transition collaborative et partagée :
  - Exemplarité de la collectivité
  - Coopération et gouvernance
  - Mobilisation collective

Le PCAET de Plaine Commune recherche la sobriété et la compensation carbone à l'échelle locale pour s'inscrire dans la trajectoire de la neutralité carbone 2050 de l'accord de Paris sur le climat. Plaine Commune a également mis au point son propre plan d'actions pour le climat, sous forme d'Agenda 21.

❖ Contrat de Relance et de Transition Ecologique (CRTE)

En novembre 2020, les CRTE prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition :

- la transition écologique,
- le développement économique
- la cohésion territoriale.

Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer à la réussite du plan de relance économique et écologique « France Relance » à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années.

La Métropole du grand Paris a signé un Contrat de relance et de transition écologique avec l'état, « Première étape » en mars 2021. La Métropole du Grand Paris œuvre ainsi avec l'Etat pour créer un nouveau modèle de développement répondant à des ambitions de transition écologique, de développement économique et de cohésion territoriale.

2.12.5.3. Qualité de l'air sur le territoire de la Métropole du Grand Paris

En France, la surveillance de la qualité de l'air est confiée à des associations indépendantes, les AASQA (associations agréées de surveillance de la qualité de l'air). En Ile-de-France, cette surveillance est assurée par Airparif.

Les principaux polluants de l'air sont :

- Le dioxyde d'azote (NO_2) : les émissions d'oxyde d'azote (NOx) apparaissent dans toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole, etc.). Le secteur des transports est responsable de 52% des émissions des NOx. Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les pots d'échappement est oxydé par l'ozone et se transforme en dioxyde d'azote (NO_2).
- Le benzène (C_6H_6) : Le benzène est un hydrocarbure aromatique monocyclique (HAM). C'est un polluant émis majoritairement par le trafic routier, plus particulièrement les véhicules à motorisation essence.
- Les poussières en suspension (particules PM 10 et PM 2.5) : Le transport routier, les combustions industrielles, le chauffage domestique et l'incinération des déchets sont parmi les émetteurs de particules en suspension. Le principal secteur d'émission des particules de diamètre inférieur à 10µm est le transport routier (36%) en particulier les véhicules diesel (13%) suivis de près par l'industrie (33%).
- L'ozone (O_3) : L'ozone protège les organismes vivants en absorbant une partie des UV dans la haute atmosphère. Mais à basse altitude, ce gaz est nuisible si sa concentration augmente trop fortement. C'est le cas lorsque se produit une réaction chimique entre le dioxyde d'azote et les hydrocarbures (polluants d'origine automobile) dans des conditions climatiques particulières. Il s'agit d'un polluant secondaire qui résulte de la transformation chimique de l'oxygène en présence de précurseurs, particulièrement émis par les véhicules à moteur. Du fait de son mode de formation, les concentrations en ozone sont souvent plus faibles à proximité immédiate de la voie de circulation routière qu'à quelques kilomètres. Le dioxyde de soufre (SO_2) : Les émissions de SO_2 dépendent de la teneur en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon, etc.). Elles sont principalement libérées dans l'atmosphère par les cheminées des usines (centrales thermiques, etc.) ou par les chauffages. Le secteur automobile diesel contribue dans une faible mesure à ces émissions. Aucune carte n'est disponible à l'échelle du département pour ce paramètre.

Les principales sources de pollution atmosphérique sont liées aux activités humaines : combustion des foyers fixes (chauffages, usages industriels, production d'énergie…), procédés industriels, transports (terrestres, aériens et maritimes), incinération et traitement des déchets.

La pollution de l'air est toujours complexe. Elle est liée à un grand nombre de polluants associés sous des formes physico-chimiques diverses.

Le trafic routier est l'un des principaux émetteurs de particules et de NOx, en particulier dans les zones urbaines, provenant d'une part de l'échappement des véhicules, et d'autre part par la remise en suspension de particules déposées sur la chaussée au passage des véhicules et par l'usure des pneumatiques, des embrayages, des freins ou de la route. Cette pollution atmosphérique comprend à la fois les polluants directement émis par l'utilisation des véhicules, appelés aussi polluants primaires, et les polluants dérivés ou secondaires formés par des réactions chimiques dans l'atmosphère.

Depuis les années 19990, d'après les bilans publiés par Airparif, la qualité de l'air en Ile-de-France va en s'améliorant.

Selon le rapport pour l'année 2022, à l'exception de l'ozone, les niveaux de pollution enregistrés par rapport à 2021 ont baissé. Cette variation est liée à la baisse tendancielle des émissions du secteur résidentiel et du trafic routier, ainsi qu'à un hiver clément qui a limité les besoins de chauffage. Le nombre d'épisodes de pollution est également en baisse, avec seulement dix dépassements du seuil d'information pour les PM10 et l'O_3 - soit le nombre le plus bas enregistré depuis 10 ans.

Malgré ces améliorations, les concentrations en particules fines, en NO2 et en ozone de basse altitude dépassent largement les seuils recommandés par l'OMS dans la région.

❖ Emissions de GES

Plaine Commune a réalisé en 2020 un Diagnostic Climat Air Energie Territorial dans le cadre de la révision de son PCAET. Les conclusions de ce diagnostic rejoignent le classement précédent. Sur l'ensemble de l'EPT, les émissions principales par source sont les suivantes :

- Les transports : 42 % des émissions de GES ;
- Le résidentiel : 24 % des émissions de GES ;

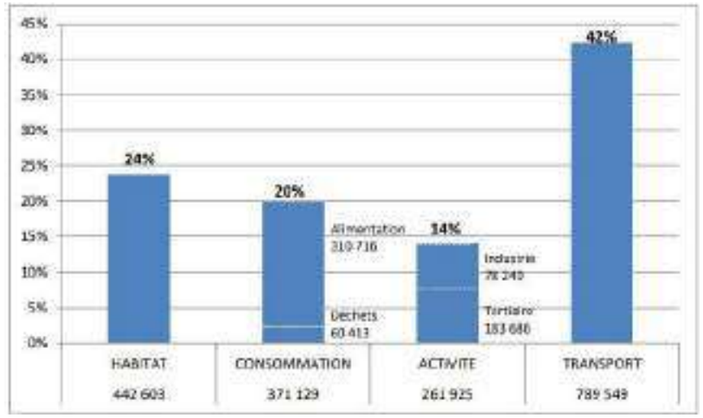


Figure 210 : Répartition des émissions de GES par secteur, en TeqCO2, Diagnostic Climat Air Energie de Plaine Commune, 2020

Il est possible d'observer que pour l'EPT Plaine Commune, les émissions ont fortement diminué entre 2005 et 2019 pour chaque polluant donné, et pour les GES.

	NOx t/an	PM10 t/an	PM2,5 t/an	COVNM t/an	SO_2 t/an	NH_3 t/an	GES kt/an
Émissions en 2005	5 338	376	291	2 636	1 196	52	1 655
Émissions en 2010	3 138	298	230	1 922	1 038	45	1 495
Émissions en 2015	2 444	296	203	1 602	604	37	1 353
Émissions en 2019	2 039	266	175	1 550	344	70	1 286
Variation entre 2005 et 2019	-62 %	-29 %	-40 %	-41 %	-71 %	+35 %	-22 %

Figure 211 – Evolution des émissions annuelles de l'EPT Plaine Commune en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2019 (source : Données Airparif)

Tous les polluants à l'exception du NH_3 sont donc en baisse depuis 2005, tout comme les émissions de Gaz à effet de serre.

❖ EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Le dernier inventaire disponible retraçant les émissions de polluants atmosphériques concerne l'année 2019 et a été publié en 2022. Il fut édité par AirParif.

En 2019, la répartition des émissions de polluants de l'Etablissement Public Territorial de Plaine Commune par secteur d'activité est la suivante :

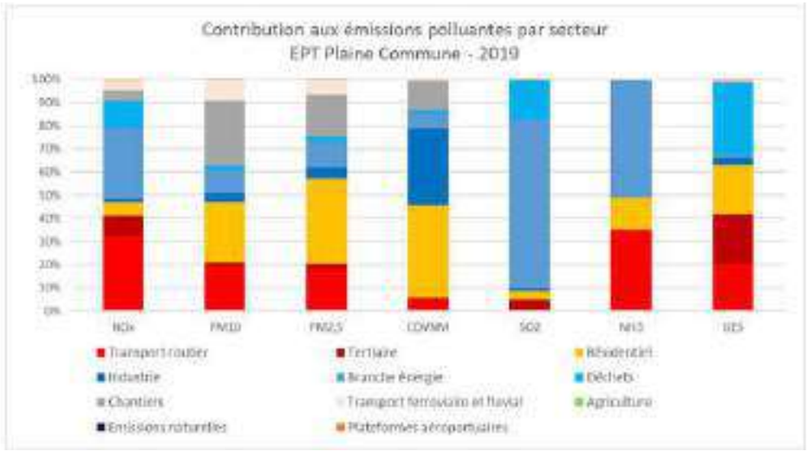


Figure 212 - : Bilan des émissions annuelles pour l'établissement public territorial « Plaine Commune » (estimations faites en 2022 pour l'année 2019) (source : Données Airparif)

Sur le territoire de Plaine Commune, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, NH3, PM10, PM2,5, COVNM, GES), **le résidentiel** (COVNM, PM2,5, PM10, GES, NH3, NOx), le tertiaire (GES, NOx, SO2), la branche énergie (SO2, NH3, NOx, PM2,5, PM10), les déchets (GES, SO2, NOx), l'industrie (COVNM) et les chantiers (PM10, PM2,5, COVNM).

- **Secteur des transports :**

En 2014, le secteur des transports est responsable sur le territoire de plaine Commune de notamment :

- Plus de 32 % des émissions de Nox ;
- Plus de 19 % des émissions de PM10 ;
- Plus de 18% des émissions de PM2,5 ;
- Plus de 34,5% des émissions d'Ammoniac
- Plus de 20% des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES).

Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote ; de particules PM10, PM2,5 et diesel ; de Gaz à Effet de Serre ; de composés organiques volatils ; de métaux, …

La zone d'étude comporte plusieurs axes routiers à fort trafic comme l'A86, l'A1, le boulevard périphérique ou encore les RD931, RD20 et RD14.

Les émissions de NOx liées aux transports se déclinent selon différents usages : les véhicules personnels et les poids lourds émettent généralement plus que les véhicules utilitaires légers. L'un des principaux enjeux de l'aménagement du territoire de Plaine Commune consiste donc à réduire l'usage de la voiture particulière, notamment par le biais du développement de l'intermodalité et en renforçant le transport ferroviaire, moins émetteur que la voiture.

- **Secteur résidentiel :**

Les émissions de ce secteur proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants.
Ce secteur est notamment émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.
Les émissions dépendent des types d'énergie utilisés (exemple : utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).

En 2019, le secteur résidentiel est responsable sur le territoire de Plaine Commune de :

- 39,8 % des émissions de COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques), soit l'émetteur principal ;
- 26,1 % des émissions de PM10 ;
- 36,8 % des émissions de PM2,5, soit l'émetteur principal ;
- 14,2 % des émissions de NH_3 ;
- 21,3 % des émissions de GES.

Ce secteur contribue également aux dépassements ponctuels des valeurs limites européennes.

Les principaux enjeux sont l'amélioration des performances énergétiques du bâti existant, le renouvellement des appareils de chauffage peu performants et la construction de nouveaux logements performants garantissant une faible consommation énergétique lors de la phase exploitation.

❖ BILANS ANNUELS DE LA QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE DE SAINT-DENIS

Les valeurs limites annuelles sont les niveaux à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixés sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble. Elles sont à différencier des valeurs cibles, des objectifs de qualité, des niveaux critiques, des seuils d'information et de recommandation et des seuils d'alerte.

Les objectifs de qualité sont les niveaux à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

L'exposition chronique correspond à la qualité de l'air à laquelle les populations sont exposées tout au long de l'année.

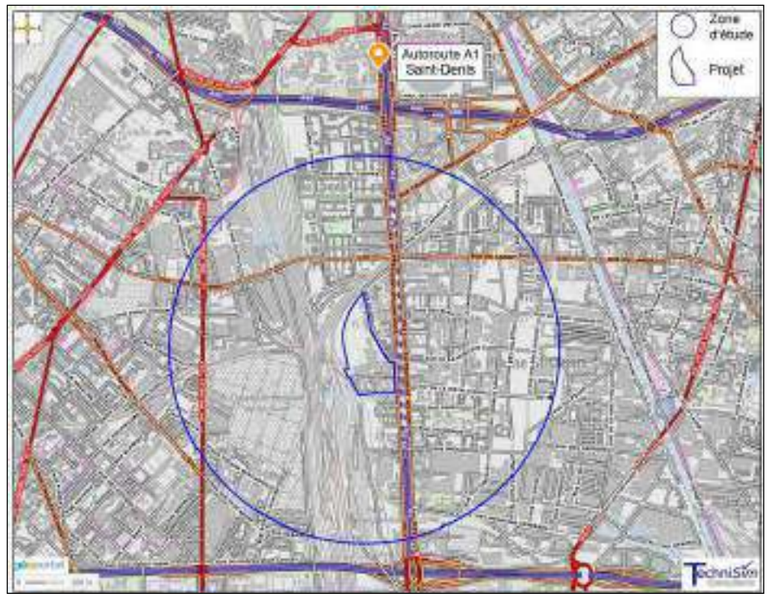


Figure 213 : Localisation des stations de mesure AirParif par rapport au projet, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023

Ces stations ne permettent pas de renseigner sur la qualité de l'air de la zone d'étude. Nonobstant, elles informent des tendances prévalant dans le contexte du projet. Cependant, l'A1 est enterrée à hauteur de la zone de projet, les concentrations de polluant au niveau du projet seront donc notablement inférieures à celles relevées à la station trafic « Autoroute 1 ».

Grâce à sa station de mesure, AirParif a pu évaluer les indices ATMO (indice français de la qualité de l'air) sur la commune, qualifiant l'état de l'air selon 6 classes basées sur les polluants de l'air.

L'historique de l'indice ATMO de la commune de Saint-Denis en 2022 est le suivant :

Tableau 24 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Saint-Denis en 2022 (source : Airparif), Etude de la qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023

Indice ATMO	Nombre de jours en 2022	Pourcentage de la période
Bon	1	0,3%
Moyen	238	65,2%
Dégradé	72	19,7%
Mauvais	52	14,2%
Très Mauvais	1	0,3%
Extrêmement Mauvais	0	0,0%

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Saint-Denis en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 0,3 % de la période, « Moyenne » 65,2 % de la période, « Dégradée » 19,7 % de la période ; « Mauvaise » 14,3 % de la période et « Très mauvaise » 0,3 % de l'année.

Selon le site internet de AirParif et ses bilans annuels, les valeurs réglementaires sont respectées sauf pour le dioxyde d'azote en 2022, bien que les objectifs de qualité ne soient pas atteints :

POLLUANTS	VALEURS LIMITES	OBJECTIFS DE QUALITE EN FRANCE	Concentrations annuelles en 2022 mesurées par AirParif
Dioxyde d'azote (NO2)	En moyenne annuelle, depuis le 01/01/10 : **40 µg/m³.**	40 µg/m³	**52 µg/m3**
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : **40 µg/m³.**	En moyenne annuelle : 30 µg/m³	32 µg/m3
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	En moyenne annuelle : **20 µg/m³** depuis le 01/01/15	En moyenne annuelle : 10 µg/m³	14 µg/m3

La qualité de l'air n'est pas entièrement conforme aux valeurs réglementaires.

Par ailleurs, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a adopté de nouvelles recommandations plus strictes en matière de qualité de l'air, le 22 septembre 2021, que ne respecte pas l'état de l'air à Saint-Denis.

POLLUANTS	Nouvelles recommandations plus strictes de l'OMS (pour un air « sain »)	Concentrations annuelles en 2022 mesurées par AirParif
Dioxyde d'azote (NO2)	En moyenne annuelle : **10 µg/m³ (avant 40 µg/m³)**	**52 µg/m³**
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : **15 µg/m³ (avant 40 µg/m³)**	**32 µg/m³**
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	En moyenne annuelle : **5 µg/m³ (avant 20 µg/m³)**	**14 µg/m³**

Les concentrations de polluants dans l'air à Saint-Denis sont supérieures aux nouvelles recommandations strictes pour protéger la santé des populations. L'air à Saint-Denis n'est pas considéré comme « sain » d'après les recommandations de l'OMS.

2.12.5.4. Etude de qualité de l'air

Une étude sur la qualité de l'air a été réalisée par TECHNISIM Consultants en décembre 2023, missionnée par les maîtres d'ouvrage du projet des Cathédrales du Rail. TECHNISIM Consultants est un bureau d'études spécialisé dans les domaines de la Qualité de l'Air (Mesures actives et passives, simulations numériques, Volet Air & santé) et du Développement durable. Fort de nombreuses références (DREAL, Veolia, Ville de Paris, Vinci, …), il est présent en France comme à l'international et est membre du réseau Club ADEME international (réseau international des éco-entreprises innovantes françaises). TECHNISIM est donc tout à fait qualifié pour réaliser et exploiter les mesures de qualité de l'air in situ, et décrire les conditions initiales du volet Air & Santé.

© TERAO 2026

D'une manière générale, en accord avec l'Article R.122-5 du Code de l'environnement qui définit le contenu des études d'impact, elle vise à étudier l'état actuel de la zone d'étude vis-à-vis de la qualité de l'air et des populations susceptibles d'être affectées par le projet.

Cette étude est réalisée conformément aux différents textes législatifs qui encadrent la réalisation des études Air et Santé. Elle se fonde de plus sur les documents ci-contre :

- « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014.
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser
- Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact

❖ Definition de la zone d'etude

Étant donné que l'opération consiste en un aménagement immobilier, il sera considéré en tant que zone d'étude, pour l'état initial, un cercle de 1 km de rayon, centré sur projet.

Figure 214 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon), Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023

❖ Definition du Niveau d'etude

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir.

Le niveau d'étude doit être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- La présence de lieux dits 'vulnérables' dans la bande d'étude du projet : une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables et non sur la totalité de la bande d'étude du projet ;
- Les milieux mixtes (urbains et interurbains) : l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;
- L'importance de la population : si la population présente dans la bande d'étude du projet dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. (Note : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV) ;
- L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place : si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Compte tenu de la nature du projet (renouvellement urbain) de la densité de population au sein de la zone d'étude (9 151,8 hab./km²), de la présence de voies à fort trafic autour du projet (183 813 véh/jour en 2019 sur l'A86), et de l'existence du Plan de Protection de l'Atmosphère d'Ile-de-France, il sera réalisé une étude inspirée et adaptée des études routières de niveau I.

Le niveau I est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation. Les polluants à prendre en compte sont ceux listés dans le tableau suivant.

Tableau 25 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à l'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO_2) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (si risque ingestion identifié)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

Les polluants examinés sur site caractérisent les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement. Cet état 'actuel' intègre différentes sources et données (dont les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années à venir.

❖ IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'EMISSIONS ATMOSPHERIQUES SUR LA ZONE D'ETUDE

- **Secteur des transports :**

Sur la zone d'étude, concernant les émissions de polluants liées aux transports, le trafic routier contribue de manière prépondérante. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière négligeable comparativement au transport routier.

Figure 215 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015] – Etat initial TECHNISIM

- **Le transport routier :** Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules et par l'abrasion induite par le roulage et le freinage.
  Les principales voies routières de la zone d'étude émettrices de pollution sont :
  - Autoroute A86 : 183 813 véh/jour en 2019 ;
  - Autoroute A1 : 132 186 véh/jour en 2019 ;
  - Boulevard Périphérique : 258 000 véh/jour en 2010 à la Porte de la Chapelle1 ;
  - RD931 : 20 853 véh/jour en 2013 ;
  - RD20 : 10 230 véh/jour dont 9 % de PL en 2017 ;
  - RD14 : 22 429 véh/jour en 2013.

- **Le transport ferroviaire :** Le projet est à proximité immédiate de voies ferrées, desservant les gares de « La Plaine Stade de France » (RER B), « Stade de France Saint-Denis » (RER D) ainsi que les trains H et K et « Les Grésillons » (transport de fret sur la ligne 963). Les émissions du transport ferroviaire ressortent comme minoritaires en comparaison des émissions du transport routier.

En résumé, les émissions du transport ferroviaire peuvent être considérées comme négligeables à l'échelle de la zone d'étude, comparativement aux émissions du transport routier, compte tenu de la présence d'axes à fort trafic traversant la zone d'étude.

- **Secteur résidentiel et tertiaire :**

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire. Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants.

La zone d'étude comporte en majorité des bâtiments d'habitation ou de services ainsi que des bâtiments d'activités à caractère industriel/commercial, et des lieux de cultes.

D'après les données du Bilan Energie et Bilan Carbone du territoire de Plaine Commune de septembre 2008, la consommation du secteur résidentiel est répartie comme suit :

- 50 % gaz naturel ;
- 29 % électricité ;
- 12 % chaleur en réseau ;
- 9 % produits pétroliers.

Les secteurs résidentiel & tertiaire constituent des émetteurs importants sur la zone d'étude, et notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers comme combustible.

❖ MODELISATIONS AIRPARIF AUX ABORDS DU PROJET

Les planches suivantes informent sur les teneurs en polluants modélisées par AirParif aux abords du projet pour l'année 2022.

[1]https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/Amenagement/voiriesfutur/Focus__BP_janvier2019_poursiteweb.pdf

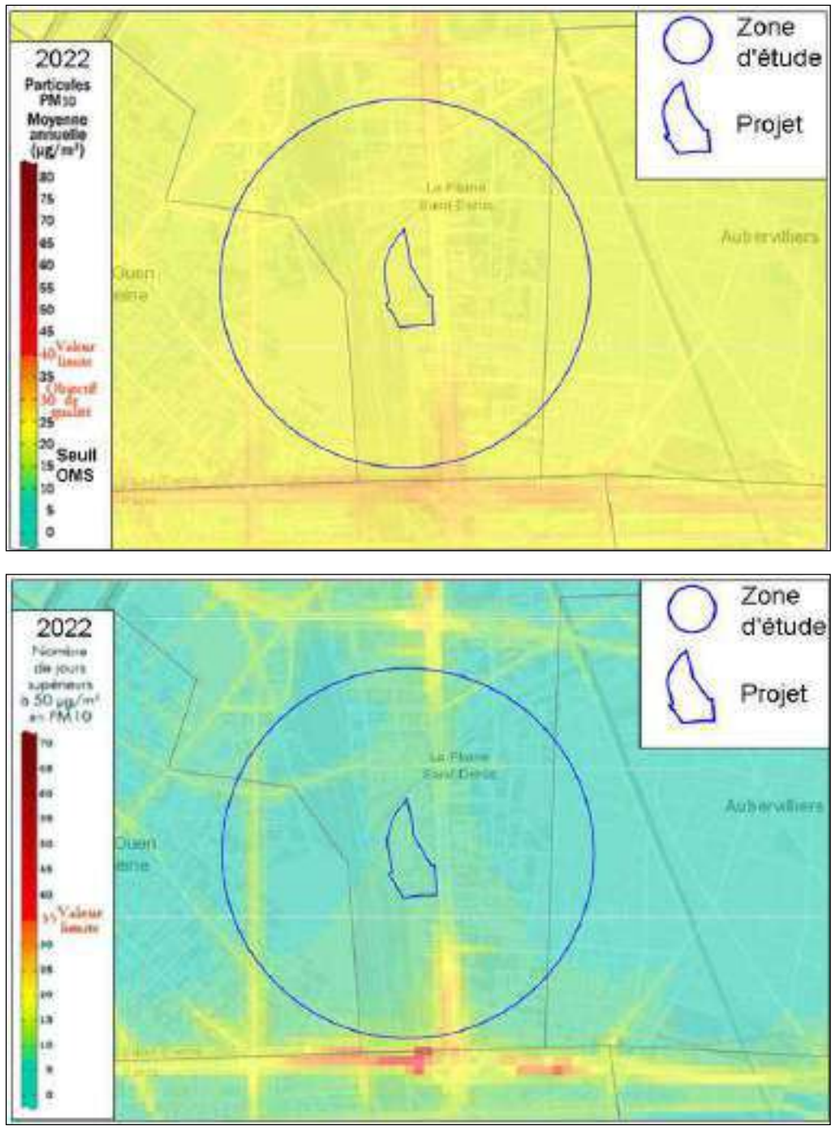


Figure 216 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10 (en haut) et du nombre de jours où la concentration en PM10 est supérieure à 50 µg/m3 (en bas), en 2022, AirParif, Etude de qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023

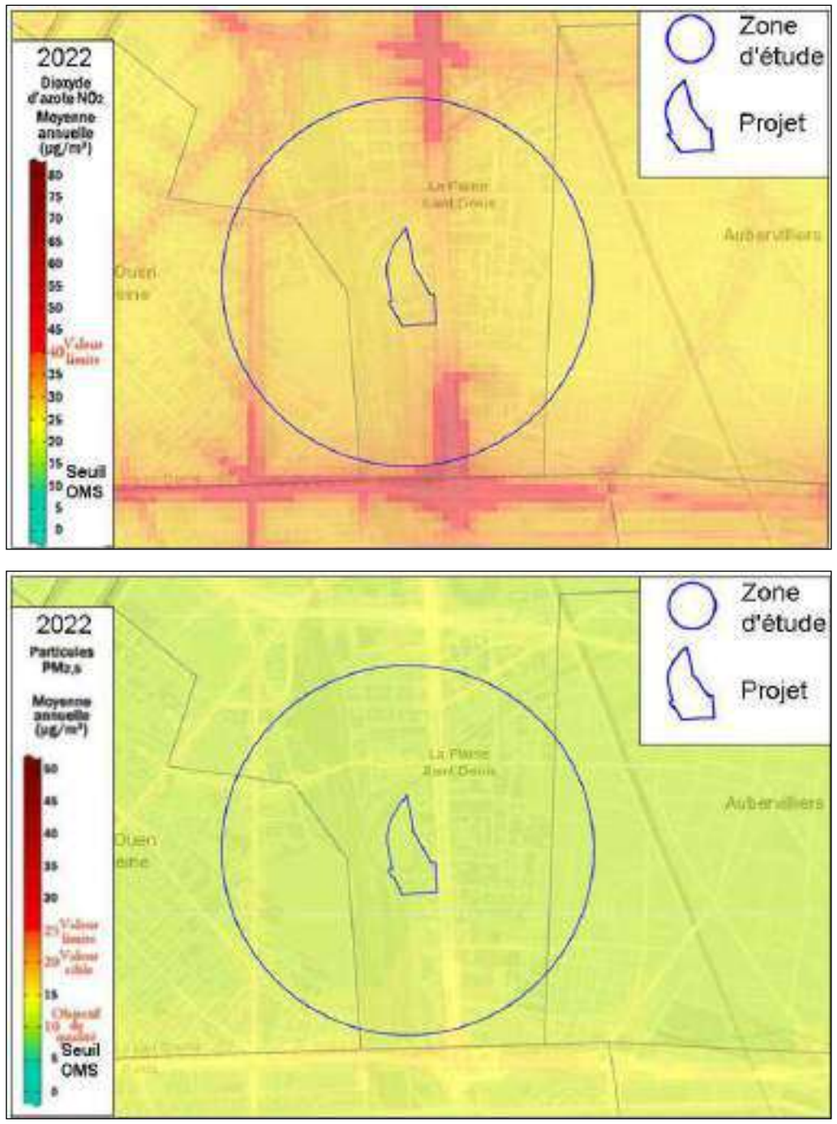


Figure 217 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO_2 (en haut) et en PM2,5 (en bas), en 2022, AirParif, Etude de qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023

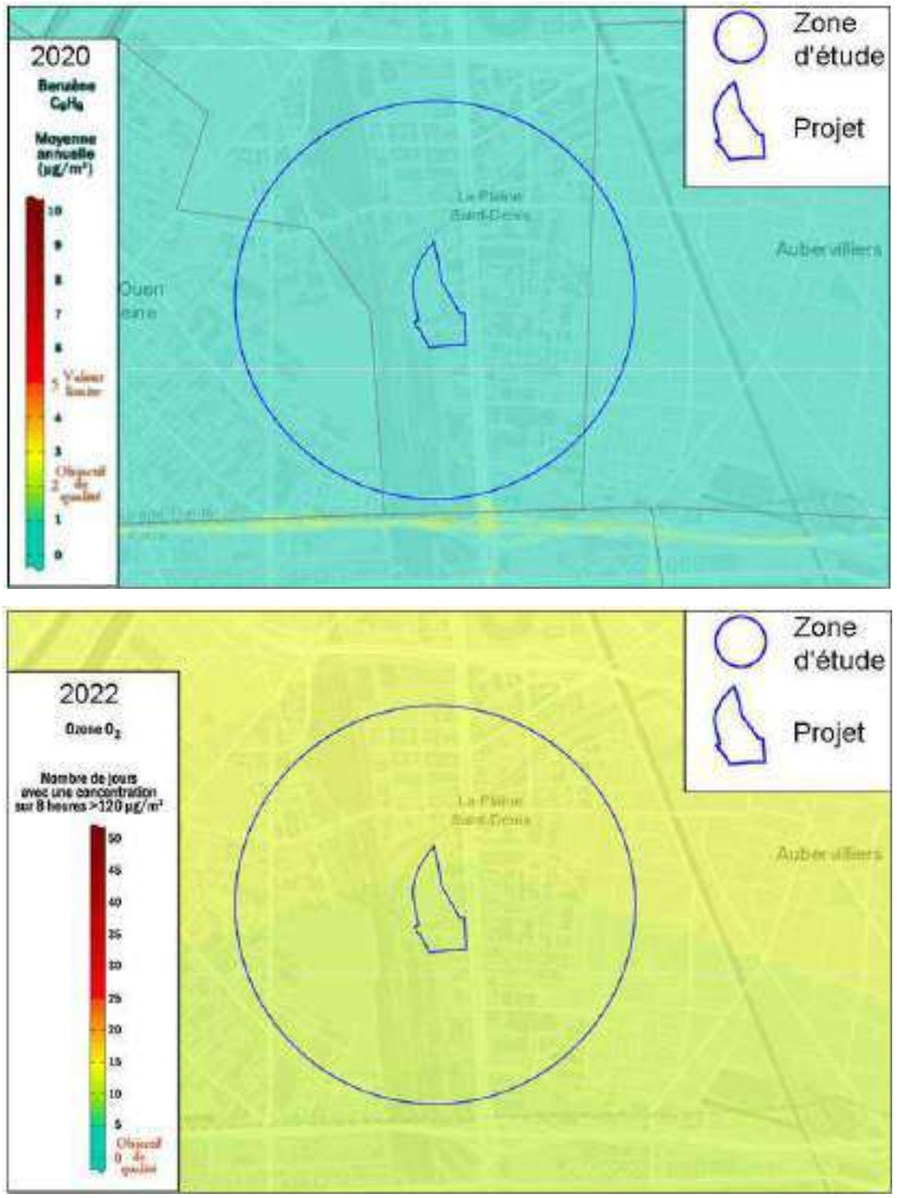


Figure 218 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en benzène en 2020 (en haut) et nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure au seuil de protection de la santé : 120 µg/m3 sur 8 heures en 2022 (en bas), AirParif, Etude de qualité de l'air TECHNISIM, décembre 2023

AirParif permet également de modéliser numériquement les valeurs de polluants sur le périmètre du projet en 2022 (2020 pour le benzène) :

Tableau 26 : Résultats numériques des modélisations Airparif au sein du périmètre projet en 2022 (benzène : données 2020) (source : Airparif), Etude de qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023

Paramètres	Valeur réglementaire Objectif de qualité Recommandation OMS	Valeurs au sein de l'emprise projet en 2022
Dioxyde d'azote Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 40 µg/m³ Recommandation OMS : 10 µg/m³	28 à 34 µg/m³
PM10 Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 30 µg/m³ Recommandation OMS : 15 µg/m³	22 à 25 µg/m³
PM10 Nombre de jours dépassant 50 µg/m³ en moyenne journalière	Valeur limite : 35 dépassements max	7 à 10 jours
PM2,5 Moyenne annuelle	Valeur limite : 25 µg/m³ Objectif de qualité : 10 µg/m³ Recommandation OMS : 5 µg/m³	12 µg/m³
Benzène Moyenne annuelle (données 2020)	Valeur limite : 5 µg/m³ Objectif de qualité : 2 µg/m³	1 µg/m³
Ozone Nombre de jours supérieurs à 120 µg/m³ pour 8 heures	Valeur cible : 25 dépassements max en moyenne sur 3 ans Objectif de qualité : 0 jour	12 à 13 jours

Aucun dépassement réglementaire ne semble être constaté sur l'emprise du projet que ce soit pour les particules PM10, PM2,5, le dioxyde d'azote NO_2, le benzène ou l'ozone.

Des dépassements des valeurs réglementaires en NO2 sont toutefois modélisés au niveau de l'A1 au nord et au sud de la zone d'étude et plus généralement sur les voies à fort trafics.

Par ailleurs, AirParif a dressé des bilans pour la région Ile-de-France concernant le pourcentage de franciliens affectés par des dépassements des recommandations de l'OMS.

Figure 219 : Bilan pour l'année 2022 des dépassements des recommandations de l'OMS selon l'exposition des habitants d'Ile de France, AirParif

Si l'on considère les dépassements de l'année 2022 affectant 100% des franciliens pour l'ozone et les PM2,5, il est certain que les habitants du périmètre d'études ont été affectés par ces dépassements des recommandations de l'OMS.

❖ Exposition de la population

L'application Cartoviz de l'institut Paris Région permet d'observer les cumuls de nuisances environnementales en 2021 à l'échelle de mailles de 500 m x 500 m de côté.

L'emprise du projet appartient à 2 mailles exposées à 4 nuisances environnementales : pollution de l'air, bruit des transports, pollution des sols d'origine industrielle, sites industriels ; et présentant un cadre de vie dégradé.

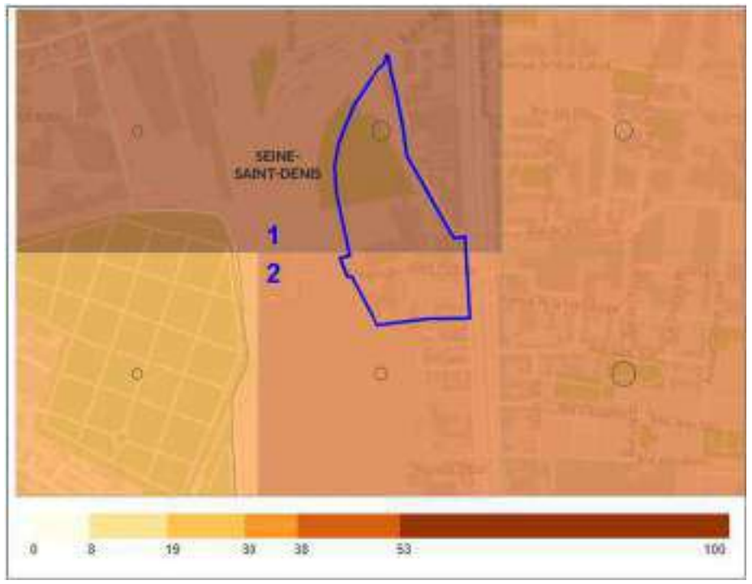


Figure 220 : Cumul des nuisances environnementales en 2021 (Source : Institut Paris Région), Etude de qualité de l'air TECHNISIM décembre 2023

Tableau 27 : Exposition des mailles d'appartenance du projet aux diverses nuisances environnementales en 2021 (Source : Institut Paris Région), Etude de qualité de l'air TECHNISIM décembre 2023

	Surface de la maille exposée à la / au :						Score environnement
	Qualité air	Bruit transports	Pollution des sols (origine industrielle)	Qualité eaux de consommation	Sites industriels	Cadre de vie défavorable	
Maille 1	33 %	36 %	24,6 %	0 %	1,1 %	5,3 %	60
Maille 2	42,8 %	37,6 %	8,2 %	0 %	1,5 %	10 %	49

Note : sur l'ensemble des mailles d'Île-de-France : 1 % ont un score environnemental > 53 ; 5 % ont un score > 38 ; 10 % ont un score > 30 ; 25 % ont un score > 19 ; 50 % ont un score > 8 et 50 % un score < 8.

❖ IDENTIFICATION DES ZONES A ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de cultures pouvant présenter un enjeu sanitaire par ingestion sont les suivantes :

- Production alimentaire : jardins potagers, vergers, zones maraichères, terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes AOC, cultures biologiques, etc.), …
- Zones de jeux avec terrains meubles susceptibles d'être ingérés par les enfants : aires de jeux, cours d'école,…
- Jardins familiaux, partagés et collectifs.

D'après la carte d'occupation des sols détaillés et la carte du registre parcellaire graphique 2022, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude.

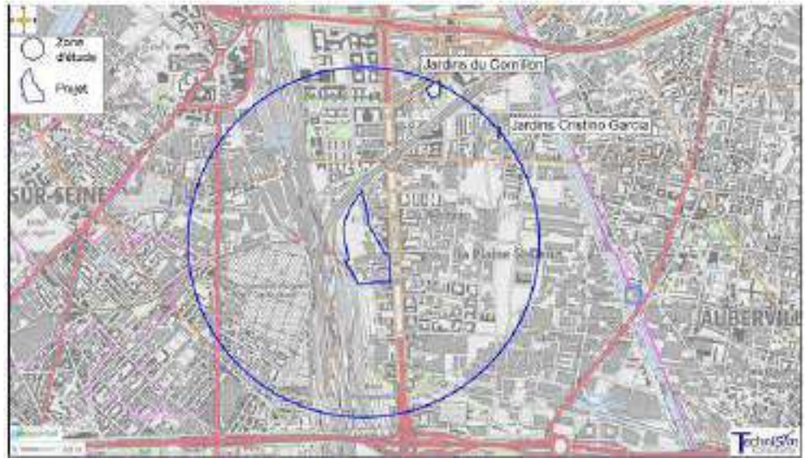


Figure 221 : Jardins familiaux/partagés/potagers au sein de la zone d'étude, étude qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023

La commune de Saint-Denis possède des jardins familiaux/partagés, dont deux situés en bordure de la zone d'étude.

De plus, la programmation du projet étudie la création d'un espace de culture urbaine, qui constituera donc un enjeu sanitaire par ingestion.

❖ ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ETUDE

En utilisant la population dans la zone d'étude des données carroyées de l'INSEE 2017 publiées en 2022 et les caractéristiques de ces ménages, on observe que la zone d'étude compte 24 661 habitants, avec une densité moyenne de population estimée à 7 854 hab./km² pour l'ensemble de la zone d'étude (cercle de 1 km de rayon) et à 13 117 hab./km² si l'on ne considère que les parties habitées. Le nombre moyen de personnes par ménage sur la zone est de 2,8.

Tableau 28 : Population par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022), étude de qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	24 662	2 000	994	2 247	2 502	5 247
Proportion	100 %	8,1 %	4,0 %	9,1 %	10,1 %	21,2 %
	18 à 24 ans	25 à 39 ans	40 à 54 ans	55 à 64 ans	65 ans et +	Inconnu
Effectif	1 514	6 647	5 001	1 725	1 399	625
Proportion	6,1 %	27,0 %	20,3 %	7,0 %	5,6 %	2,5 %

Populations les plus vulnérables à la pollution atmosphérique = 6 646 personnes (soit 26,8 %)

En considérant que les classes d'âges les plus vulnérables à la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus), environ 6 646 habitants de la zone (soit 26,8 % des habitants de la zone) sont vulnérables.

❖ IDENTIFICATION DES ETABLISSEMENTS VULNERABLES

Les personnes considérées comme vulnérables à la pollution atmosphérique sont, d'après la Note Technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 :

- Les jeunes enfants (dont l'appareil respiratoire n'est pas encore mature) ;
- Les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l'air ;
- Les personnes adultes ou enfants présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Les établissements dits « vulnérables », c'est-à-dire accueillant ce type de population, sont donc les :

- Établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc. ;
- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

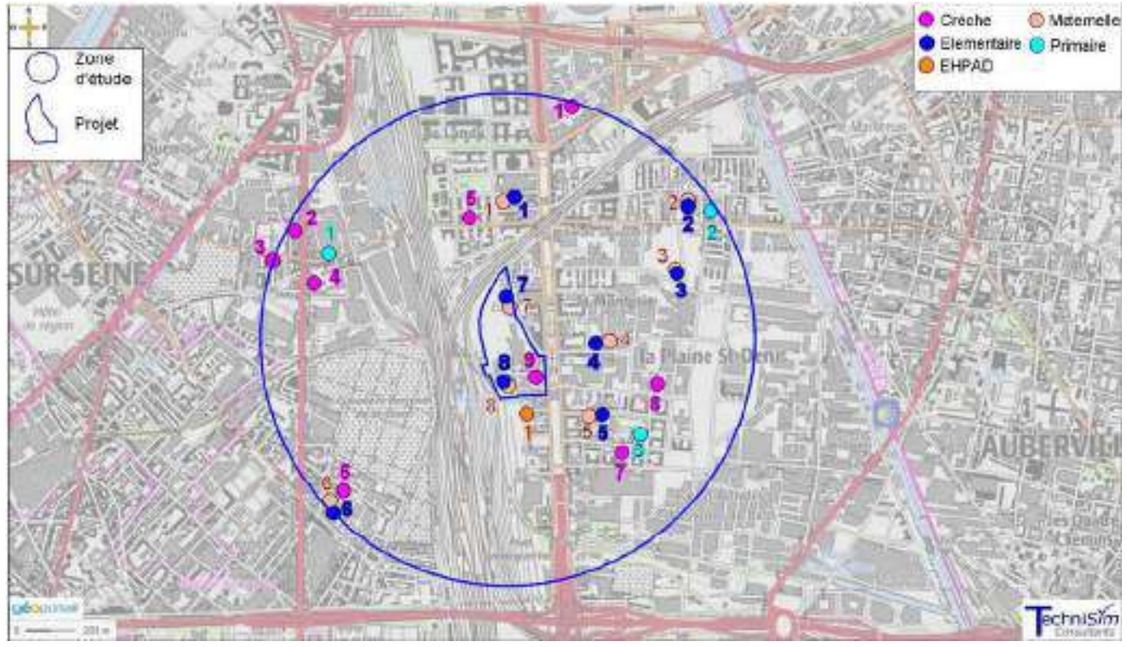


Figure 222 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique ; état actuel, étude de qualité de l'air TECHNISIM de décembre 2023

Au total, 31 établissements vulnérables (crèches, écoles, EHPAD) sont répertoriés sur la zone d'étude.

Il est à noter que la crèche au sein de l'emprise projet sera relocalisée.

❖ MESURES *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, TECHNISIM Consultants a réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO_2)
- Les poussières PM10 et PM2,5

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet.

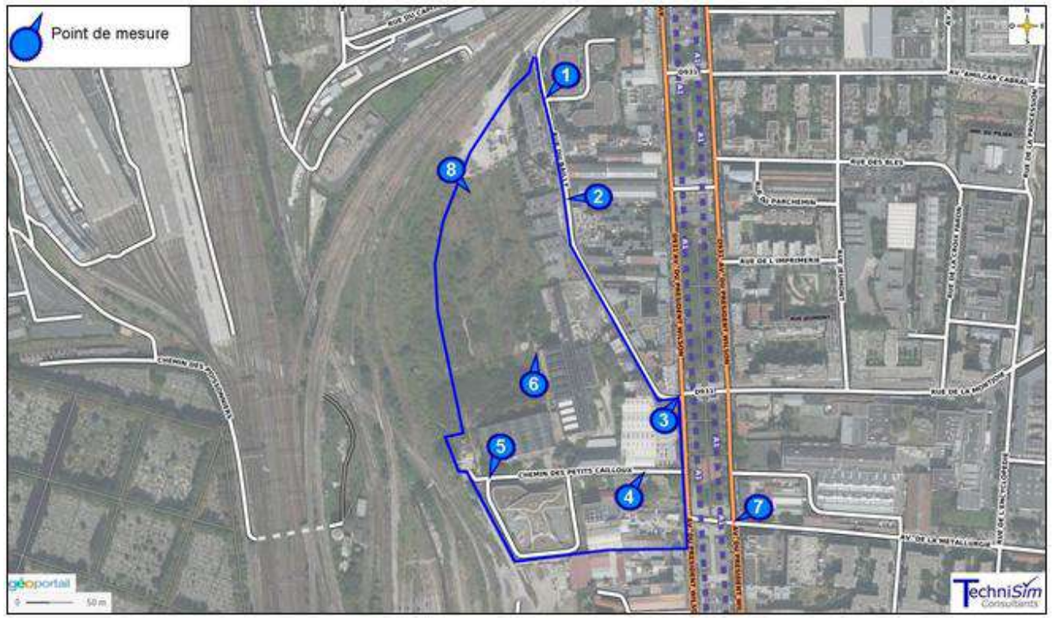


Figure 223 : Localisation des points de mesure in situ, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023

Les prélèvements de NO2 ont été effectués sur 8 points tandis que les mesure de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°6 et n°7. Les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

La campagne de mesure s'est déroulée du 28 septembre au 24 octobre 2023. Les précipitations ont été plutôt faibles en hauteur cumulée par rapport à la normale saisonnière. Les températures, l'ensoleillement et le nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm ont en revanche été supérieures aux normales saisonnières. Les vents faibles ont été présents sur une large majorité de la campagne de mesure.

Ces conditions ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants sur les deux premiers tiers de la période et la dispersion sur sa fin.

Résultats et interprétations des mesures des particules PM10 et PM2,5

Tableau 29 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°6, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Point n°6		
		Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
28/09/2023	51,7 %	3,3	2,4	72,6 %
29/09/2023	100 %	4,1	3,1	75,1 %
30/09/2023	100 %	10,1	8,6	85,3 %
01/10/2023	100 %	14,2	12,0	84,2 %
02/10/2023	100 %	18,6	15,2	82,0 %
03/10/2023	100 %	6,7	5,9	87,9 %
04/10/2023	100 %	3,5	2,5	71,2 %
05/10/2023	100 %	7,7	6,5	84,3 %
06/10/2023	100 %	14,0	12,0	85,4 %
07/10/2023	100 %	14,4	12,5	87,0 %
08/10/2023	100 %	26,2	22,5	85,6 %
09/10/2023	100 %	24,9	21,1	84,6 %
10/10/2023	100 %	23,6	20,2	85,8 %
11/10/2023	100 %	11,1	9,3	83,7 %
12/10/2023	100 %	11,4	10,0	87,6 %
13/10/2023	50,7 %	11,7	10,4	88,3 %
14/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
15/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
16/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
17/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
18/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
19/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
20/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
21/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
22/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
23/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
24/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
Période	55,6 %	**13,2**	**11,2**	**84,7%**

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Tableau 30 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Point n°7		
		Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
28/09/2023	56,3 %	3,6	2,9	82,0 %
29/09/2023	100 %	3,9	3,3	83,8 %
30/09/2023	100 %	9,0	8,1	89,7 %
01/10/2023	100 %	11,1	9,9	89,9 %
02/10/2023	100 %	16,6	14,6	88,1 %
03/10/2023	100 %	6,0	5,5	92,5 %
04/10/2023	100 %	3,5	2,7	76,2 %
05/10/2023	100 %	6,7	5,8	86,7 %
06/10/2023	100 %	11,4	10,2	89,4 %
07/10/2023	100 %	11,9	11,0	92,3 %
08/10/2023	100 %	22,4	20,4	90,8 %
09/10/2023	100 %	20,3	18,4	90,8 %
10/10/2023	100 %	21,9	19,9	91,0 %
11/10/2023	100 %	10,5	9,3	88,6 %
12/10/2023	100 %	10,9	10,0	91,6 %
13/10/2023	100 %	13,9	12,6	91,2 %
14/10/2023	100 %	1,3	0,8	64,9 %
15/10/2023	100 %	1,9	1,5	79,9 %
16/10/2023	100 %	3,7	2,8	76,3 %
17/10/2023	100 %	7,3	6,5	88,7 %
18/10/2023	100 %	8,4	7,7	92,0 %
19/10/2023	100 %	4,1	3,4	83,5 %
20/10/2023	100 %	2,6	2,2	86,6 %
21/10/2023	100 %	1,7	1,1	66,9 %
22/10/2023	100 %	3,5	2,6	73,3 %
23/10/2023	100 %	8,8	7,8	88,4 %
24/10/2023	45,5 %	9,5	8,7	91,7 %
TOTAL	96,4 %	**8,8**	**7,8**	**88,8 %**

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Les concentrations moyennes en particules au point n°6 (13,2 µgPM10/m³ et 11,2 µgPM2,5/m³) sont supérieures à celles du point n°7 (8,8 µgPM10/m³ et 7,8 µgPM2,5/m³).

Il est possible de conclure que - pendant la période de mesure de 27 jours - la qualité de l'air du secteur d'étude est peu impactée par les particules PM10, car les valeurs de recommandations journalières de l'OMS ne sont pas dépassées au niveau des deux points de mesure. En revanche, les PM2.5 demeurent un enjeu, la préconisation journalière de l'OMS (15 µgPM2.5/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) étant atteinte sur la période de mesure de 27 jours

© TERAO 2026

Résultats et interprétations des mesures du dioxyde d'azote (NO_2)

Les échantillonneurs (tubes passifs) ont été exposés du 28 septembre au 24 octobre 2023 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse. 1 duplicata a été réalisé au niveau du point n°5. Les résultats des mesures sont synthétisés dans le tableau ci-après.

À titre informatif, les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 µgNO2/m^3 en moyenne annuelle ;
- 200 µgNO2/m^3 en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une teneur moyenne annuelle, ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO_2 entre les différents points de mesures.

Tableau 31 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m^3], Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023 (durée d'exposition en heures)

Dioxyde d'azote			
Points	**Durée d'exposition**	**Concentration Moyenne µg/m^3**	**Écart standard**
N°1	624,4	36,2	-
N°2	624,4	35,8	-
N°3	624,4	56,4	-
N°4	623,8	40,6	-
N°5	623,6	34,1	1,0 %
N°6	623,6	29,2	-
N°7	622,8	48,7	-
N°8	624,4	30,9	-
N°8 (blanc)	622,7	< 0,3	-

LD (Limite Détection) = 0,3 µg/m^3

Les points n°3 et n°7, situés le long de l'Avenue Wilson (route présentant le plus fort trafic de la zone d'étude, accueillant l'A1 et la N1), présentent les concentrations en NO_2 les plus élevées (>45,0 µg/m³).

Les points n°1, 2, 4 et 5 sont également en situation de trafic. Ils sont situés sur des routes à trafic moins élevé. Ils présentent des concentrations intermédiaires autour de 36 µg/m³ (points 1 et 2), 40,6 µg/m (point 4) et 34,1 µg/m (point 5).

En synthèse, les résultats des mesures in situ en NO_2 font ressortir l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air (concentrations d'autant plus élevées le long des voies routières que les volumes de trafic sont importants), et les concentrations sont assez fortes.

❖ CONCLUSION SYNTHETIQUE DE L'ETAT ACTUEL

Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les voies routières à circulation importante et leurs abords proches (notamment l'A86, A1 non souterraine, Boulevard Périphérique, RD14).

Les zones à enjeux en termes de population sont les habitants et les usagers fréquentant des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (groupe scolaire) exposés à des concentrations supérieures aux valeurs guides OMS.

Deux zones à enjeu sanitaire par ingestion sont recensées (jardins familiaux/partagés adjacents au projet), et la programmation étudie la création d'une troisième.

A l'échelle du projet, on enregistre 2 zones à enjeux très forts et 4 zones à enjeux forts.

L'état actuel de la qualité de l'air, les effets de la pollution atmosphérique sur la population et l'exposition de la population ont une sensibilité considérée comme **moyenne**.

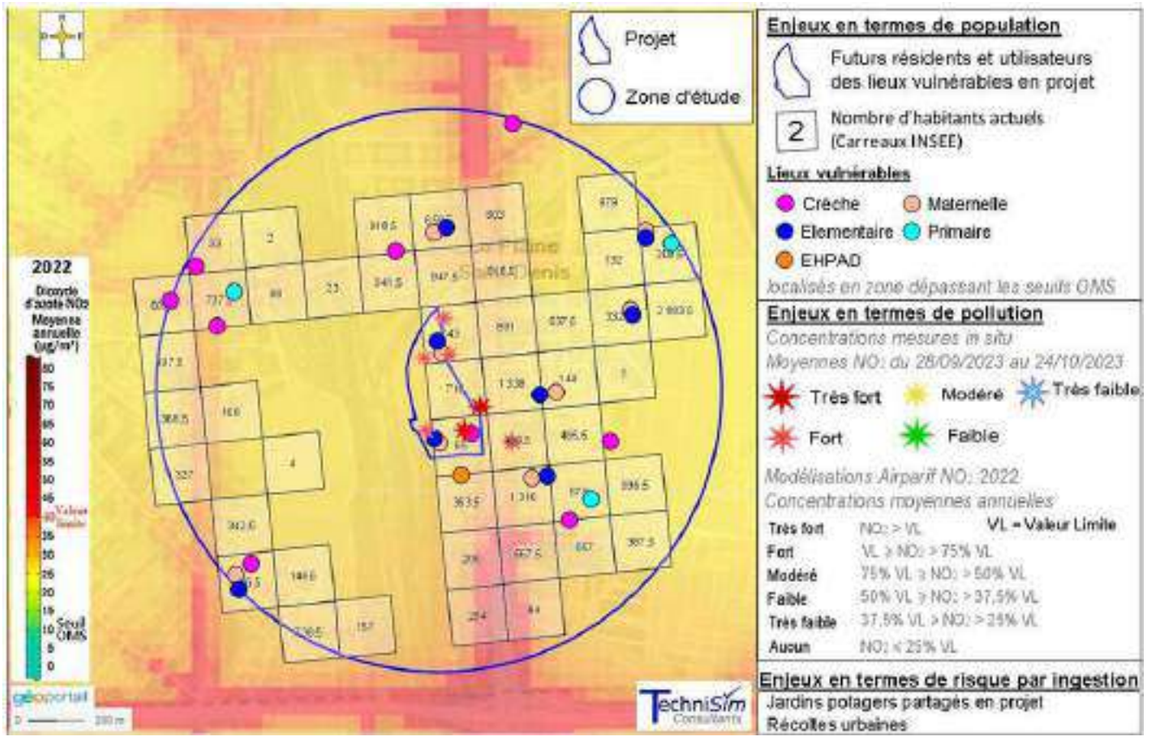


Figure 224 : Synthèse des enjeux, Etude sur la qualité de l'air, TECHNISIM, décembre 2023

2.12.1.Ambiance sonore

2.12.1.1. Contexte réglementaire

Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère. Il est caractérisé par sa fréquence (de grave à aiguë) mesurée en Hertz et par son intensité (pression acoustique) exprimée en décibel (dB).

D'après la directive européenne de 2002, la lutte contre le bruit des infrastructures s'applique au bruit perçu par les populations dans les espaces bâtis, dans les parcs publics ou autres lieux calmes de l'agglomération mais aussi dans les zones calmes en rase campagne, à proximité des écoles, aux abords des hôpitaux et dans d'autres bâtiments et zones sensibles au bruit

L'oreille humaine est capable de percevoir un son compris entre 0 dB et 120 dB qui constitue le seuil de douleur. À partir de 140 dB, il y a perte d'audition.

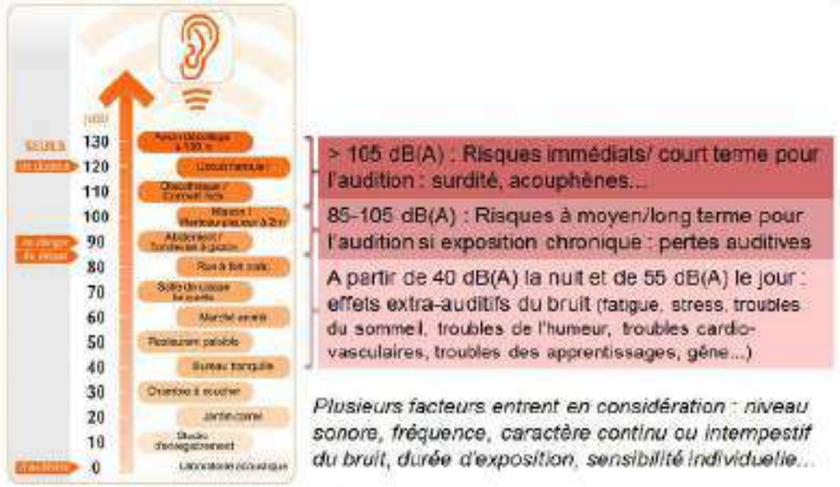


Figure 225 : Echelle des niveaux sonores, Bruitparif

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage fixe les niveaux d'émergences à respecter au niveau des zones habitées en fonction des heures de la journée. Les périodes réglementaires sont de 7h à 22h pour la période diurne et de 22h à 7h pour la période nocturne. Ces valeurs sont reprises dans les articles R1336-4 à -13 du code de Santé Publique :

Tableau 32 : Article R1336-7 du code de la santé publique

DUREE CUMULEE d'apparition du bruit particulier au cours de la période de référence	EMERGENCE Admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures en dB(A)	EMERGENCE Admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures en dB(A)
$T \leq 1$ mn	11	9
1 mn $< T \leq$ 5 mn	10	8
5 mn $< T \leq$ 20 mn	9	7
20 mn $< T \leq$ 2 h	8	6
2 h $< T \leq$ 4 h	7	5
4 h $< T \leq$ 8 h	6	4
$T >$ 8 h	5	3

De surcroît, des niveaux sonores limites sont fixées pour évaluer et régir les performances acoustiques minimales que les nouveaux bâtiments doivent présenter.

Tableau 33 : Valeurs des niveaux sonores à atteindre en façade après réduction du bruit à la source (construction d'écran ou de merlon acoustique), Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement, Seine-Saint-Denis, 2019-2023

Objectifs acoustiques après réduction du bruit à la source en dB(A)			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV + voie conventionnelle
LAeq(6h-22h) ≤	65	68	68
LAeq(22h-6h) ≤	60	63	63
LAeq(6h-18h) ≤	65	-	-
LAeq(18h-22h) ≤	65	-	-

Tableau 34 : Valeurs des niveaux sonores à atteindre en façade après réduction du bruit par renforcement de l'isolement acoustique des façades, Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement, Seine-Saint-Denis, 2019-2023

Objectifs isolement acoustique $D_{nT,A,tr}$ en dB(A)			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV + voie conventionnelle
$D_{nT,A,tr} \geq$	LAeq(6h-22h) - 40	If(6h-22h) - 40	Ensemble des conditions prises séparément pour la route et la voie ferrée
et $D_{nT,A,tr} \geq$	LAeq(6h-18h) - 40	If(22h-6h) - 35	
et $D_{nT,A,tr} \geq$	LAeq(18h-22h) - 40	-	
et $D_{nT,A,tr} \geq$	LAeq(22h-6h) - 35	-	
et $D_{nT,A,tr} \geq$	30	30	

❖ CARTES STRATEGIQUES DE BRUIT

La Directive Européenne 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil, du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement vise à lutter contre le bruit perçu par les populations dans les espaces bâtis, dans les parcs publics ou dans d'autres lieux calmes d'une agglomération, dans les zones calmes en rase campagne, à proximité des écoles, aux abords des hôpitaux ainsi que dans d'autres bâtiments et zones sensibles au bruit.

Elle a 3 objectifs principaux :

- Établir des cartes stratégiques du bruit afin d'évaluer l'exposition des populations,
- Mettre en place des plans d'actions, appelés PPBE (Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement) en France, afin de réduire les niveaux sonores quand cela est nécessaire et de préserver les zones calmes. D'autres autorités compétentes sont concernées par la réalisation des PPBE : les Conseils Généraux pour le réseau routier départemental et enfin les communes et EPCI (établissement public de coopération intercommunale) pour toutes les sources de bruit (réseaux ferré, routier et ICPE),
- Garantir l'information du public.

La Directive prend en compte le bruit routier, le bruit ferroviaire, le bruit aérien et le bruit industriel.

Les cartes de bruit sont établies à l'aide d'indicateurs harmonisés représentant les niveaux de bruit moyens sur des périodes données :

- L_{den} (day, evening, night) : indicateur global harmonisé à l'échelle européenne tenant compte de la différence de perception en période de jour ou de nuit. Cet indicateur est calculé sur la base des niveaux équivalents sur les trois périodes de base : jour (6h-18h), soirée (18h-22h) et nuit (22h-6h), auxquels sont appliqués des termes correctifs majorants, prenant en compte un critère de sensibilité accrue en fonction de la période (5 db(A) pour la soirée et 10 dE(A) pour la nuit) ;
- L_n (night) : indicateur LAeq (22h-6h) de la réglementation française aux 3 dB près de la réflexion de façade.

Deux phases d'élaboration des cartes de bruit stratégiques ont été définies (article L572-9 du Code de l'Environnement) :

- Phase 1 dont l'échéance était fixée au 30/06/2007 pour l'élaboration des cartes et au 18/07/2008 pour le PPBE concernant :
  - Les routes dont le trafic est supérieur à 6 millions de véhicules par an,
  - Les voies ferrées comptant plus de 60 000 passages de train par an
  - Les agglomérations supérieures à 250 000 habitants.
- Phase 2 : Conformément à la directive européenne du 25 juin 2002 et au décret n°2006-361 du 24 mars 2006, les PPBE (2de échéance) concernent :
  - Les infrastructures routières dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules, soit 8200 véhicules / jour,
  - Les infrastructures ferroviaires dont le trafic annuel est supérieur à 30 000 passages de trains, soit 82 trains/jour,
  - Pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, toutes les infrastructures ferroviaires, routières et aéroportuaires et les industries (installations classées pour la protection de l'environnement – ICPE) soumises à autorisation.

❖ CARTES DE BRUITS EXISTANTES

Il existe différents types de cartes qui permettent de visualiser le niveau moyen annuel d'exposition au bruit et d'identifier la contribution de chacune des sources de bruit. Ces cartes sont constamment susceptibles d'évoluer du fait de leur production à un moment précis en fonction des données officielles disponibles.

Les cartes de type A aussi appelées cartes des niveaux d'exposition au bruit, présentent par pas de 5 dB(A), les zones exposées à des niveaux sonores supérieurs à 55 dB(A) en L_{den} et 50 dB(A) en L_n.

Les cartes de type B aussi appelées cartes des secteurs affectés par le bruit désignent les secteurs associés au classement sonore des infrastructures (celle-ci fait l'objet d'un arrêté du Préfet) ;

Les cartes de type C présentent les zones où les valeurs limites sont dépassées, en L_{den} et en L_n, pour les différents types de transports (routes, voies ferrées, aéroports) et les ICPE. Les valeurs limites sont les suivantes :

Valeurs limites en dB(A)	Lden	Ln
Bruit routier	68	62
Bruit ferré Voies conventionnelles Lignes à Grande Vitesse	 73 68	 65 62
Bruit aérien	55	Pas de valeur limite

Figure 184 : Valeurs limites prises par la France pour le bruit des transports en application de la directive européenne 2002/49/CE, Bruitparif, 2019

Les cartes de type D représentent les évolutions des niveaux de bruit connues ou prévisibles, en Lden et en Ln, au regard de la situation de référence représentée sur les cartes de type A. D'après la circulaire du 7 juin 2007, les seules situations à prendre en compte dans ces cartes sont les projets d'infrastructures dont le seuil de trafic à terme dépasse les 6 millions de véhicules par an.

2.12.1.2. Classement sonore des infrastructures de transports

Doivent faire l'objet d'un classement toutes les routes dont le trafic est supérieur à 5 000 véhicules par jour, toutes les voies ferrées avec un trafic supérieur à 50 trains par jour, et toutes les voies de bus en site propre comptant un trafic moyen de plus de 100 bus/jour.

Pour chaque infrastructure, deux niveaux sonores dits "de référence" sont déterminés sur les deux périodes 6h-22h et 22h-6h. Les caractéristiques de la contribution sonore de la voie servent de base au classement sonore et à la détermination de la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit, et sont évalués en règle générale à un horizon de vingt ans.

Le classement sonore des infrastructures de transports terrestres en Seine-Saint-Denis a été approuvé par arrêté préfectoral du 13 mars 2000.

Tableau 34 - Classement sonore des infrastructures routières

Catégorie de l'infrastructure	Niveau sonore de référence LAeq (6h-22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22h-6h) en dB(A)	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure(*)
1	L > 81	L > 76	300 m
2	76 < L ≤ 81	71 < L ≤ 76	250 m
3	70 < L ≤ 76	65 < L ≤ 71	100 m
4	65 < L ≤ 70	60 < L ≤ 65	30 m
5	60 < L ≤ 65	55 < L ≤ 60	10 m

(*) La largeur est comptée à partir du bord de la chaussée de la voie la plus proche dans le cas de routes, à partir du rail extérieur de la voie la plus proche dans le cas de voies de chemin de fer.

2.12.1.3. Documents cadres sur les nuisances acoustiques

❖ Cartographie du bruit

La réalisation des cartographies du bruit par la Métropole du Grand Paris découle de l'application de la Directive Européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Elle prévoit également l'élaboration d'un Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) sur le même territoire. Cette directive a été transposé en droit français via les articles L. 572-1 à L 572-11 du code de l'environnement.

Les objectifs de cette cartographie sont les suivants :

- évaluer l'exposition des populations et des établissements sensibles (bâtiments de santé et d'enseignement) aux bruits routiers, ferroviaires, aériens et industriels ;
- permettre au grand public d'avoir connaissance des niveaux d'exposition au bruit sur l'ensemble du territoire métropolitain ;
- contribuer à la définition des priorités d'actions concourant à la réduction du bruit, au travers la réalisation du Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE).

L'actuelle cartographie du bruit a été approuvée par le Conseil Métropolitain en juin 2018. Elle englobe les 131 communes du territoire et permet d'avoir une vision globale des phénomènes sonores étudiés. Une nouvelle cartographie, en cours de réalisation, devrait quant à elle être réalisée et disponible en octobre 2023 afin de respecter les échéances imposées par la réglementation européenne (cartes stratégiques du bruit de quatrième échéance dites « d'agglomération »).

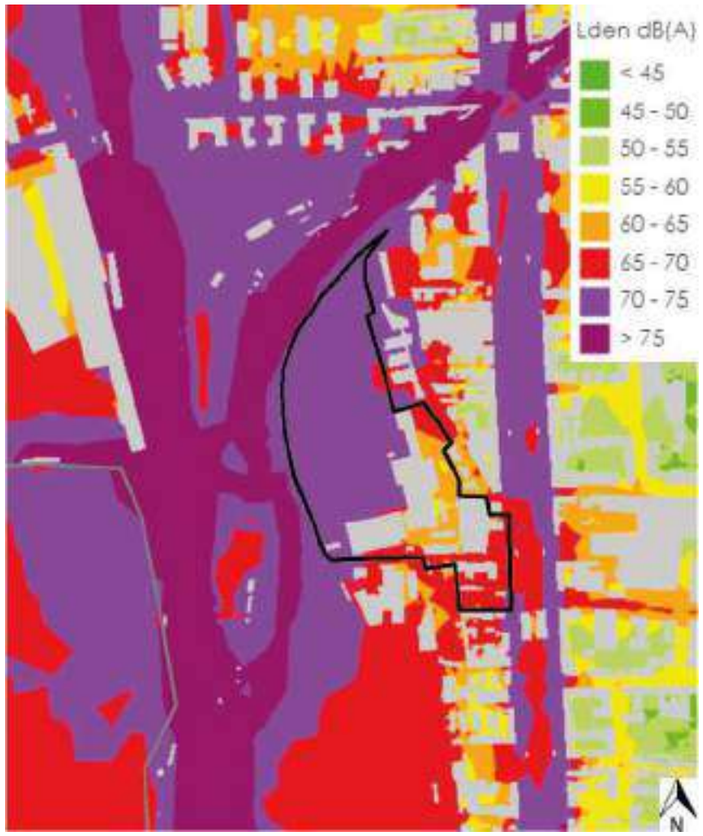


Figure 226 : Cartographie du bruit cumulé aux alentours du site, Bruitparif 2017

Concernant le site d'étude, l'analyse de la cartographie des bruits de la Métropole du Grand Paris permet de déduire que :

- ❖ Le site est concerné par les bruits issus d'infrastructures ferroviaires ;
- ❖ L'impact sonore des voiries reste localisé aux abords du site et à sa partie Sud grâce à la présence de bâtiments faisant obstacle à la propagation du bruit routier ;
- ❖ La voirie la plus bruyante de la zone d'étude est l'avenue du Président Wilson avec des niveaux L_{den} compris entre 70 et 75 dB(A) mais dont l'impact est limité au niveau du premier front bâti et à la partie Sud du site ;
- ❖ La rue du Bailly a peu de trafic, mais son niveau sonore est lié à la proximité des voies ferrées et de l'avenue du Président Wilson, ce qui induit des niveaux sonores entre 60-75 dB (A) selon les zones.

La majeure partie du site d'étude présente un niveau sonore cumulé entre 70 et 75 dB (A) selon la Cartographie de Bruitparif, ce qui est supérieur à la préconisation de l'OMS de 54 dB (A) pour le bruit ferroviaire et 53 dB (A) pour le bruit routier. Le site ne bénéficie actuellement pas de zones de calme. L'ambiance préexistante est donc bruyante sur le site.

Selon l'arrêté préfectoral n°2023-2967 du 25 septembre 2023 département de la Seine-Saint-Denis, le classement des voiries et voies ferrées bordant le site est le suivant :

- Avenue du Président Wilson : catégorie 4 ;
- Voies ferrées du RER B et du train K au Nord du site : voie de catégorie 2, soit un niveau sonore associé de 70 < L > 76 dB(A) (6h/22h) et de 65 < L > 71 dB(A) (22h/6h) au point de référence.

© TERAO 2026

- Voies ferrées à l'Ouest du site, notamment pour le TGV : voie de catégorie 1, soit un niveau sonore associé de 81 < L dB(A) (6h/22h) et de 76 < L dB(A) (22h/6h) au point de référence.

Il y a également une légère discordance dans le niveau sonore associé aux catégories entre la cartographie de la Métropole du niveau sonore de l'Avenue du Président Wilson (environ 70 dB (A)) et son classement par l'arrêté préfectoral en voie non classée.

Il semble donc dans une première approche que l'absence de classement de l'Avenue du Président Wilson engendre une sous-estimation des niveaux de bruit routier réels qui sont présents sur la zone. De plus, l'arrêté de classement des voies ferrées est assez ancien (près de 24 ans) et n'intègre pas les modifications de voies et de matériels roulants récents, notamment la mise en place du Charles-de-Gaulle Express et les nuisances sonores associées.

Les mesures acoustiques ainsi que les modélisations réalisées dans le cadre de l'étude acoustique menée par Impédance (BET acoustique) sur le site des Cathédrales du Rail et missionnée par les maîtres d'ouvrage, permettent d'apporter des précisions sur ces sujets.

Figure 227 : Classement sonore des infrastructures de transports terrestres de Seine-Saint-Denis, DRIEAT, 2026

❖ Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE)

Dans la continuité de la production de la cartographie du bruit et conformément à la directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, Plaine Commune a élaboré un Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) qui a été approuvé en novembre 2013.

Il comporte des rappels techniques et réglementaires, une description de la démarche d'élaboration du PPBE, un état des lieux du bruit à Plaine Commune comprenant une présentation du territoire et un diagnostic des zones à enjeux, une étude des zones calmes et un plan d'action contre le bruit à Plaine Commune, avec un bilan des actions déjà réalisé et un plan d'action pour la période 2014 -2018. Ce plan a vocation à diminuer les effets du bruit par des actions d'aménagement et d'urbanisme (adapter l'aéroport du Bourget à son environnement, choisir du matériel roulant adapté, prévoir des protections acoustiques et des murs anti-bruit, limiter les nuisances sonores dans les nouvelles ZAC par des choix de conception, préserver les zones calmes, promouvoir les modes actifs, étudier le bruit etc.).

Le PPBE expose notamment la répartition des populations de Plaine Commune exposées aux différents niveaux de bruit lié au trafic routier sur 24 heures (Lden), la carte du zonage associé, et les mêmes indications pour le transport ferré, ainsi que pour leur combinaison :

Exposition Route+Fer sur 24 heures (en Lden) :

Interval dB(a)	Nbre de bâtiments	Population	% de la population
hors zone	1258	11801	2,9
0 à 40	3	23	0
40 à 45	503	5320	1,3
45 à 50	3377	29097	7,3
50 à 55	7318	61798	15,4
55 à 60	13293	101940	25,5
60 à 65	9036	72748	18,2
65 à 70	6764	61470	15,3
70 à 75	4481	39733	9,9
75 à 80	1827	14689	3,7
>80	218	1876	0,5

Tableau 35 – Multi exposition route-fer sur 24h de la population, Plaine Commune, PPBE, novembre 2013

On peut également étudier les cartographies des zones de dépassement de seuils réglementaires pour le bruit routier et le bruit ferroviaire. Le site se trouve entre deux zones de dépassement :

Figure 228 : cartographie du dépassement de seuil réglementaire pour le bruit ferroviaire

Figure 229 : cartographie du dépassement de seuil réglementaire pour le bruit routier

Les habitants de la partie Nord de Plaine-Commune sont également impactés par le bruit venant de l'aéroport du Bourget :

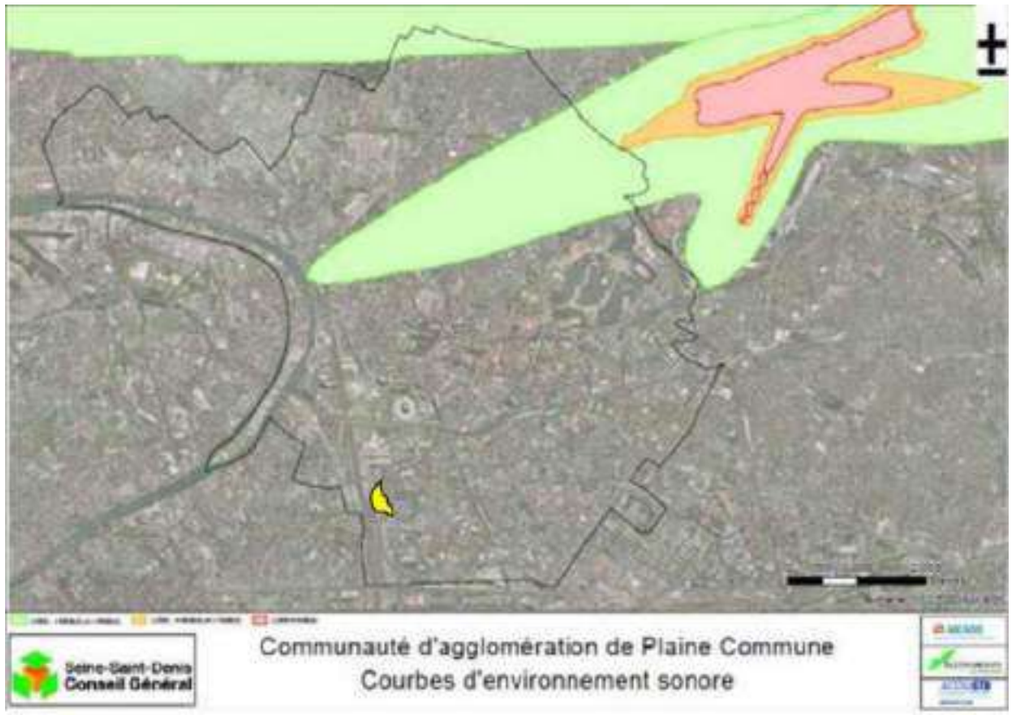


Figure 230 : Courbe d'environnement sonore réalisée en 2007 par le Département de Seine-Saint-Denis

En définitif, pour l'ensemble des transports sur le territoire, le PPBE de Plaine Commune présente également un plan de l'indice de population exposée au bruit des transports :

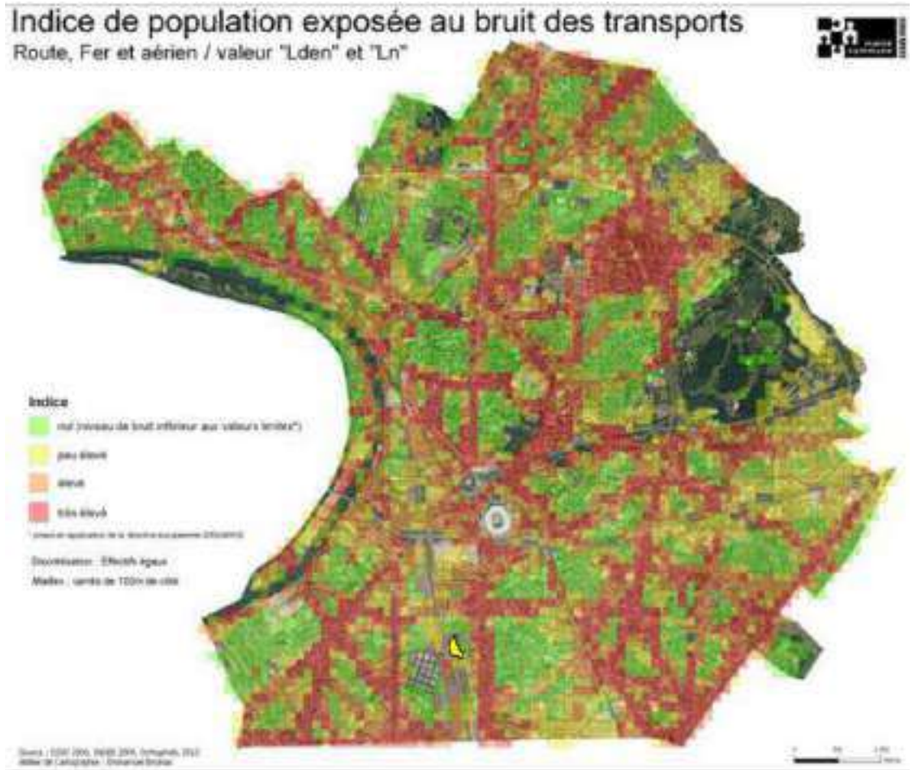


Figure 231 : Carte de croisement bruit/densité de population, PPBE Plaine Commune

Les valeurs réglementaires limites de bruit retenues par la France sont définies selon la directive européenne de 2002/49/CE, elles sont fixées à :

Valeur limite en dB(A)	Lden	Ln
Bruit routier	68	62
Bruit ferré	73	65
(LGV)	(68)	(62)
Bruit aérien	55	-

Figure 232 : Valeurs limites de bruit selon la réglementation française, Bruitparif, Métropole du Grand paris, décembre 2019

Si l'on s'intéresse à l'échelle de la Commune de Saint-Denis, dans son rapport d'étude des impacts sanitaires du bruit des transports de la zone dense de la région Ile-de-France publiée en février 2019, l'association Bruitparif dresse une cartographie par ville du nombre d'habitants soumis à des dépassements des valeurs limites pour les bruits routiers et ferroviaires :

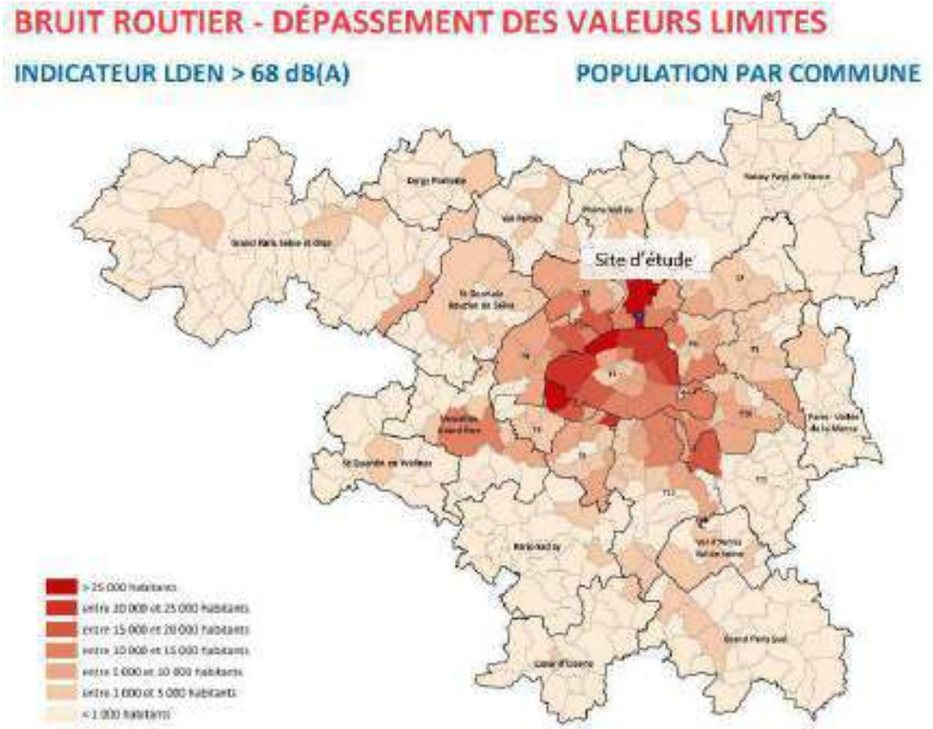


Figure 233 : Carte des habitants par commune en situation de dépassement des valeurs limites pour le bruit routier, Rapport d'étude des impacts sanitaires du bruit des transports de la zone dense de la région Ile-de-France, Bruitparif, février 2019

Figure 234 : Carte des habitants par commune en situation de dépassement des valeurs limites pour le bruit ferroviaire, Rapport d'étude des impacts sanitaires du bruit des transports de la zone dense de la région Ile-de-France, Bruitparif, février 2019

L'analyse de ces résultats montrent ainsi que :

- l'exposition au bruit des populations du territoire de Plaine Commune est très majoritairement liée aux bruits issus des infrastructures routières et ferroviaires, bien qu'une partie au Nord Plaine Commune soit impactée par l'aéroport du Bourget ;
- Plus de 25 000 personnes, soit plus de 22% de la population de Saint-Denis, sont potentiellement soumises à des niveaux supérieurs aux valeurs limites fixées par la réglementation (en bruit moyen estimé par période de 24h). Pour le bruit ferroviaire, environ 5 000 habitants seraient impactés, soit 4,4% de la population de Saint-Denis.

Concernant plus précisément le secteur d'étude, d'après les valeurs limites retenues par la réglementation soit environ 73 dB(A) Lden pour le bruit ferré et le tableau 35 quantifiant la population chaque exposition, on peut estimer qu'environ 10% de la population de Plaine Commune est concernée par ce dépassement.

Figure 235 : Carte des zones calmes de Plaine-Commune, PPBE, novembre 2013

Le site des Cathédrales du Rail n'est pas considéré comme une zone calme, et présente des niveaux sonores assez fort, pouvant exposer à des dépassements de valeurs limites.

2.12.1.4. Etude acoustique au droit du site

Une étude d'impact acoustique a été réalisée par Impédance en octobre 2023 au droit du site. Elle vise à étudier l'environnement sonore actuel de l'ensemble de la zone d'étude.

❖ METHODOLOGIE :

Les mesures acoustiques ont été effectuée en vue de caractériser l'ambiance acoustique et vibratoire existante sur la zone et notamment l'impact sonore du trafic routier et ferroviaire en période de jour et de nuit.

Pour cela, une campagne de mesures acoustiques a été réalisée du 28 au 29 septembre 2023 en 8 emplacements :

- 2 points fixes (PF1 et PF2) de 24 heures ;
- 5 prélèvements (PR 1 à 5) de 30 minutes ;
- 1 prélèvement court (1 minute) proche du forage sur le chantier du Charles de Gaulle Express (PR Chantier) ;
- 4 prélèvements vibratoires de 30 minutes (Vib 1 à 4).

A ces points se rajoutent des mesures effectuées le 3 avril 2019 : 2 prélèvements acoustiques (PR6 et PR7) et 2 prélèvements vibratoires (Vib5 et Vib6). La localisation des points de mesure est représentée dans la carte ci-dessous.

Les conditions de trafic ferroviaire et routier étaient normales.

Le chantier du Charles de Gaulle express était très actif pendant les mesures, une opération de forage était en cours sur la partie Nord du site obligeant à concentrer les mesures sur la moitié sud.

Les conditions météorologiques observées étaient propices aux mesurages acoustiques : ciel dégagé, sol sec, vent moyen à fort.

Figure 236 – Localisation des points de mesure acoustique lors de la campagne de 2023 et de 2019 d'Impédance

Afin d'étudier plus en détail l'impact sonore généré par le transport routier sur la zone de projet, un modèle 3D a été développé dans le cadre de l'étude et des cartes de bruit ont été établies.

❖ RESULTATS DES INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Les mesures acoustiques réalisées sur site ont été relativement perturbées par le chantier du Charles de Gaulle Express adjacent au site. Les perturbations les plus importantes liées au chantier ont été exclues des mesures autant que possible, en appliquant des corrections sur les bandes correspondantes aux activités de forage au nord (63 :100 Hz). Les facteurs de correction appliqués sur les tiers d'octave dans ces bandes sont les suivantes :

Tableau 36 : Figure 217 : Facteurs de correction sur les tiers d'octave de 63 à 100 Hz, étude acoustique Impédance de 2023

Tier d'octave	63 Hz	80 Hz	100 Hz
Correction	-10 dB	-30 dB	-8 dB

Les niveaux sonores des prélèvements sont recalés sur la base des points fixes pour permettre le calage du modèle, selon la formule suivante :

$$L_{PR,calé} = L_{PR} + (L_{PF,(6h-22h)} - L_{PF,(Période-PR)})$$

Les PR4 et PR5 ne sont pas recalés sur la base des points fixes car ils sont également exposés au trafic routier. Les PR6 et PR7 ne sont pas non plus recalés sur les points fixes car ils ont été mesurés en 2019.

Le PR chantier est donné à titre indicatif de la perturbation induite par le forage sur le chantier du Charles de Gaulle Express.

Les résultats des mesures sont présentés dans les tableaux de synthèse ci-dessous.

Tableau 37 – Synthèse des résultats de mesurage et niveaux sonores équivalents bruts (dB(A)) aux emplacements de mesure, Impédance, Etude d'impact acoustique - Etat initial, octobre 2023

Point	Hauteur / sol	$L_{Aeq,(6h-22h)}$	$L_{Aeq,(6h-22h),filtré}$	$L_{Aeq,(6h-22h),filtré,recalés}$	$L_{Aeq,(22h-6h)}$
PF 1	4 m	**55.8**	--	--	**48.6**
PF 2	4 m	**48.0**	--	--	**44.2**
PR 1	1,5 m	*58.5*	*50.7*	**53.7**	--
PR 2	1,5 m	*52.3*	*50.7*	**54.4**	--
PR 3	1,5 m	*57.7*	*52.0*	**54.8**	--
PR 4	1,5 m	*61.1*	**60.7**	--	--
PR 5	1,5 m	**66.9**	--	--	--
PR 6_2019	1,5 m	**58.3**	--	--	--
PR 7_2019	1,5 m	**59.7**	--	--	--
PR Chantier CDGx	1,5 m	**67.1**	--	--	--

❖ ANALYSE DES MESURES

Les niveaux sonores en gras sont ceux qui seront utilisés pour le calage du modèle.

Les niveaux sonores mesurés sont conditionnés essentiellement par la circulation ferroviaire et par le chantier, avec des valeurs diurnes de 48 à 67 dB(A), et nocturnes de 44 à 49 dB(A).

La baisse des niveaux sonores la nuit par rapport au jour est de l'ordre de 7 dB(A) au plus proche de voies et 4 dB(A) plus loin.

Au sens réglementaire, on se trouve majoritairement en zone d'ambiance sonore modérée, avec des niveaux sonores inférieurs à 65 dB(A) en journée (6-22h) et inférieurs à 60 dB(A) la nuit (22-6h) pour l'ensemble de la zone de projet ; sauf au niveau du PR5 aux abords directs de l'avenue du Président Wilson et sur le PR Chantier qui mesure la perturbation issue des opérations de forage en cours à environ 100m.

❖ MODELISATION 3D

La modélisation du site existant est établie en 3D sous le logiciel Predictor 2023, outil conforme à la norme NMPB2008/NFS 31-133 et CNOSSOS-EU pour le calcul de bruit routier et ferroviaire (logiciel par ailleurs recommandé par le Cerema pour la Cartographie de Bruit Stratégique). Les données géométriques sont extraites de la BD-Topo de l'IGN (terrain, murs, bâti, voies de circulation).

Les caractéristiques acoustiques des surfaces présentes sont renseignées. Les points de calculs correspondant aux points de mesures sont saisis pour le calage du modèle.

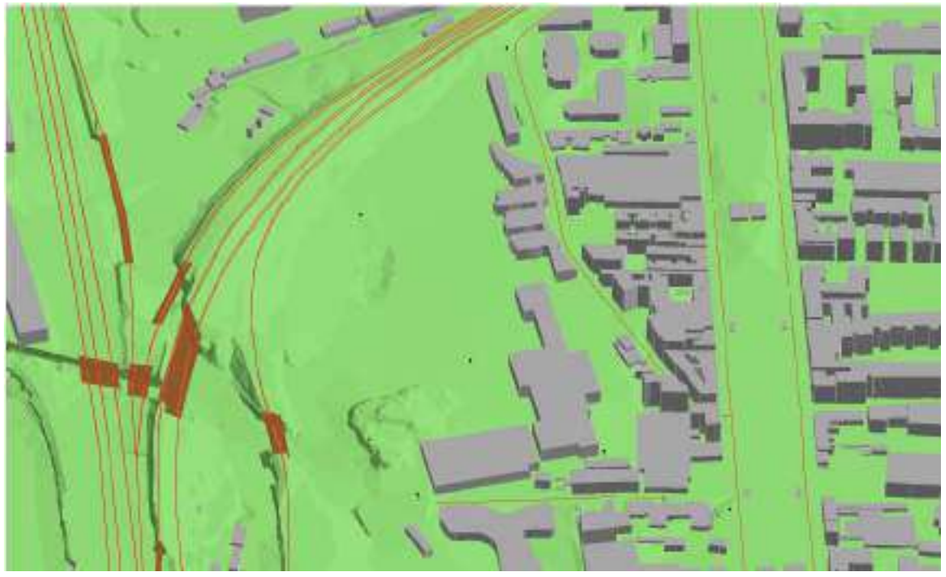


Figure 237 : Vue 3D du modèle acoustique en situation existante, Impédance 2023

Le sol est considéré comme globalement réfléchissant (G=0.3) et les conditions météorologiques utilisées sont celles de la station d'Evreux. Les mesures acoustiques sont utilisées, ainsi que les données de comptage routiers mesurées en septembre 2023 sur les points de prélèvement :

Tableau 38 : Volumes de trafic routier comptés en septembre 2023 sur mes points de prélèvement (VL : véhicules légers, PL : poids-lourds), Impédance 2023

Voie	VL		PL	
	Veh/h	V [km/h]	Veh/h	V [km/h]
Rue du Bailly	120	30	0	30
Av. du Président Wilson	312	50	24	50

Les données de trafic ferroviaire utilisées pour la modélisation correspondent à celles indiquées dans l'étude acoustique du Charles de Gaulle Express : « ST DENIS CATH AAP étude acoustique CDGEX », ajustées pour l'étude en cours. Les caractéristiques du trafic ferroviaire sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 39 : Volumes de trafic ferroviaire modélisés, Etude acoustique Impédance, 2023

Ligne (Trafic par sens)	Modèle	6h-22h		22h-6h	
		Veh/h	V [km/h]	Veh/h	V [km/h]
RER B	Z8700 (MI79)	15.0	60	4.2	60
Transilien K	NAT 8 caisses	7.5	90	1.3	90
RER D	Z22500 pentacaisse (MI2N)	9.6	90	1.2	90
Transilien H	NAT 8 caisses	7.5	90	1.3	90
Intercités	Regiolis Z51500	1.6	90	0.0	90
TGV	TGV-A	6.7	90	0.5	90
FRET	1 BB22200 et 18 wagons Fret feiné fonte	0.1	80	0.2	80
TER	B81500 quadricaisse	2.2		0.3	

Sur la base de ces données, le tableau suivant présente la comparaison des niveaux sonores calculés par la simulation et mesurés, et donne les écarts correspondants avec les résultats des mesures.

Tableau 40 : Ecarts des niveaux sonores mesurés et calculés (dB(A)), Etude acoustique impédance, 2023

Point	Résultat mesuré en dB(A)		Résultat calculé en dB(A)		Ecart "calculé - mesuré"	
	$L_{Aeq,(6h-22h)}$	$L_{Aeq,(22h-6h)}$	$L_{Aeq,(6h-22h)}$	$L_{Aeq,(22h-6h)}$	$\Delta L_{Aeq,(6h-22h)}$	$\Delta L_{Aeq,(22h-6h)}$
PF 1	55.8	48.6	56.4	50.4	0.6	1.8
PF 2	48	44.2	47.9	42.4	-0.1	-1.8
PR 1	53.7	--	53.7	--	0	--
PR 2	54.4	--	54.6	--	0.2	--
PR 3	54.8	--	54.7	--	-0.1	--
PR 4	60.7	--	62.3	--	1.6	--
PR 5	66.9	--	67.9	--	1	--
PR 6_2019	58.3	--	56.3	--	-2	--
PR 7_2019	59.7	--	57.8	--	-1.9	--

Les écarts sont inférieurs à +/- 2 dB(A) et sont donc acceptables : ils sont dus à l'incertitude de la mesure, c'est-à-dire à la complexité de l'environnement, aux variations météorologiques, aux bruits parasites, aux variations de trafic ainsi qu'à la précision du modèle acoustique et des méthodes de calcul.

Le modèle est donc valide pour cette étude, et est utilisé pour caractériser l'état acoustique initial. Les données de trafic ferroviaire du calage sont réutilisées, tandis que des données de trafic actuel pour l'Avenue du Président Wilson issues des comptages manuels et de l'étude acoustique du Charles de Gaulle Express sont utilisées, ainsi que les données des comptages et observations de la campagne de mesure pour les autres voies :

Tableau 41 : Volumes de trafic routier compté (VL : véhicules légers ; PL : poids-lourds), Etat acoustique initial, Impédance 2023

Voie	Période	VL		PL	
		Veh/h	V [km/h]	Veh/h	V [km/h]
Rue du Bailly	6h-22h	120	30	0	30
	22h-6h	13	30	0	30
Ch. Des Petits Cailloux	6h-22h	5	30	0	30
	22h-6h	0.5	30	0	30
Av. du Président Wilson	6h-22h	512	50	81	50
	22h-6h	76	50	19	50

❖ MODELISATION DES CARTES HORIZONTALES DE BRUIT DE LA SITUATION EXISTANTE

Le site est conditionné par le trafic ferroviaire à l'est et le trafic routier depuis l'Avenue du Président Wilson à l'ouest.

Les niveaux sonores diurnes et nocturnes de l'état initial sont calculés à une hauteur constante de 4 m par rapport au sol, et sont représentés sur les visuels ci-dessous.

Les niveaux sonores sur l'ensemble du site sont, globalement compris entre 50 et 65 dB(A) de jour et entre 45 et 55 dB(A) la nuit. L'ambiance sonore est donc modérée au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)). A noter que la majorité du site est peu impacté par le trafic routier le long de l'avenue du Président Wilson de catégorie 3 qui est à plus de 100m du périmètre du projet, toutefois la partie sud-est du site qui est en accroche

directe sur le boulevard est, elle, impactée avec des niveaux sonores enregistrés compris entre 55 et 75 dB(A) de jour et entre 50 et 65 dB(A) de nuit. Ces espaces sont donc exposés à des contraintes réglementaires acoustiques spécifiques.

Figure 238 : Niveaux sonores diurnes de l'état initial du site à 4m du sol (dB(A)), étude acoustique Impédance, octobre 2023

Figure 239 : Niveaux sonores nocturnes de l'état initial du site à 4m du sol (dB(A)), étude acoustique Impédance, octobre 2023

❖ NIVEAUX DE BRUIT EN FAÇADE

La modélisation a également permis d'étudier les niveaux sonores diurnes et nocturnes en façades des bâtiments sensibles du site, représentés sur la carte suivante :

Figure 240 : Niveaux sonores en façades des bâtiments de l'état initial du site (dB(A)), étude acoustique Impédance, octobre 2023

Les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures. Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la période nocturne.

Les niveaux sonores sont donc modérés (< 65 dB(A) de jour) comme constaté sur les cartes horizontales de bruit à 4m.

❖ SYNTHESE VIBRATOIRE

Etant donné la proximité des voies ferrées au site, il est intéressant d'étudier l'ambiance vibratoire du site de projet.

Le tableau suivant représente les résultats des niveaux de vibrations au passage des trains :

Tableau 42 : Niveaux de vitesses vibratoires équivalents bruts et par tier d'octave, mesurés en dB (réf. 5e-8 mm/s), étude acoustique Impédance 2023

Axe Z	Distance aux voies	Axe	dB	Fréquence médiane d'octave en Hz						
Point			L_{eq}	16	31.5	63	125	250	500	1000
Vib 1	125 m	Z	36.0	34.5	29.8	21.2	12.0	5.9	1.0	-4.7
Vib 2	175 m	Z	35.5	33.3	29.4	27.4	11.7	5.5	-0.2	-1.9
Vib 3	170 m	Z	36.9	35.5	28.2	28.2	15.9	6.9	0.3	-4.7
Vib 4	20 m	Z	48.3	42.2	45.5	41.6	32.5	20.2	5.3	5.5
Vib 5_2019	120 m	Z	47.0	45.2	42.1	31.0	17.4	9.8	3.3	-2.9
		X	39.5	38.0	34.0	20.6	10.9	5.0	-0.8	-6.2
Vib 6_2019	190 m	Z	34.3	33.0	25.9	20.1	22.4	14.5	4.7	-5.4
		X	40.5	39.4	33.7	20.0	11.4	5.1	-0.4	-6.2

A partir de ces niveaux de vitesses, des graphiques ont été établis pour comparer pour chaque point les courbes de seuils de perception de la norme ISO 2361-2 avec les modélisations (voir l'étude acoustique complète de l'état initial en annexe).

Les conclusions de l'analyse vibratoire sont les suivantes :

- Les résultats sont inférieurs aux valeurs de seuil de perception tactile de 66 dBv définis par la norme, même pour le point le plus proche des voies, les vibrations ne sont donc pas perceptibles
- Les spectres vibratoires mettent en évidence la présence du forage sur le chantier du Charles de Gaulle Express avec un pic à 80 Hz, coïncidant avec les mesures acoustiques réalisées
- Il faudrait des niveaux 10 à 100 fois supérieurs au seuil de perception pour risquer d'endommager les bâtiments (Cf. NF ISO 14837-1:2005).

Il n'y a donc pas de risque lié aux vibrations dans l'état actuel du site.

❖ NIVEAUX ACOUSTIQUES ESTIMES DANS LE BATIMENT

Les niveaux de pression acoustique prévisionnels (bruit solidien) dus aux passages de trains ont été projetés pour une pièce principale type (chambre) d'un ensemble immobilier, en utilisant les niveaux vibratoires les plus élevés mesurés, en extrapolant que le Charles de Gaulle Express ne produira pas plus d'énergie vibratoire que les trains existants et en simulant des vibrations à 60m en augmentant les niveaux vibratoires de 3 à 5 dB. Les niveaux sonores sont calculés sur les passages des trains proches.

Les niveaux de bruit prévisionnels obtenus sont inférieurs de 2 à 4 dB(A) au seuil retenu de 30 dB(A) de bruit moyen au passage, ce qui garantit un confort nocturne pour des logements situés à 60m des voies de circulation du futur Charles de Gaulle Express. Ces niveaux ne traduisent pas de risque vibro-acoustique et une exposition aux bruits solidiens acceptable.

❖ CONCLUSION GENERALE DE L'ETUDE ACOUSTIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE EXISTANT

L'ambiance sonore actuelle sur le site d'étude est principalement influencée par le trafic ferroviaire directement à l'Ouest, comme le montrent les cartes de niveaux sonores, les cartes de bruit locales et le classement sonore des voies par le département. Seuls les bâtiments donnant directement sur l'Avenue du Président Wilson sont influencés davantage par le trafic routier.

© TERAO 2026

Les niveaux sonores sur le site sont globalement modérés au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)).

Les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures. Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la période nocturne. Les bâtiments adressés directement sur l'Avenue du Président Wilson (catégorie 3) sont exposés à un niveau sonore > 70 dB(A).

Les mesures vibratoires n'indiquent pas d'enjeux majeurs sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles. De plus le bruits solidien maximum issus du trafic devrait rester inférieur à 28 dB(A), soit en-dessous du seuil de 30 dB(A) conseillé dans les pièces de vie sur la période nocturne.

2.12.2.Environnement lumineux

La réglementation nationale sur la pollution lumineuse découle du Grenelle de l'Environnement. Selon l'article 41 de la loi Grenelle 1 : « Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation. »

Il est désormais encadré par le décret n°2011-831 du 12 juillet 2011 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses, qui a créé un chapitre spécifique au titre VIII du livre V du Code de l'Environnement. En particulier, l'article R.583-2 s'intéresse à prévenir, réduire et limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie, pour certaines catégories d'installations lumineuses dont l'éclairage extérieur de voirie, l'éclairage des bâtiments (illumination des façades des bâtiments et éclairage intérieur diffusant vers l'extérieur) ou l'éclairage des chantiers.

L'environnement lumineux est une préoccupation récente souvent synonyme de pollution lumineuse, qui a pour origine l'éclairage artificiel. Une mauvaise gestion de cet éclairage se traduit par un halo de lumière qui enveloppe chaque ville.

La pollution lumineuse est le résultat d'un facteur naturel, conjuguée à un phénomène artificiel. La lumière est réfléchie par le sol, les bâtiments et diffusée par les gouttes d'eau, les particules de poussières et les aérosols en suspension dans l'atmosphère. Dans l'absolu, tout dispositif d'éclairage est source de pollution lumineuse.

Figure 241 : cartographie de la brillance de surface du ciel ou fond du ciel au zenith, Light Pollution Map Info, 2022 (crédits : NASA's VIIRS/NPP Lunar BRDF-Adjusted Nighttime Lights Yearly, EUMETSAT, NOAA, MOSDAC/SAC/ISRO, CIRA, Wikipedia, World atlas 2015, The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. GFZ Data Services, Science Advances. 2016)

Le site est situé en zone urbaine à proximité de polarités existantes et axes structurants. Ses environs sont donc sujets à des pollutions lumineuses fortes, telles que la brillance de surface du ciel est réduite à moins de 17,5 mag/am², contre 22 dans l'océan).

2.12.3.Nuisances olfactives

La gêne olfactive est prise en compte dans la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (article L 220-2 du Code de l'Environnement). Les odeurs perçues sont généralement dues à une multitude de molécules différentes, en concentration très faible, mélangées à l'air respiré.

La source de nuisances olfactives identifiée comme la plus proche du site des Cathédrales du Rail correspond à une déchetterie – espace de tri, située à 1,2 km au Sud du site dans la commune de Paris. Le diagnostic et analyse de l'état initial, de l'environnement du PLUi confirme l'absence de nuisance olfactive impactant le site de projet.

Aucune gêne olfactive ne concerne donc le site des Cathédrales du Rail.

2.12.4.Nuisances électromagnétiques

Les nuisances électromagnétiques sont générées par des stations radioélectriques et les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication (wifi, téléphone mobile, etc.).

D'après la carte des émetteurs établie par l'Agence Nationale des Fréquences Radioélectriques (ANFR), plusieurs stations de radiotéléphonie se trouvent à 900m du site, à l'Ouest et à l'Est, au 11 Avenue du Cimetière à Saint Ouen sur Seine et au 46 Rue Proudhon à Saint-Denis.

Plusieurs antennes de téléphonies se trouvent aussi à proximité du site :

- Des antennes SFR, Orange et Bouygues dans le tunnel du Landy, à 60 mètres à l'Est du site, au 145 Avenue du Président Wilson (2G à 5G) ;
- Une antenne Free, Orange et un faisceau hertzien de Free à 35 mètres au Sud du site, 139 Avenue du Président Wilson (2G à 5G), sur un immeuble à 27 mètres de hauteur ;
- Un réseau mobile privé appartenant au réseau SNCF Tetra à 100 mètres à l'Ouest du site, rue Flora Tristan, sur un mat de 30 mètres ;
- Un réseau mobile privé (PMR Tetra) et une autre station (GSM R SNCF réseau) pour la SNCF, à 160 mètres au Nord-Ouest du site, rue Flora Tristan, sur un pylône auto stable de 30 mètres ;
- Des antennes Orange, SFR et Free à 200 mètres au Nord du site, au 91 rue du Landy (2G à 5G), sur un immeuble de 33 mètres de hauteur ;
- Une antenne Orange à 380 mètres au Nord-Est du site, au 234 Avenue du Président Wilson (2G à 5G), sur un immeuble de 22 mètres de hauteur ;
- Une antenne Orange à 330 mètres au Nord-Est du site, au tunnel de l'A1 sous le pont du Landy (2G à 5G), à 11 mètres de hauteur ;
- Une antenne SFR à 260 mètres au Nord-Ouest du site, dans la rue du Landy (2G à 5G), au niveau du tunnel à 10 mètres de hauteur ;
- Une antenne de téléphonie et un faisceau hertzien Bouygues, au 224 Avenue du Président Wilson (2G à 5G), sur un immeuble à 22 mètres de hauteur.
- U

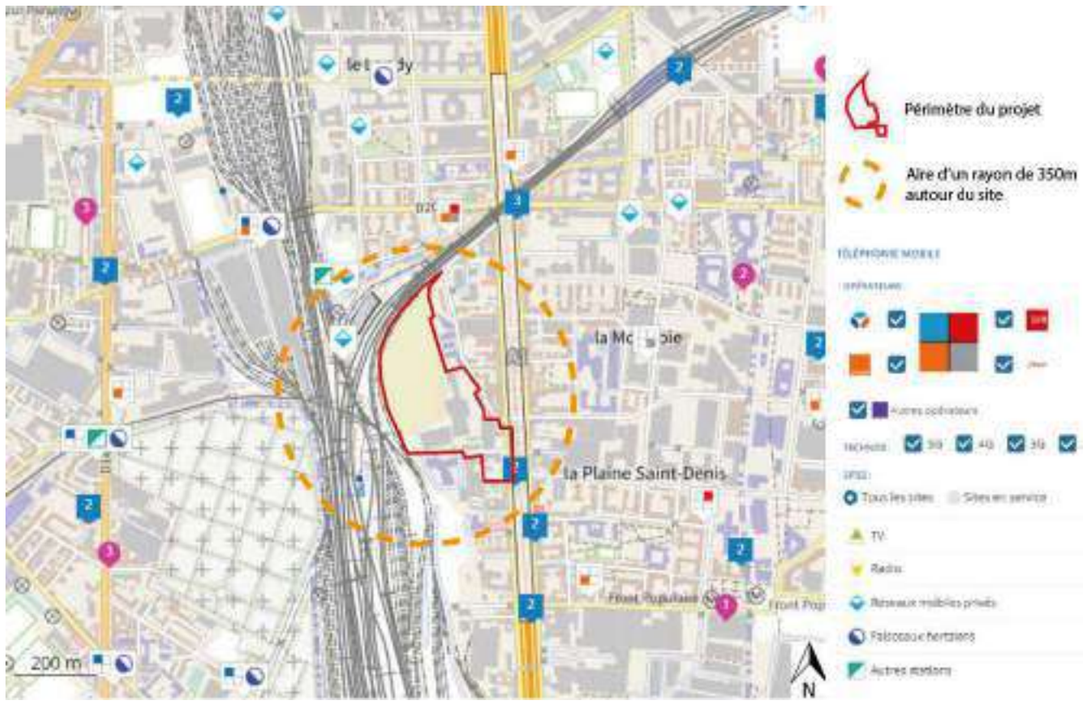


Figure 242 : Carte des sites radioélectriques à proximité du site, Cartoradio 2023

Le site Cartoradio de l'ANFR présente des résultats d'une mesure réalisée dans le quartier voisin de la Montjoie, au 56 Avenue George Sand (à environ 700m du site d'étude). Le résultat rend compte du niveau global d'exposition aux champs électromagnétiques émis globalement par l'ensemble des émetteurs environnant le point de mesure, visibles ou non, qui sont en fonctionnement au moment des mesures (ondes radio, téléphoniques, radars, wifi Internet, etc.). Le niveau global d'exposition est de 0.41V/m, et au maximum 1.39 V/m. Pour rappel, la valeur limite la plus faible fixée par le décret du 3 mai 2002 est 28V/m.

Ainsi, le secteur de projet n'est pas surexposé à des nuisances électromagnétiques.

2.12.6.Synthèse et enjeux

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU		ENJEU
Cadre de vie et santé	Risques anthropiques	Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et sites SEVESO	Le site d'étude est inscrit dans un contexte avec des nombreuses ICPE situées toutefois à plus de 1 km du site, mais sans installation SEVESO.	Faible
		Installations nucléaires	Le site est à 14 km environ du CEA (Commissariat de l'Energie Atomique) de Fontenay-aux-Roses, mais ce site est en cours de démantèlement depuis 1999 pour se consacrer uniquement à la recherche et à l'innovation.	Faible
		Transport de matières dangereuses	Le site n'est pas traversé par une canalisation de matière dangereuse, bien qu'une conduite passe à 190m à l'Est.	Nul
		Recensement des accidents technologiques	Deux accidents technologiques passés concernent le site d'étude : un bombardement durant la guerre et une pollution aux hydrocarbures en 1987.	Faible
	Sites et sols pollués	Informations de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée (ex-BASOL)	Le périmètre opérationnel est concerné par un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics (BASOL). Il a fait l'objet d'études de sol appelant à appliquer des dispositions spécifiques pour rendre son usage compatible à son environnement.	Fort
		Anciens sites industriels et activités de service (CASIAS)	Quatre installations potentiellement polluantes sont recensées sur les bases de données CASIAS au droit du site à l'étude. Il se situe dans un périmètre comportant de nombreux sites recensés dans les bases de données CASIAS, car la zone était anciennement très industrialisée.	Fort
		Etude pollution complémentaire	Les nombreux rapports mettent en avant une pollution des sols, des gaz du sol et des eaux souterraines, notamment aux COHV et hydrocarbures, et recommandent des mesures pour restaurer la compatibilité du site avec les usages projetés.	Fort
	Risque amiante	Les cathédrales présentent de l'amiante dans des zones clairement localisées, notamment les dalles, joints de vitres, étanchéités et quelques éléments supplémentaires.		Fort
	Qualité de l'air	L'état actuel de la qualité de l'air, les effets de la pollution atmosphérique sur la population et l'exposition de la population ont une sensibilité considérée comme moyenne (données issues de la bibliographie et de l'étude Air & Santé complémentaire). A l'échelle du projet, on enregistre 2 zones à enjeux très forts et 4 zones à enjeux forts. Deux zones à enjeu sanitaire par ingestion sont recensées, notamment au voisinage du projet.		Modéré
	Ambiance sonore	L'ambiance sonore actuelle sur le site d'étude est principalement influencée par le trafic ferroviaire directement à l'Ouest, comme le montrent les cartes de niveaux sonores, les cartes de bruit locales et le classement sonore des voies par le département. Seuls les bâtiments donnant directement sur l'Avenue du Président Wilson sont influencés davantage par le trafic routier. Les niveaux sonores sur le site sont globalement modérés au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)). Hormis pour les bâtiments exposés à l'avenue du président Wilson, les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la période nocturne. Les mesures vibratoires n'indiquent pas d'enjeux majeurs sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles.		Modéré
	Environnement lumineux	Le site est situé en zone urbaine à proximité de polarités existantes et axes structurants, dans la métropole du Grand Paris. Ses environs sont donc sujets à des pollutions lumineuses fortes.		Modéré
	Nuisances olfactives	Aucune gêne olfactive ne concerne le site des Cathédrales du Rail.		Nul
	Nuisances électromagnétiques	Le secteur de projet n'est pas surexposé à des nuisances électromagnétiques.		Nul

2.13. Réseaux d'eau

2.13.1. Alimentation en eau potable et usages de l'eau superficielle sur la commune

Le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France, ou SEDIF, est actuellement doté de la compétence en matière d'alimentation en eau potable sur l'ensemble de son territoire (135 communes et 4,1 M d'usagers) et pour la ville de Saint-Denis, reliée à l'Etablissement Public Territorial de Plaine Commune. Le SEDIF est un établissement public de coopération intercommunale, créé en 1923. Il assure la distribution de l'eau potable à travers son délégataire du service public, Veolia Eau d'Île-de-France, qui a en charge :

- la production, la distribution et la vente de l'eau ;
- la gestion de la relation avec les abonnés du service, selon les dispositions du Règlement de service ;
- le maintien des installations dans un bon état de marche et d'entretien ;
- le renouvellement des ouvrages selon un programme défini par le SEDIF ;
- la réalisation d'un programme d'investissements défini dans le contrat.

Les cours d'eau constituent la première ressource d'approvisionnement : 97% de l'eau produite par le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France provient de la Seine, la Marne et l'Oise, alimentant trois grandes usines de production d'eau potable, Edmond Pépin à Choisy-le-Roi, l'usine de Neuilly-sur-Marne et l'usine de Méry-sur-Oise.

Les nappes souterraines sont des ressources protégées qui interviennent de manière secondaire : 2 usines prélèvent dans les nappes profondes de l'Albien et de l'Yprésien, et deux autres dans la nappe des Calcaires de Champigny pour compléter et diversifier l'approvisionnement.

Pour son alimentation en eau potable, le syndicat a distribué en 2022 environ 210 millions de m^3 d'eau, en distribuant environ 762 000 m^3 par jour.

La consommation domestique moyenne pour la ville de Saint-Denis en 2019 est de 91 litres/jour/habitant, avec des disparités selon les revenus des ménages.

La qualité des eaux distribuées sur le territoire métropolitain, qui fait l'objet de contrôles réguliers (400 000 analyses par an), est conforme à la réglementation. D'après l'état initial de l'environnement (PLUi), l'Agence Régionale de la Santé (ARS) relève globalement de très bons taux de conformité de l'eau potable distribuée sur l'année 2017, à l'exception d'un dépassement ponctuel des concentrations maximales en pesticides.

2.13.2. Documents cadres sur l'assainissement des eaux usées et eaux pluviales

2.13.2.1. SDAGE Bassin de la Seine Normandie

Le Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE) 2022-2027 du bassin de la Seine Normandie a été adopté par le Comité de bassin le 23 mars 2022. Le SDAGE exige les éléments suivants :

- Mettre en œuvre la séquence ERC en vue de préserver les zones humides ;
- Réduire la diffusion de la pollution. Les dispositions à prendre sont les suivantes :
  - généraliser et pérenniser la suppression du recours aux produits phytosanitaires et biocides dans les jardins et espaces verts ;
  - développer et maintenir les éléments fixes du paysage qui freinent les ruissellements ;
- Réduire les pollutions à la source ;
- Améliorer la collecte des eaux usées et la gestion du temps de pluie pour supprimer les rejets d'eaux usées non traitées dans le milieu. Les dispositions à prendre sont de viser la gestion des eaux pluviales à la source dans les aménagements ;
- Limiter les effets de l'urbanisation sur la ressource en eau et les milieux aquatiques et adapter la ville aux canicules ;
- Elaborer une stratégie et un programme d'actions limitant les ruissellements à l'échelle du bassin versant ;
- Adapter les pratiques pour réduire les demandes en eau afin de réduire la consommation en eau potable ;

Il invite notamment les aménageurs et porteurs de projet à :

- Prendre en compte la gestion des eaux pluviales dès le début de la conception du projet et tout au long de son exécution, en intégrant les compétences nécessaires en hydrologie et écologie dans l'équipe de conception ;
- Concevoir des projets permettant de gérer les eaux pluviales au plus près de là où elles tombent en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol (noues, bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, etc.) ou les toitures végétalisées et en considérant l'eau pluviale comme une ressource pour l'alimentation des espaces verts :
  - Limiter l'imperméabilisation des sols ;
  - Viser l'objectif de « zéro rejet d'eaux pluviales » vers les réseaux ou le milieu naturel a minima lors des pluies courantes, en favorisant les solutions fondées sur la nature, notamment la végétalisation de l'espace avec des végétaux adaptés.

  A noter que les pluies courantes sont celles dont la période de retour est inférieure à 1 an, qui représentent la majorité du volume des pluies.
- Pour les projets soumis à un DLE pour un rejet des EP (rubrique 2.1.5.0) :
  - Rechercher le plus possible la neutralité hydraulique du projet du point de vue des eaux pluviales pour toute pluie de période de retour inférieure à 30 ans, sans que cette recherche s'opère au détriment de l'abattement des pluies courantes. La pluie dimensionnant pour définir le volume de pluies à gérer sur site est une pluie d'occurrence trentennale (30 ans).
  - Pour des pluies de période de retour supérieure à 30 ans ou si la neutralité hydraulique du projet n'est pas atteinte pour des pluies de période de retour inférieure à 30 ans, considérant les impacts du projet d'aménagement qui ne pourront pas être réduits, les effets du projet devront être analysés et anticipés (identification des axes d'écoulement, parcours de moindre dommage, identification des zones susceptibles d'être inondées).

L'atteinte des objectifs du SDAGE suppose une organisation territoriale adaptée, notamment en matière de couverture du bassin par les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) qui constituent la déclinaison locale du SDAGE. Les SAGE sont gérés par les Agences de l'eau et ont des périodes d'application de 6 ans.

Selon le site Internet Eau Seine Normandie, le SAGE de Croult-Enghien-Vieille Mer est applicable au périmètre d'étude.

Le territoire couvert par le SAGE compte de nombreux bassins versants :

Bassin versant	Superficie du Bassin versant (en ha)	Cours d'eau	Linéaire (en km)			% du linéaire enterré
			à ciel ouvert	enterré	Total	
Ru d'Enghien (ou ru de Montlignon) (FRHR155A-F7110600)	7250	Ruisseau de Sainte Radgonde	1,00	0,00	1,00	0,0%
		Ruisseau du Petit moulin	1,40	0,00	1,40	0,0%
		Ru de la Chasse	1,30	0,00	1,30	0,0%
		Ru de Corbon	2,60	0,00	2,60	0,0%
		Ru de Montlignon	3,20	2,30	5,50	41,8%
		Ru d'Andilly	0,50	1,95	2,45	79,6%
		Ru de Soisy	0,28	1,50	1,78	84,3%
		Total BV ru d'Enghien	10,28	5,75	16,03	35,9%
Ru d'Arra (ou des Haras)		Ru d'Arra	1,70	4,65	6,35	73,2%
		Ru de la Galathée	0,00	0,00	0,00	
		Total BV ru d'Arra	1,70	4,65	6,35	73,2%
Petit Rosne (FRHR157A-F7060600)	7000	Ru des longs prés	2,90	0,00	2,90	0,0%
		Ru des quarante sous	1,70		1,70	0,0%
		Ru de Vaux	1,60	3,20	4,80	66,7%
		Ru de Pontcelles	3,10	0,10	3,20	3,1%
		Ru d'Henneltrocq	0,80	1,10	1,90	57,9%
		Ru du Fond des aulnes	2,70	0,90	3,60	25,0%
		Ru des Champs	0,70	0,20	0,90	22,2%
		Ru de la Marlière	0,90	1,80	2,70	66,7%
		Petit Rosne	8,50	8,50	17,00	50,0%
		Total BV Petit Rosne	22,90	15,80	38,70	40,8%
Morée-Sausset (FRHR157B-F7075000)	7100	Morée	1,40	10,10	11,50	87,8%
		Sausset	2,70	4,80	7,50	64,0%
		Total BV Morée Sausset	4,10	14,90	19,00	78,4%
Croult amont (FRHR157A)	11970	Ru de la Michelette	7,30	2,90	10,20	28,4%
		Ru de la Vallée	4,70	2,10	6,80	30,9%
		Ru du Rhin	2,30	0,90	3,20	28,1%
		Ru de la Fontaine Plamond	2,20	0,00	2,20	0,0%
		Croult	9,00	3,00	12,00	25,0%
		Total BV Croult amont	25,50	8,90	34,40	25,9%
Croult aval (ou Vieille Mer) (FRHR1578)	10030	Vieille Mer	0,10	6,50	6,60	98,5%
		Total BV Croult aval	0,10	6,50	6,60	98,5%
Canal de la Ville de Paris (FRHR510)		Canal de l'Ourq	14,50	0,00	14,50	0,0%
		Canal St Denis	5,50	0,00	5,50	0,0%
TOTAL	43350		84,58	56,50	141,08	40,0%
Sous-total cours d'eau (hors canaux)			64,58	56,50	121,08	46,7%

Figure 243 : les bassins versants du SAGE Croult-Enghien-Vieille Mer et leurs caractéristiques, SAGE Croult-Enghien-Vieille Mer, Tome 1 du PAGD

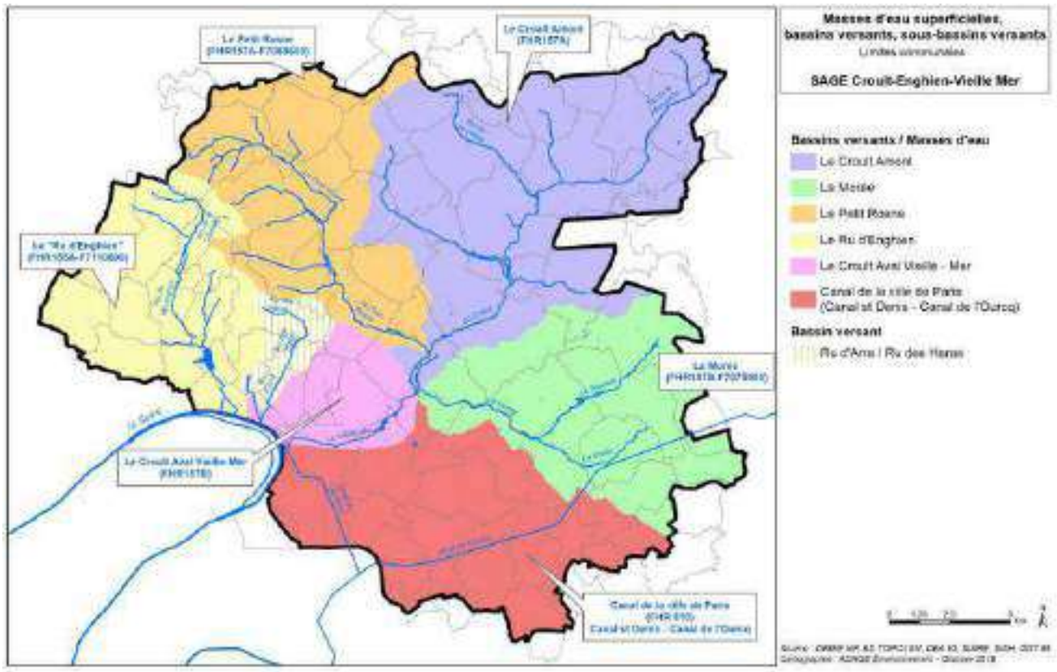


Figure 244 : Bassins versants du SAGE Croult-Enghien-Vieille mer, Règlement du SAGE, 2020

Le territoire de Plaine Commune est concerné par 3 de ces bassins versants :

- Bassin versant de la Seine à Paris ;
- Bassin versant du Croult et la Morée ;
- Bassin versant du ru d'Enghien.

Le site du projet est concerné par le bassin versant de la Seine à Paris.

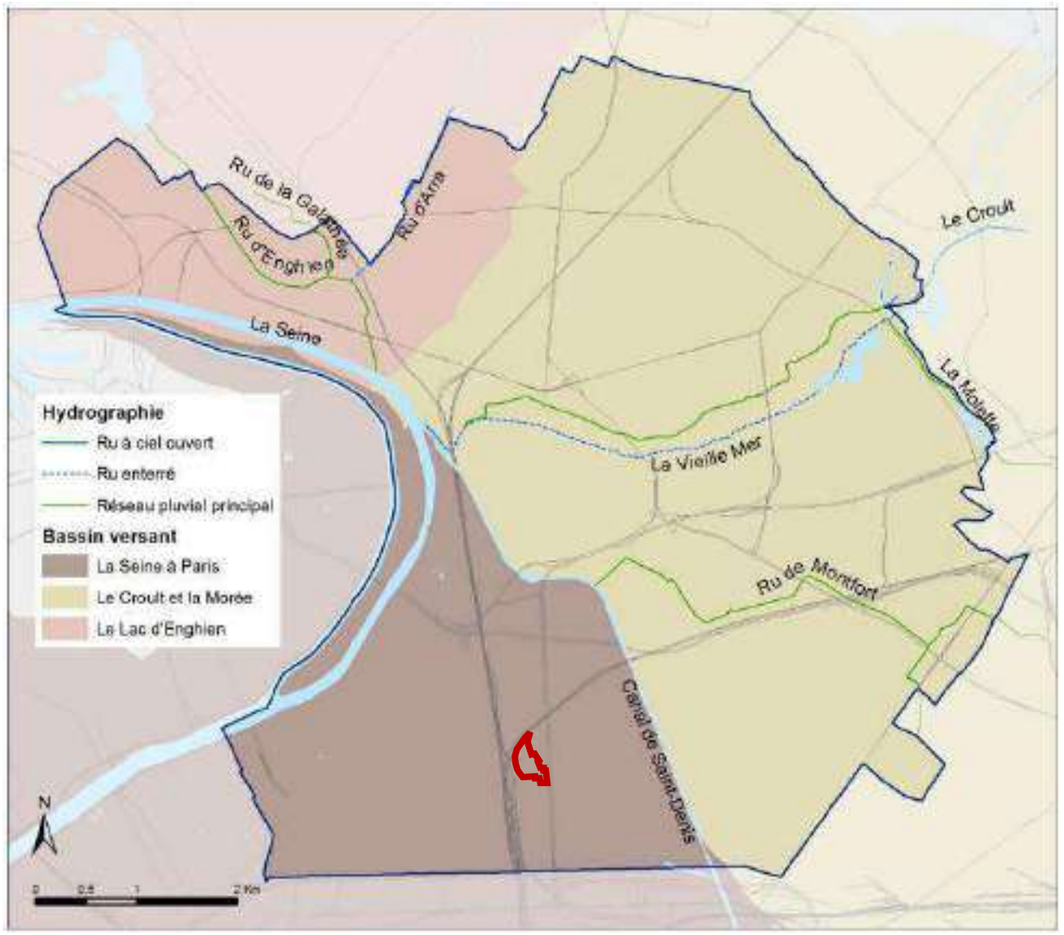


Figure 245 : Réseau hydrographique et bassins versants de Plaine Commune (Département de la Seine-Saint-Denis, IAU-IDF, BD Carthage et IGN TOPO

En termes d'occupation du sol à l'échelle du SAGE, ces bassins versants sont très fortement imperméabilisés, les cours d'eau ont été très modifiés au cours du temps (recalibrage, chenalisation, busage), et des bassins de retenue en travers des thalwegs sont présents sur le territoire (avec ouvrage de régulation en entrée et sortie de bassin), ce qui rend le régime hydraulique des cours d'eau du territoire du SAGE très artificiel, et a tendance à accroître les ruissellements et les débits des cours d'eau.

Les enjeux du SAGE sont les suivants :

- Le maintien, la restauration et la reconquête écologique des milieux humides et aquatiques ;
- La redécouverte et la reconnaissance sociale de l'eau ;
- La maîtrise des risques liés à l'eau ;
- La reconquête de la qualité des eaux superficielles (et des nappes d'accompagnement) ;
- La protection de la qualité des eaux souterraines ;
- La sécurisation de l'alimentation en eau potable sur le long terme.

2.13.2.2. Schéma d'assainissement départemental (93)

A l'échelle du département de la Seine-Saint-Denis, les communes sont regroupées sous le Schéma AUDACE (Assainissement Urbain Départemental et Actions Concertées pour l'Eau) de 2014-2023, créé par la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) de Seine-Saint-Denis.

Ce schéma suit les grandes orientations suivantes, en conformité avec le SDAGE et le SAGE :

- Assurer la pérennité du patrimoine départemental d'assainissement
- Lutter contre les inondations
- Maîtriser la qualité des rejets aux milieux aquatiques
- Développer une gestion solidaire de la ressource en eau et renforcer sa présence dans la ville.

Le Département de la Seine-Saint-Denis est un département reconnu sensible au risque inondation à l'échelon national. Il est régulièrement confronté à des phénomènes d'inondations et de ruissellements entraînant des dommages aux biens et aux personnes.

Cette grande occurrence des inondations peut s'expliquer par le caractère pluvieux de la Seine-Saint-Denis mais aussi par la topographie, la nature et l'imperméabilisation des sols, et par sa couverture historique de cours d'eau et de marécages (position à l'aval de la Seine-Saint-Denis et à la confluence de la Seine). Il apparaît essentiel aujourd'hui de favoriser une gestion de l'eau au plus près du lieu où elle précipite, en tenant compte des problématiques de ruissellement des eaux pluviales et de remontée de la nappe.

Ainsi, la politique départementale en matière de gestion des eaux pluviales vise à un aménagement durable du territoire et poursuit les enjeux et objectifs prescrits par le SDAGE et le SAGE. L'ensemble de ces enjeux et objectifs sont ensuite concrétisés à l'échelle locale et intégrés au PLUi.

2.13.2.3. Prescriptions du Plan Local d'Urbanisme sur la gestion des eaux pluviales

L'état initial de l'environnement du règlement du PLUi de Plaine Commune énonce en matière de gestion des eaux pluviales que :

« Il convient désormais de favoriser l'infiltration diffuse des eaux pluviales dans les horizons superficiels des sols, en restaurant leur fonctionnement naturel (limitation de l'imperméabilisation) et en interceptant les ruissellements (noues et plantations), sans pour autant concentrer excessivement les eaux dans des puits d'infiltration, au risque de déstabiliser un sous-sol souvent gypseux. »

D'après le règlement du PLUI, « Tout aménagement entraînant l'occupation d'un terrain, quelle que soit sa taille, rend obligatoire la création d'un ou plusieurs dispositifs de gestion des eaux des pluies dites courantes, c'est-à-dire d'une précipitation au plus égale à 8 millimètres. Ces dispositifs visent à gérer ces eaux in situ, en les évacuant par évaporation, évapotranspiration, ou percolation en 24 heures maximum. Ils sont alimentés et évacués gravitairement. ».

Pour les eaux pluviales polluées dans des bassins versants sensibles (parkings, station de carburant) des séparateurs d'hydrocarbures doivent être mis en place, et pour les sites industriels ayant un risque particulier pour l'entrainement de substances dangereuses, des bassins doivent collecter les eaux et les déverser seulement après leur contrôle.

La voirie ne doit pas être considérée comme exutoire et les dispositifs de gestion des eaux pluviales doivent être dimensionnés sur la base de la pluie locale d'occurrence centennale la plus pénalisante et prendre en compte la totalité des surfaces imperméabilisées, qui doivent pouvoir être vidangés en en moins de 48 heures.

© TERAO 2026

Le rejet des eaux au réseau en cas de pluie exceptionnelle doit suivre le plan de zonage fluvial et ses débits intégré au règlement du PLUi. Le site d'étude est concerné par le zonage « Abattement total de la pluie 8 mm et gestion à la parcelle de la pluie décennale avec rejet à débit limité de 10 l/s/ha ».

2.13.3.Réseau d'assainissement des eaux usées

Aujourd'hui, les territoires du nord de l'EPT Plaine Commune sont majoritairement desservis par des réseaux de type séparatifs alors que les territoires au sud de la Vieille-Mer et dans les centres villes anciens sont principalement unitaires.

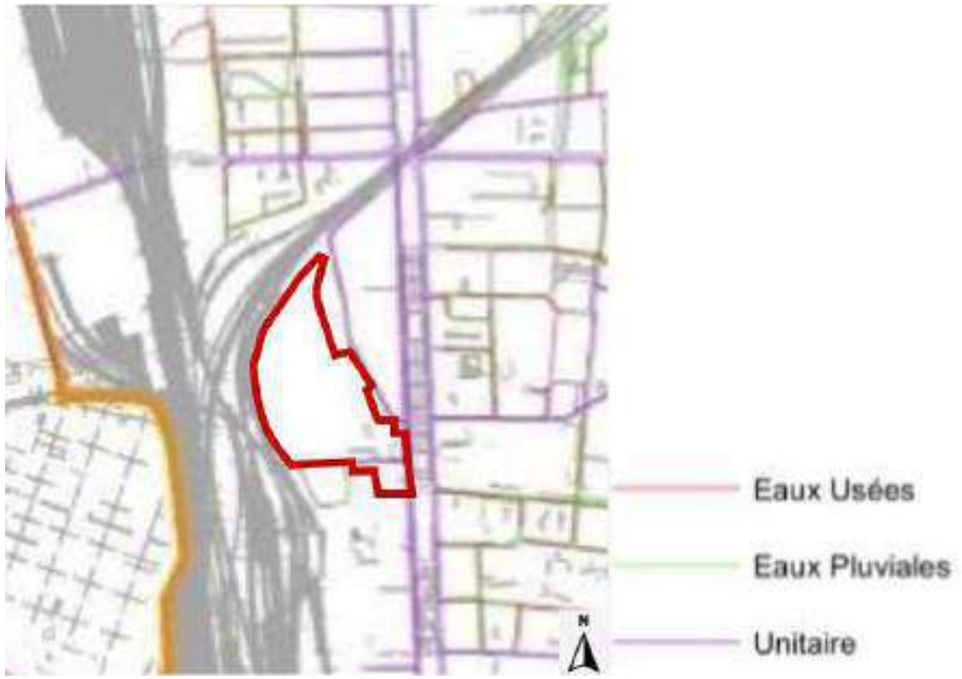


Figure 246 : Principaux réseaux d'assainissement de Plaine Commune autour du site, PLUI de Plaine Commune, Règlement du Zonage d'assainissement et zonage pluvial de Plaine Commune

Autour du site, les réseaux semblent de type unitaire.

En Ile-de-France, le SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne) transporte l'eau utilisée par près de 9 millions de Franciliens pour leurs usages domestiques et industriels ainsi que les eaux pluviales dans les 440 km de son réseau souterrain puis l'épure et la dépollue dans ses 6 usines du SIAAP. L'eau est ensuite rejetée en aval dans la Seine ou la Marne.

Les 2 usines d'épuration traitant les eaux usées du territoire de Plaine Commune sont Seine Aval (Achères - 78), recevant notamment les eaux usées de Saint-Denis, et Seine-Centre (Colombes – 92). L'usine de Seine Aval est située à environ 17 km du site à vol d'oiseau (37 km par la route). Elle traite environ 1,5 millions de mètres cubes d'eau usée par jour, soit 70% des eaux usées de l'agglomération parisienne, et supporte jusqu'à 2,3 Mm^3, pour un débit maximal admissible de 45 m^3/s.

De manière générale, les usines d'épuration du SIAAP disposent d'une réserve de capacité. Leurs rejets sont conformes à la Directive « Eaux Résiduaires Urbaines » et aux arrêtés d'autorisation.

Sur le territoire de Plaine Commune, l'usine de la Briche (Épinay-sur-Seine, à 4 km du site à vol d'oiseau) constitue :

- Un centre de prétraitement qui reçoit une grande partie des eaux usées de la Seine-Saint-Denis et du nord de Paris ;
- Un centre de traitement des sables issus de ce prétraitement et du curage des réseaux d'assainissement, pour les recycler dans le bâtiment et les travaux publics et ainsi valoriser chaque année 25 000 tonnes de sables.

2.13.4.Synthèse et enjeux

THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU	ENJEU
Réseaux d'eau pluvial	Conformément au PLUi, les eaux pluviales et les eaux usées doivent être recueillies de manière séparée. Les eaux pluviales doivent être gérées en infiltration sur la parcelle, en fonction de la capacité des sols, sans générer de ruissellement sur les propriétés voisines sauf en cas d'impossibilité technique justifiée.	Modéré
Réseaux d'eau usée	Les stations d'épuration disposent d'une réserve de capacité	Faible

2.14. Réseau d'énergie et potentiels en énergie renouvelables (ENR) mobilisables

Cette section permet d'identifier les sources actuelles et le potentiel de développement en énergies renouvelables ou de récupération.

2.14.1. Réglementations environnementales

En lien avec l'Accord de Paris visant à contenir le réchauffement climatique à +2°C à l'échelle mondiale voire 1,5°C au cours du siècle présent, la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) a décliné par secteur d'émissions une feuille de route à suivre afin d'atteindre ses objectifs de -40% des émissions en 2030, de neutralité carbone en 2050, de diminution des consommations énergétiques de 40% à 2050 et de décarbonation totale à 2050 de la production énergétique. Pour le bâtiment, on notera la promotion de la Règlementation Environnementale de 2020 (RE 2020) applicable depuis le 1er janvier 2022 pour les permis de construire concernés par la construction neuve dont les objectifs généraux sont les suivants :

1. Donner la priorité à la sobriété énergétique
2. Décarbonation de l'énergie consommée et recours aux énergies renouvelables (ENR)
3. Diminuer l'impact carbone de la construction des bâtiments
4. Garantir la fraîcheur en cas de forte chaleur

La RE 2020 intègre notamment 2 nouveaux indicateurs :

- Ic,énergie : Nouvel indicateur mesurant les émissions de carbone équivalentes conventionnelles en exploitation
- CEP,nr : Nouvel indicateur complémentaire du Cep permettant de limiter la consommation d'énergie non renouvelable

Plus largement, au-delà de l'intégration de nouveaux indicateurs et de voir les objectifs se renforcer, l'évolution réglementaire majeure consiste à mesurer la performance environnementale du bâtiment (des matériaux de construction et des énergies consommées en phase chantier et tout le long de la vie du bâtiment lors de son exploitation). Cette évaluation est réalisée par une Analyse Cycle de Vie (ACV).

2.14.2. Documents cadres sur l'énergie

L'état des lieux des installations ENR sur le territoire est issu du diagnostic énergétique intégré au Plan Climat-Air-Energie Territorial adopté par le Conseil Territorial du 25 février 2020.

Sur le territoire de Plaine Commune, le secteur résidentiel est le principal consommateur d'énergie, consommant pour moitié du gaz de ville (1 225 073 MWh), complétée notamment par l'électricité (709 960 MWh).

La consommation du secteur tertiaire est estimée à 1 334 814 MWh d'énergie, majoritairement sous forme d'électricité. Le poids du secteur tertiaire dans les consommations énergétiques du territoire est en augmentation.

Le second secteur le plus consommateur d'énergie est le transport, dominé par le transport routier qui représente près de 99% de l'énergie consommée. A Plaine Commune, en 2008, le déplacement des personnes consomme plus d'énergie que le transport de marchandise (1 966 195 MWh contre 716 164 MWh).

Combinés, le secteur des transports et des bâtiments sont les principaux contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre du territoire et les principaux consommateurs d'énergie : ils représentent 80% des émissions de GES et 92% de la consommation d'énergie finale.

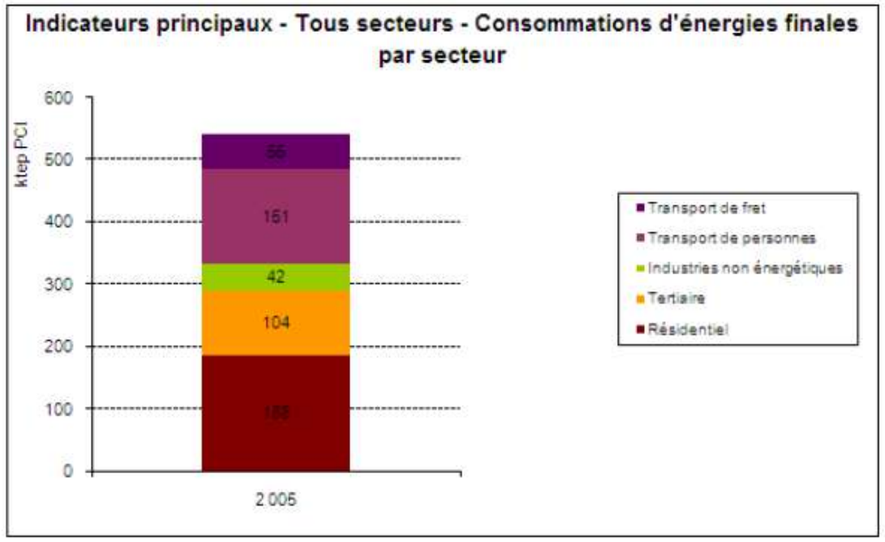


Figure 247 : Consommations d'énergies finales par secteur sur le territoire de Plaine Commune, Bilan Energie et Bilan Carbone® du territoire de Plaine Commune, septembre 2008

En 2014, la production d'énergie de source renouvelable ou de récupération à Plaine Commune a été de 1 396 196 MWh. Cette production est assurée par :

- L'usine d'incinération des ordures ménagères de Saint-Ouen, produisant à elle seule 89% de l'énergie d'origine renouvelable ou de récupération
- 85 centrales solaires photovoltaïques installées sur les 9 villes produisant environ 600 MWh
- La géothermie : 3 doublets géothermiques raccordés au réseau de chaleur de La Courneuve et 3 pompes à chaleur (géothermie très basse énergie)
- La biomasse : une chaufferie bois raccordée au réseau de chaleur de Saint-Denis et une chaufferie bois non raccordée
- 27 installations solaires thermiques représentant une surface de 2 500 m² de panneaux.

L'éolien n'est cependant pas représenté sur le territoire, faute de potentiel.

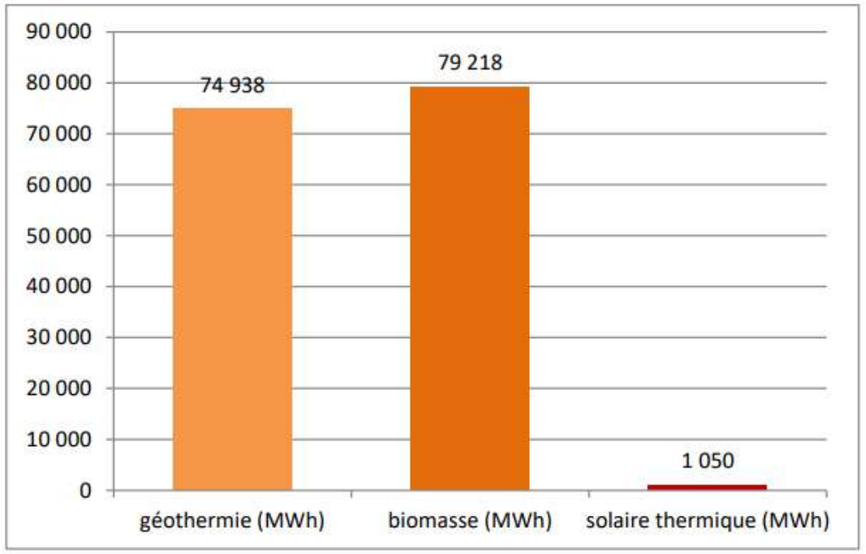


Figure 248 : Production de chaleur d'origine renouvelable ou de récupération en 2014, hors UIOM (source : ROSE)

En 2015, on estime que 2,5% de l'énergie finale consommée sur le territoire de Plaine Commune est produite par des sources renouvelables. C'est cinq fois plus qu'en 2005, ce qui montre une forte évolution, mais l'objectif des 4% pour 2020 du précédent PCAET n'a pas été atteint.

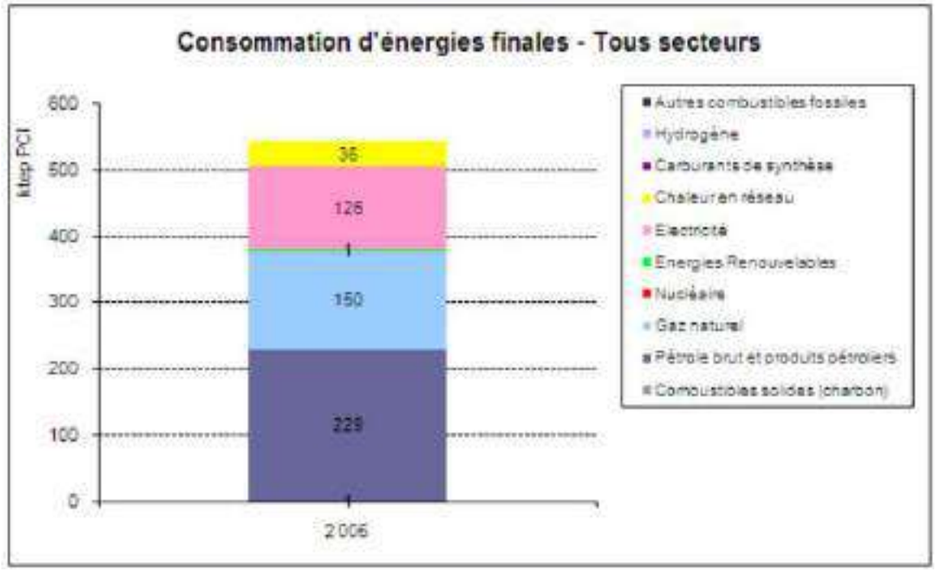


Figure 249 : Consommations d'énergie sur le territoire de Plaine Commune, Bilan Energie et Bilan Carbone® du territoire de Plaine Commune, septembre 2008

Le PCAET de Plaine Commune dans sa partie Stratégie, inscrit ses objectifs principaux avec ceux de la « Résolution d'engagements communs pour la sauvegarde du climat et l'amélioration de la qualité de vie à Plaine Commune », riche de 31 signataires, et élaborée avec les acteurs et les citoyens. Ses objectifs sont les suivants :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) du territoire de 40% d'ici 2030 et 75% d'ici 2050 sur la base des émissions de 2005
- Promouvoir et construire collectivement un nouveau modèle, sobre en énergie, respirable, adapté aux changements climatiques, riche en travail, sensible à la biodiversité en inventant de nouvelles formes de coopération entre collectivités, société civile et entreprises.

La stratégie se décline en 3 temps : des mesures d'urgence à mettre en œuvre dès 2020, et des objectifs à horizon 2030 et horizon 2050.

Elle se compose de plusieurs axes adaptés au territoire :

- AXE 1 : SOBRIETE ET JUSTICE SOCIALE
- AXE 2 : RESILIENCE
- AXE 3 : AIR ET SANTE ENVIRONNEMENTALE
- AXE 4 : TRANSITION ENERGETIQUE ET ECONOMIE CIRCULAIRE
- AXE 5 : TRANSITION COLLABORATIVE ET PARTAGEE.

Un programme de 65 actions concrètes et précises se développe selon ces axes, pour accompagner le territoire dans sa transition en impliquant tous les acteurs et toutes les échelles du territoire.

Pour suivre leur application et les améliorations apportées, un dispositif de suivi-évaluation est également prévu.

Les sous-objectifs chiffrés principaux du territoire sont les suivants :

- Réduire les consommations d'énergie finale de 20 % à l'horizon 2030 et de 40 % à l'horizon 2050, sur la base des consommations de 2005.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % d'ici 2030 et de 75 % d'ici 2050, sur la base des émissions de 2005.
- Atteindre 10 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique du territoire à l'horizon 2030, et 30 % de l'énergie consommée d'origine renouvelable à l'horizon 2050.
- Ramener les concentrations de polluants atmosphériques sous les seuils réglementaires pour la qualité de l'air.

Les objectifs du PCAET soulignent donc une réelle volonté de développer des filières renouvelables, de réduire ses émissions et impacts et de garantir un cadre de vie sûr et sain pour les habitants.

D'après le PCAET, le développement réseaux de chaleur urbain est un enjeu prioritaire et stratégique pour mobiliser les énergies renouvelables et de récupération disponibles sur le territoire.

2.14.1.Solutions d'approvisionnement

2.14.1.1. Réseau d'électricité

La commune de Saint-Denis est desservie par un réseau électrique aérien, comprenant des lignes à 220kV sur la majorité de son territoire et notamment au Sud, et quelques lignes à 52 kV au Nord.

La commune compte plusieurs stations et postes électriques comme les sous-stations de Revest et la Plaine Saint Denis à proximité du site (225 kV), le poste source Ampère dans le quartier de Pleyel (225 kV), le poste électrique Seine (225 kV) vers L'Île-Saint-Denis.

Une partie de ces lignes le long des quais de Seine vont être enterrées et les pylônes les supportant ôtés d'ici à 2024, afin de libérer plus de 80 ha de terrain au service de plusieurs projets d'aménagement sur les communes de Saint-Denis, L'Île-Saint-Denis (93) et Villeneuve-la-Garenne (92). Un nouveau transformateur électrique a été installé rue du Fort de La Briche (225 kV), qui sera relié au poste Seine grâce au nouveau réseau sous-terrain.

La commune compte donc un réseau très élaboré de postes sources, postes distribution et de lignes de tension.

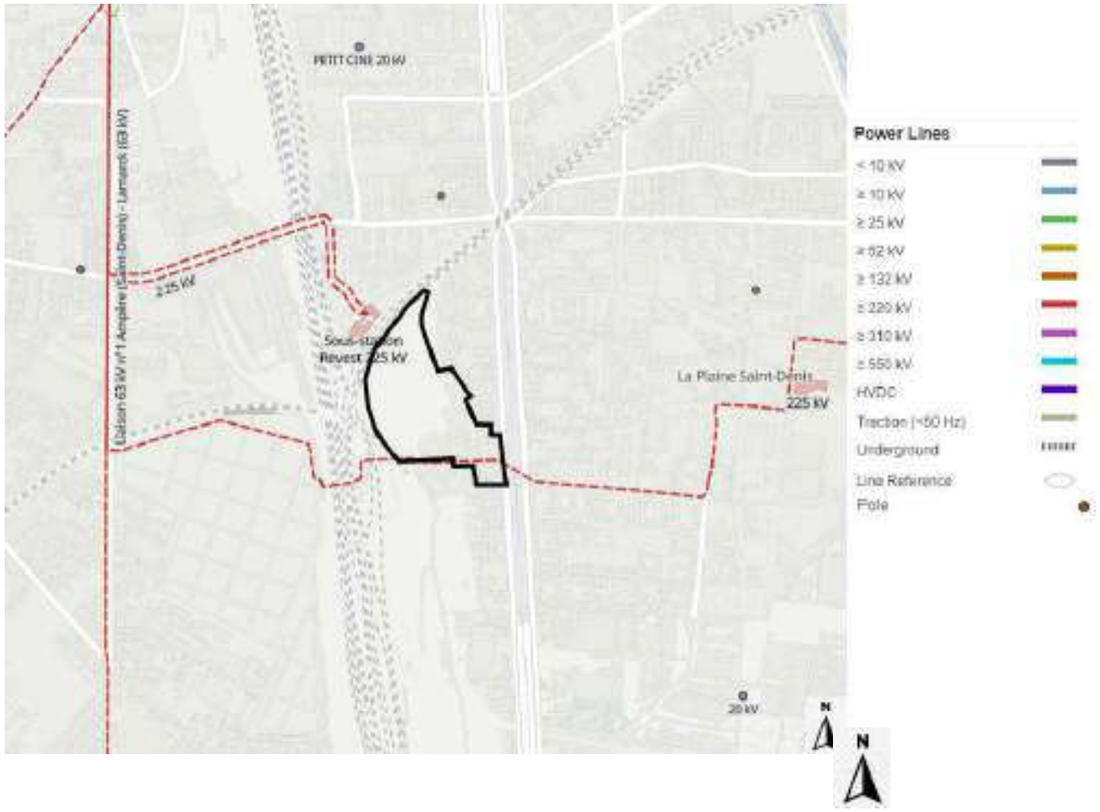


Figure 250 : Carte des réseaux électriques sur la commune de Saint-Denis, OpenInfraMap 2023

2.14.1.2. Réseau de gaz de ville

La commune bénéficie d'un réseau de gaz de ville. La rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux sont approvisionnés en gaz par le réseau sous-terrain. Le site semble donc pouvoir être connecté au réseau de distribution.

Figure 251 : Carte des réseaux de gaz de ville sur la commune de Saint-Denis, Agence ORE, 2023

2.14.1.3. Réseau de chaleur urbain

Plaine Commune gère son propre réseau de chaleur sur son territoire, Plaine Commune Energie.

La société Plaine Commune Énergie est une filiale d'ENGIE Solutions, en charge de la production et de la distribution de chaleur par une délégation de service public confiée par le SMIREC (Syndicat mixte des réseaux d'énergie calorifique, créé en 2013).

Il approvisionne l'équivalent de 61 500 logements (immeubles privés, bureaux, bâtiments municipaux, écoles, gymnases, …). Les 90 km de réseau traversent cinq villes.

Cette chaleur provient d'un mix d'énergies :

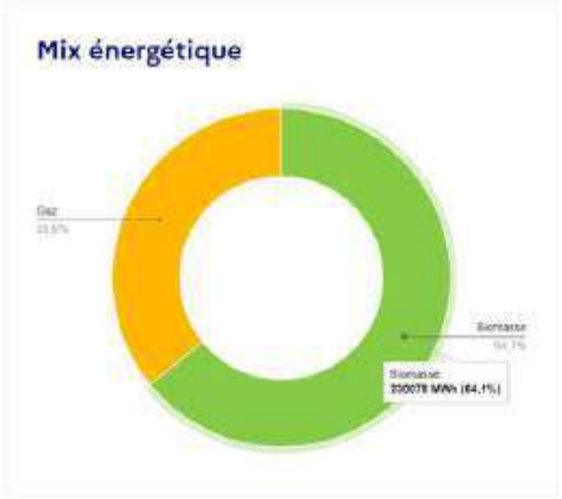


Figure 252 : Sources d'énergie alimentant le réseau de chaleur, France Chaleur Urbaine

Le taux d'énergie renouvelable est donc de 64,1% sur ce réseau.

En 2021, le SMIREC a livré 420 000 MWh à ses abonnés, ce qui a permis d'éviter l'émissions de 67 000 tonnes de CO_2.

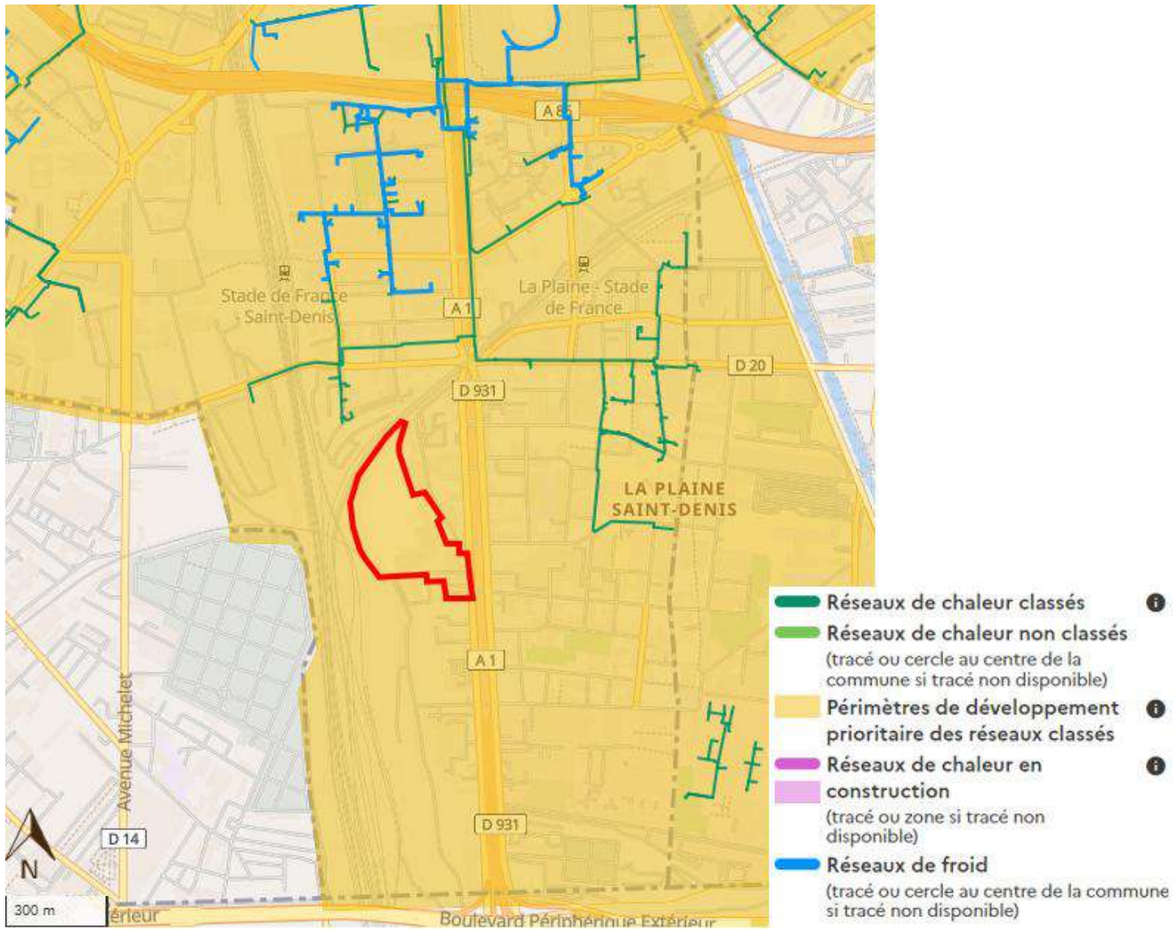


Figure 253 : Réseaux de chaleur et de froid aux alentours du site (source France Chaleur Urbaine)

Les actions 36 à 39 du PCAET se concentrent d'ailleurs sur l'extension du réseau de chaleur, la création d'un réseau de froid et leur approvisionnement en énergie renouvelable.

Créer un réseau de froid permettra d'anticiper les futurs besoins en climatisation et de proposer une solution pérenne aux habitants.

Plaine Commune s'est fixé des objectifs ambitieux pour le réseau de chaleur :

- Le raccordement de 26 600 nouveaux logements ou bureaux
- Une part d'énergie renouvelable de 50% minimum pour les réseaux de chaleur et de froid
- L'optimisation du stockage dans le réseau
  Le développement des réseaux de production et de distribution de chaud/froid sur les nouveaux quartiers
- L'expérimentation de la récupération de chaleur fatale des datas centers en construction à proximité des réseaux.

© TERAO 2026

Le site d'étude se trouve à proximité du réseau de chaleur Plaine Commune Energie et du réseau de froid, dont une branche s'arrête au nord du site, qui n'y est pas raccordé à l'heure actuelle. Toutefois, dans le cadre de l'extension du réseau de chaleur urbain et le raccordement des nouveaux projets, le site pourrait être raccordé au réseau de chaleur, mais le réseau de froid est trop éloigné.

2.14.1.4. Gisements de chaleur fatale

La chaleur fatale désigne la chaleur résiduelle issue d'un procédé dont l'objectif principal n'est pas la production de cette chaleur. Il convient donc de la valoriser au maximum. Sans stratégie de récupération, il s'agira donc d'énergie perdue. L'objectif est de récupérer la chaleur produite par toute installation dégageant d'importantes quantités de chaleur. Il est possible de raccorder cette installation aux réseaux de chaleur qui permettent de la valoriser. La chaleur fatale est considérée comme une énergie n'émettant pas de CO2, dans la mesure où il s'agit de valoriser une ressource qui est de toute façon produite et rejetée.

Parmi ces sources d'énergie fatale, on retrouve la chaleur issue de la combustion des déchets dans les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), la chaleur issue de groupes de production de froid des datacenters, la chaleur issue des eaux usées et des eaux grises ainsi que la chaleur issue des procédés industriels et de la cogénération lorsque cette dernière a pour but premier de produire de l'électricité.

Depuis le 21 juin 2024, le réseau de chaleur de Saint-Denis est raccordé avec le datacenter Equinix (ZAC Plaine Saulnier Saint-Denis). La chaleur fatale du data center est récupérée pour fournir chauffage et eau chaude sanitaire, à plus de 75% d'énergie renouvelable, au Centre Aquatique Olympique de Saint-Denis et à la ZAC de la Plaine Saulnier.

Le datacenter le plus proche est à plus de 600 mètres (Interxion PAR5). Les potentialités sont donc trop éloignées du site d'étude. En revanche la récupération de chaleur sur eau grise pourra être étudiée au sein des constructions.

2.14.1.5. Bois-énergie

Le bois énergie consiste à exploiter le potentiel énergétique de la ressource en bois pour produire de la chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire) ou, plus rarement, de l'électricité.

Le bois-énergie est actuellement exploité sur le territoire de Plaine Commune grâce à 1 chaufferie bois raccordée et une chaufferie bois non raccordée, permettant de produire respectivement 77 et 5 GWh par an (2014). Cependant, la part de cette énergie est encore faible par rapport à l'énergie finale consommée.

Dans le cadre de son PCAET, Plaine Commune envisage la création d'une nouvelle chaufferie bois comme piste d'action pour l'augmentation de la production d'énergie renouvelable.

Le bois-énergie représente actuellement la principale source d'énergie renouvelable pour le réseau de chaleur de Plaine Commune.

L'objectif de la Métropole est de poursuivre le développement de la filière bois-énergie dans le cadre du déploiement de son réseau de chaleur.

Cependant, à l'échelle du projet des Cathédrales du Rail, le contexte urbain de l'opération, la nécessité d'un local de stockage et d'une chaufferie dédiée (actuellement non prévus sur le site), renforcés par la pollution de l'air locale consécutive à la combustion du bois dans une zone à la qualité de l'air considérée comme moyenne, ne sont pas favorables à l'implémentation de cette ressource sur le site.

La filière bois-énergie est assez développée actuellement et tend à être renforcée d'ici 2050 à l'échelle du territoire de Plaine Commune, mais ne semble pas intéressante à l'échelle du projet.

2.14.1.6. Potentiel géothermique

Il s'agit d'exploiter la chaleur du sous-sol et des aquifères qui s'y trouvent. Quatre grands types de gisements sont définis selon les températures :

- La géothermie très basse énergie (T<30°C, profondeur de nappe inférieure à 100m) peut assurer le chauffage, la production d'ECS et le rafraîchissement des bâtiments via des pompes à chaleur, tuyaux enterrés ou sondes sèches ;
- La géothermie basse énergie (30°C<T<90°C, profondeur de nappe entre 1 500 et 2 500 m) en exploitation directe de la chaleur sur des réseaux de chauffage urbain ou des usages spécifiques (industrie, thermalisme, etc.) ;
- La géothermie moyenne énergie (90°C<T<150°C, eau chaude ou vapeur humide) pour des usages industriels ou pour la production d'électricité ;
- La géothermie haute énergie (T>150°C, vapeur sèche ou humide) pour la production d'électricité.

La région est caractérisée par des nombreux aquifères sur lesquels peut s'appuyer le développement de la géothermie, et notamment la nappe du Dogger, entre 1 500 et 2 000m de profondeur, offrant des températures entre 57 et 85°C. Cette ressource peut être valorisée massivement par des pompes à chaleur ou au sein des réseaux de chaleur.

Actuellement, Plaine Commune compte une centrale géothermique dans le quartier Pleyel capable d'alimenter 600 000 m² de bâtiments et avec 24.4 MW chaud et 14.2 MW froid de puissance souscrite, et une autre centrale est en travaux dans le quartier de Franc-Moisin (Centrale du Fort de l'Est), qui devrait alimenter 7 500 logements.

Les ressources géothermiques du territoire se limitent à la géothermie Très basse Energie particulièrement adaptée pour des projets neufs (basse température).

Sur l'aire d'étude rapprochée, le potentiel géothermique est moyen à fort, pour autant le raccordement au RCU semble plus avantageux pour le projet.

2.14.1.7. Potentiel solaire

D'après les données de Météo France, la durée d'ensoleillement moyenne à Saint-Denis est d'environ 2 186 heures par an.

Le Syndicat mixte des réseaux d'énergie calorifiques (Smirec) souhaite étendre sa production de photovoltaïque, et a donc créé une installation de 200 m² de panneaux solaires sur le toit de la chaufferie place Paul-Verlaine à La Courneuve. La production annuelle projetée est fixée à 38 MWh.

La société coopérative Plaine Energie Citoyenne souhaite également installer entre 5 et 10 installations photovoltaïques en toiture entre 2021 et 2024 sur l'ensemble de la Plaine Commune, pour produire 1 000 MWh/an.

D'après les données de SOLARGIS, le potentiel énergétique moyen à Saint-Denis est de 1 022 à 1 168 kwh/m²/an, soit une irradiation moyenne (l'irradiation solaire moyenne en France varie de 1 100kWh/m²/an dans la moitié Nord à près de 1 700 kWh/m²/an dans le Sud).

La production d'énergie solaire reste donc limitée pour subvenir aux besoins de chauffage ou d'électricité, sans mise en place d'une énergie complémentaire.

2.14.1.8. Potentiel éolien

Figure 254 : cartographie des zones favorable au développement éolien au lien, DRIEAT Ile-de-France en 2023

Actuellement, la région Ile-de-France compte seulement 50 éoliennes.

En Seine-Saint-Denis, 3 éoliennes ont été installées dans la maison d'accueil de Bobigny en 2004, d'une puissance de 6 kW chacune).

La ressource n'est donc que très peu développée sur le territoire du fait de son caractère très urbanisé et de son potentiel éolien faible.

A roue, la fréquence et la vitesse du vent sont assez faibles. Sur une année la région compte quarante à cinquante jours avec des rafales supérieures à 50 km/h), et le vent est majoritairement de secteur ouest/sud-ouest.

Les mois les plus venteux de l'année sont les mois de décembre, janvier et février avec une moyenne de 3,93 m/s. Les mois présentant les vents les plus faibles sont aout et septembre avec une moyenne de 3,05 m/s. La vitesse moyenne du vent varie peu.

La production éolienne s'effectue aujourd'hui en très grande majorité au moyen du grand éolien, c'est-à-dire à l'aide de mâts de 120 m de hauteur et d'une puissance d'environ 2 à 3 MW. Selon le Schéma Régional Eolien (inclus dans le SRCAE d'Ile-de-France) le territoire de la Métropole du Grand Paris est peu favorable à l'implantation de grandes éoliennes.

Bien qu'il n'y ait pas d'études sur le gisement local, ces données semblent conduire à des potentiels de production limités pour les solutions de petit mat. Le site ne parait pas adapté à l'implantation de sources de production énergétique à base d'énergie éolienne.

2.14.1.9. Biogaz

Actuellement, le territoire de Plaine Commune ne compte pas de production de biométhane. Les gisements de production de biométhane proviennent généralement :

- Des activités agricoles, à travers les effluents d'élevage et les résidus de cultures sans recours à des cultures dédiées ;
- Les sous-produits des stations d'épuration (actuellement 94 % des boues de la Métropole sont incinérées) ;
- Les déchets des entreprises agro-alimentaires ;
- Les biodéchets issus de la restauration et de la grande distribution.

A l'échelle de la région Ile-de-France, on compte 61 unités de méthanisation en fonctionnement, dont 43 unités agricoles, 9 sur stations d'épuration, 7 unités territoriales, 1 unité industrielle et 1 unité de traitement de la fraction fermentescible d'ordures ménagères.

47 unités injectent du biométhane sur les réseaux de distribution et de transports, 9 unités valorisent le biogaz en cogénération, et seulement 5 unités produisent de la chaleur seule.

Le diagnostic du PCAET fait état d'une volonté de Plaine Commune d' « Accompagner et structurer le développement du GNV et bio-GNV sur le territoire, et la méthanisation associée à la production du bio-GNV ; s'assurer que ce développement crée une activité économique endogène bénéfice aux habitants en proposant une offre financièrement accessible, et n'accentue pas les nuisances sonores et atmosphériques sur le territoire ».

Malgré l'absence d'usine actuelle, le territoire semble donc s'inscrire dans une démarche de développement de la méthanisation.

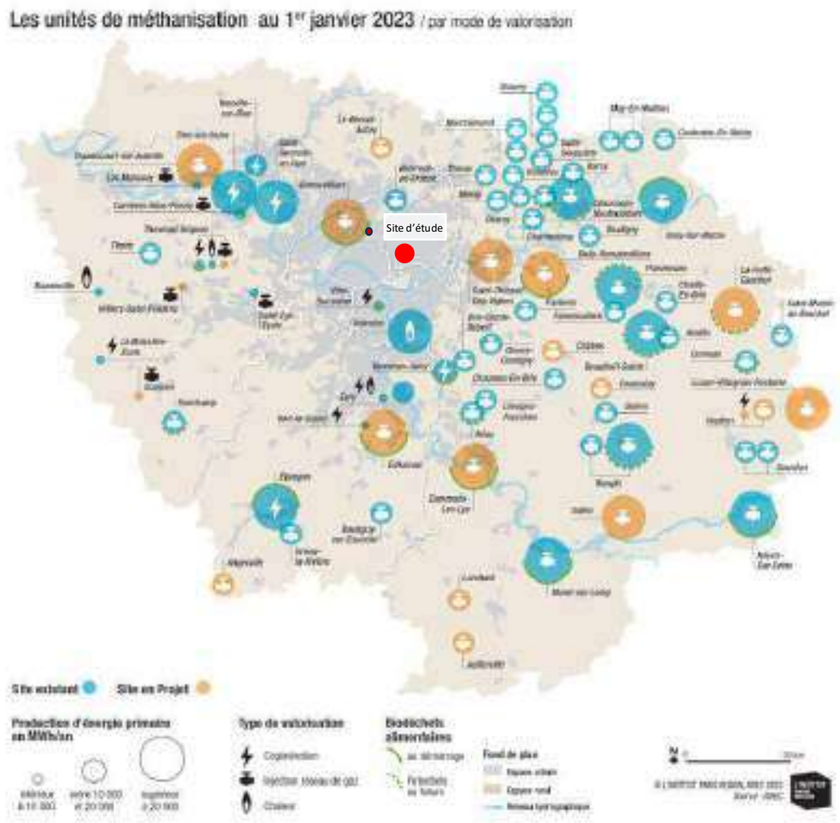


Figure 255 : Cartographie des sites de méthanisation en Ile-De-France, Agence Régionale Energie Climat, Institut Paris Région, 2023

2.14.2.Synthèse et enjeux

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU	ENJEU
Réseaux d'énergie et potentiels en énergie renouvelable	Réseau d'énergie	Le site d'étude se trouve à proximité du réseau de chaleur de Plaine Commune Energie alimenté par un taux d'énergies renouvelables de 64% (bois énergie et récupération de chaleur fatale et vapeur CPCU) et qui fait l'objet d'un projet d'extension. Le raccordement du site à ce réseau de chaleur est donc un enjeu fort.	Fort
	Potentiels en énergies renouvelables	Sur l'aire d'étude rapprochée, le potentiel géothermique est moyen à fort, il est à confirmer par des études de potentiel et de faisabilité, tant technique qu'économique. La production d'énergie solaire sur site pourrait être intéressante et doit être envisagée comme source complémentaire sur le projet. Le site n'est pas adapté à l'implantation de sources de production énergétique à base d'énergie éolienne ni de biomasse.	Faible

2.15. Gestion des déchets

2.15.1.Cadre réglementaire

La Loi NOTRe (7 août 2015) a confié la compétence de planification de la prévention et de la gestion des déchets aux Régions. Le Plan régional de prévention et de gestion des déchets en Ile-de-France (PRPGD), approuvé le 21 novembre 2019, est une stratégie régionale et concertée à l'échelle régionale.

Il se substitue aux trois types de plans préexistants : le plan départemental de prévention et de gestion des déchets non dangereux, le plan départemental de prévention et de gestion des déchets issus de chantiers du bâtiment et des travaux publics et le plan régional de prévention et de gestion des déchets dangereux.

Ce PRPGD est organisé de la manière suivante :

- Un état des lieux de la prévention et de la gestion des déchets ;
- Une prospective à termes de six ans et de douze ans de l'évolution tendancielle des quantités de déchets produits ;
- Des objectifs en matière de prévention, de recyclage et de valorisation des déchets ;
- Une planification de la prévention et de la gestion des déchets à termes de six ans (2025) et douze ans (2031), qui recense les actions prévues et identifie les actions à prévoir par les différents acteurs concernés pour atteindre les objectifs de prévention et de gestion des déchets ;
- Un plan d'action en faveur de l'économie circulaire ;
- Au sein de ce Plan, un cadre d'élaboration et une vision régionale, des planifications spécifiques à la prévention et à la gestion de certains flux sont inclues (biodéchets, déchets du BTP), ainsi que des analyses et prospectives du parc d'installations, un plan d'action pour l'économie circulaire et un état initial de l'environnement.

La hiérarchie des modes de traitement des déchets reste en vigueur, à savoir privilégier dans l'ordre :

1. Le réemploi et la réutilisation ;
2. Le recyclage ;
3. Toute autre valorisation, notamment la valorisation énergétique ;
4. L'élimination.

10 objectifs sont intégrés à ce plan à plusieurs échéances. Ci-contre les principaux objectifs :

- Réduire
  - Réduire de 50% le gaspillage alimentaire en 2025 (par rapport en 2013)
  - Réduire de 15% des quantités de Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) en 2030 (par rapport en 2010)
  - Réduire de 15% les quantités de déchets inertes issus des chantiers en 2025
  - Déployer la pratique du compostage de proximité
- Réemployer et réparer
  - Doubler l'offre de réemploi, réutilisation et réparation en 2031
  - Déployer de la consigne pour réemploi
  - Doubler la collecte des textiles d'ici 2031
- Trier, recycler et valoriser
  - 100% des territoires engagés une étude de faisabilité de la tarification incitative en 2025
  - Généraliser le tri à la source des biodéchets fin 2023
  - Augmenter l'intégration de granulats recyclés dans le béton de construction de +50 % en 2025 par rapport à 2015

2.15.2.Gestion des déchets sur le territoire de Plaine Commune

2.15.2.1. Production annuelle de déchets sur le territoire

Flux	Production (t.) 2013	2017	2018	Variation 2017/2018	Ratios (kg/hab.) Plaine Co. 2018	France
Ordures ménagères résiduelles	142 654	148 013	151 999	2,69 %	347,6	288
Emballages et papiers	5 493	5 368	5 531	3,04 %	12,7	48
Verre	2 703	2 852	3 033	6,33 %	6,9	29
Encombrants	7 057	10 351	10 377	0,25 %	23,7	12
Cartons	-	727	850	17,62 %	-	
Déchetterie	32 285	44 548	36 149	– 18,85 %	82,7	195
Ensemble	190 192	211 860	207 945	– 1,85 %	474	572

Figure 256 : Évolution de la collecte des ordures ménagères et assimilées (PLUi Plaine Commune, Etat initial de l'Environnement, 2020)

De plus :

- Les encombrants sont collectés en porte à porte deux fois par mois, amenés aux centres de transfert de Saint-Denis puis redirigés vers les bonnes filières ;
- Les textiles sont collectés en apport volontaire au moyen de 117 bornes ;
- Les déchets ménagers spéciaux sont collectés par apport volontaire dans les 3 déchetteries, et en outre à Saint-Ouen-sur-Seine par collecte mensuelle dans 3 points d'apport ;
- Les déchets d'équipements électriques et électroniques sont collectés par apport volontaire, notamment dans les déchetteries ;
- Les commerçants bénéficient d'une collecte spécifique pour les cartons.

Par ailleurs, Plaine Commune mène une démarche de valorisation des déchets de la construction.

2.15.3.Economie circulaire

Dès 2017, Plaine Commune a fait le choix de lancer un ambitieux projet dit de « Métabolisme urbain ». Son objectif est d'expérimenter une démarche d'économie circulaire sur les chantiers, afin de prouver qu'un développement urbain dense est compatible avec une gestion raisonnée des ressources, en capitalisant sur sa « mine urbaine » pour se renouveler et se construire, et en favorisant le déploiement de nouvelles filières de valorisation des matériaux du BTP.

Cette expérimentation a donné corps à la réalisation de la Charte d'économie circulaire de Plaine Commune. Elle prévoit :

- Intégrer l'enjeu de l'économie circulaire dans l'ensemble des projets :
  - mener des actions simultanément sur les chantiers de démolition et de rénovation – afin de s'assurer de la qualité du gisement des matériaux récupérés ;
  - mener des actions sur ceux liés aux constructions neuves - afin de créer des débouchés aux matériaux récupérés

- S'outiller / s'appuyer sur les outils mis en place par la collectivité et ses partenaires pour s'assurer du déploiement de la démarche :
  - Les formations et retours d'expérience afin de s'assurer de la montée en compétences des équipes ;
  - Les outils numériques pour « changer d'échelle » ; parmi les outils numériques, on trouve :

© TERAO 2026

- Des « catalogues de matériaux » listant les gisements issus des chantiers de démolitions / réhabilitations : *https://transfert.plainecommune.fr/index.php/s/ f9pcpeyNFadTsmr*
- Un annuaire d'acteurs proposant des matériaux issus du réemploi / réutilisation / recyclage : *https://transfert.plainecommune.fr/index.php/s/ liP07CfmE7APd6Y*
- Une liste des plateformes physiques proposant des matériaux de réemploi ; et des centrales à béton proposant des granulats recyclés : *https://transfert. plainecommune.fr/index.php/s/PBF21xERy2IyN8L*

o La mise à disposition de fonciers vacants pour permettre l'implantation d'activités « économie circulaire » sur le territoire.

- Mettre en place un suivi régulier des actions menées

Plaine Commune s'engage à faciliter la mise en œuvre de cette charte de manière opérationnelle en :

- apportant aux partenaires son appui technique dès que nécessaire ;
- déployant des actions permettant à l'ensemble des maîtres d'ouvrage de s'acculturer sur le sujet de l'économie circulaire (réunions de sensibilisation, organisation de retours d'expérience, de visites de sites…) ;
- appuyant le déploiement de filières locales de ré-emploi / réutilisation / recyclage ;
- simplifiant la rencontre entre l'offre et la demande de matériaux issus du réemploi, de la réutilisation et du recyclage.
  Notamment par le biais d'outils outils numériques qui permettent de rendre visibles les gisements disponibles sur le territoire, ainsi que les besoins en matériaux.

Plaine Commune fixe les objectifs suivants pour les constructions neuves :

- dédier 1% du montant des constructions / rénovations à l'achat de produits issus du réemploi ou de la réutilisation ;
- généraliser le recours à du béton de construction incorporant à minima 5% de matériaux recyclés ;
- étudier systématiquement la possibilité de recourir aux éco- matériaux notamment issus des terres du Grand Paris Express

2.15.3.1. Stockage et collecte des déchets

Plaine Commune a la charge de la collecte et du traitement des déchets ménagers. Le traitement est conféré au SITOM93, qui a lui-même délégué cette compétence au SYCTOM. Plaine commune a les pleines compétences concernant la collecte et le traitement des déchets dangereux des ménages et le traitement des déchets collectés dans les déchetteries communautaires.

La collecte est réalisée en porte à porte ou en point d'apport volontaire selon les secteurs et les flux de déchets. On estime qu'en 2018, environ 10% des logements sont concernés par des points d'apports volontaire intégraux en colonnes enterrées. La collecte se fait selon leur remplissage.

Environ 1 835 logements sont desservis par un système de collecte pneumatique, sur la commune de Saint-Ouen.

Le verre est collecté en apport volontaire en colonnes aérienne dans 5 villes dont Saint-Denis, avec un ratio d'une colonne pour 759 habitants. Dans le reste de Plaine Commune la collecte est effectuée en porte-à-porte à une fréquence adaptée à la morphologie urbaine.

D'après les informations de l'Etat Initial de l'environnement à Plaine Commune de 2020 intégré au PLUi, la collecte s'organise de la manière suivante :

Flux	Secteur concerné	Fréquence
Ordures ménagères résiduelles	Ensemble du territoire, hors secteur d'apport volontaire intégral.	2 à 6 fois par semaine
Emballages et papiers		1 fois toutes les 2 semaines
Verre	Épinay-sur-Seine, La Courneuve, Pierrefitte-sur-Seine et Stains	1 fois toutes les 2 semaines

Tableau 27. Fréquence de collecte en porte à porte (Plaine Commune)

Figure 257 : Fréquence de collecte en porte à porte à Plaine Commune, PLUi Plaine Commune, Etat initial de l'Environnement, 2020

De manière plus spécifique au site d'étude, la ville de Saint-Denis a classé par secteur les fréquences de collecte. Le site se situe en secteur 2 :

- Les emballages et le papier sont ramassés chaque semaine le lundi à partir de 5h
- Les déchets ménagers sont ramassés chaque semaine le lundi, mercredi et vendredi à partir de 5h
- Le verre doit être déposé dans des colonnes spécifiques qui seront vidées en fonction de leur remplissage
- Les encombrants sont ramassés tous les 15 jours, les jeudis à partir de 7h.

Le territoire de Plaine Commune compte 3 déchèteries, à Pierrefitte-sur-Seine, Aubervilliers et Épinay-sur Seine. Le dépôt d'encombrants est gratuit pour les particuliers sur présentation de la carte d'accès, et payant pour les artisans, commerçants et entrepreneurs qui doivent s'inscrire sur place.

Le dépôt d'encombrants est gratuit pour les particuliers mais payant pour les artisans, les commerçants et les entreprises. Pour accéder à l'une des trois déchèteries, vous devrez vous munir :

La déchetterie la plus proche du site est celle d'Aubervilliers, située au 22 rue des Bergeries, au Nord-Ouest du site, sur la commune limitrophe, après le canal Saint-Denis. Le site est à environ 10 minutes de voiture (2,7 km) de la déchetterie. Les deux autres déchetteries sont au Nord, à environ 18 min (5 km) et 25 min (5,8 km) en voiture du site.

En complément de la collecte des déchets, Saint-Denis favorise la gestion des biodéchets par les particuliers in-situ en soutenant les citoyens qui souhaitent mettre en place une solution de compostage. Il leur est proposé de suivre une formation gratuite, et de bénéficier gratuitement du matériel nécessaire :

- Composteur(s) en polypropylène 100% recyclé et recyclable avec couvercle d'un volume de 400 litres pour les habitants de maison
- Lombricomposteur pour les habitants d'appartements.

Un accompagnement est également possible pour installer des composteurs partagés entre voisins ou dans les groupes scolaires.

Le site fait donc partie d'un périmètre de collecte des déchets en porte à porte pour les ordures ménagères, papiers et emballages ainsi qu'en borne d'apport volontaire pour le verre.

2.15.3.2. Traitement des déchets

A Saint-Denis, le syndicat mixte central de traitement des ordures ménagères (SYCTOM) est en charge du traitement et de la valorisation des déchets ainsi que les opérations de transport, de tri ou de stockage qui s'y rattachent.

Le SYCTOM déverse les déchets à différents centres :

- L'Etoile verte, l'usine d'incinération et de valorisation énergétique des déchets à Saint-Ouen-sur-Seine pour les ordures ménagères, traitant 7 000 tonnes de déchets par jour. La combustion des déchets permet de produire de l'électricité et de la vapeur qui alimentent le réseau de chauffage urbain de la CPCU, chauffant l'équivalent de 108 500 logements et permettant l'autosuffisance du centre en électricité. Les déchets peuvent également être compostés ou méthanisés.
- Le centre de tri extérieur - Blanc-Mesnil (PAPREC) pour les emballages et les papiers, traitant 300 000 tonnes de déchets par an, parmi lesquels 155 000 tonnes sont recyclées et 60 000 tonnes valorisées
- Le centre de transfert extérieur - Noisy-le-Sec (MOULINOT) pour les biodéchets
- Le centre de transfert extérieur de Pantin pour le verre, puis chez le verrier. Une fois trié pour retirer les indésirables, il est lavé, broyé puis fondu à 1 500°C et recyclé sur place.

Les textiles ont également une seconde vie après leur collecte grâce aux entités de l'économie sociale et solidaire : soit ils sont revendus ou exportés, soit réutilisés pour de la décoration, soit recyclés par exemple en isolant pour le logement, soit valorisés par incinération.

Les pneus récupérés sont remis à neuf, vendu en occasion ou transformé pour obtention de nouvelles matières.

Les meubles sont également récupérés, ils sont broyés et réutilisés pour la fabrication d'autres objets, soit valorisés énergétiquement par incinération.

Une collecte des biodéchets est en phase d'expérimentation sur le territoire.

2.15.3.3. Démarche de réduction des déchets

La réduction des déchets ne présente pas un enjeu significatif à Plaine Commune, d'après le Bilan des enjeux du territoire concernant la santé des populations intégré à l'Etat initial de l'environnement du PLUi de Plaine Commune approuvé le 25 février 2020.

2.15.4.Synthèse et enjeux

THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU	ENJEU
Déchets ménagers	Le site s'insère dans un périmètre de collecte des déchets régulière.	Faible
Economie circulaire	Plaine Commune dispose d'une Charte avec des objectifs en matière de méthodologie de travail et de résultats	Fort

2.16. Synthèse des principaux enjeux du site et de leur hiérarchisation

THEME	SOUS-THEME	DESCRIPTION DE L'ENJEU		ENJEU
Climat	Climatologie	La commune est soumise à un climat océanique marqué par des températures douces en moyenne, avec quelques périodes de sécheresse, et des pluies dont la fréquence globalement élevée varie fortement selon les mois de l'année. Les vents dominants proviennent du sud-ouest. Les enjeux climatiques majeurs concernent donc la gestion des périodes de forte pluie ainsi que les quelques périodes de sécheresse.		Faible
	Projections et adaptation au changement climatique	La commune de Saint-Denis est concernée par le changement climatique dans le sens où les températures sont susceptibles d'augmenter tout comme la fréquence des périodes de sécheresse hydrologique et de canicule.		Modéré
	Ilot de chaleur urbain	La commune de Saint-Denis est concernée par le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) et le sera davantage dans le futur avec l'augmentation générale des températures et la diminution des précipitations moyennes, spécifiquement en été. Au niveau de la zone d'étude insérée dans un contexte urbain dense, l'enjeu de maîtrise d'ICU peut être considéré comme fort.		Fort
Milieu physique	Contexte géologique	Les couches géologiques au droit du site des Cathédrales du rail ont des propriétés mécaniques très hétérogènes, avec des compacités très faibles dans les remblais et très fortes ailleurs. Les sols sont peu perméables (valeurs de 1,7.10-6 m/s à 6,50.10-6 m/s). Les sols sont assez fins et peu plastiques, sensibles aux variations hydriques. Ils sont d'agressivité chimique faible à modérée vis-à-vis du béton, et paraissent aptes au traitement à la chaux, bien qu'un risque de formation d'ettringite doive être pris en compte. Le site d'étude présentant des sols anthropisés artificialisés, et aucune zone humide n'a été caractérisée par l'étude pédologique et floristique du bureau d'études d'écologues BIOCOR.		Modéré
	Contexte topographique	Le site des Cathédrales du rail présente une topographie globalement plane à l'exception d'un talus au sud-ouest du site, ce qui n'implique pas de contraintes particulières vis-à-vis de la réalisation d'un projet d'aménagement.		Nul
	Contexte hydrogéologique	Etude hydrogéologique	Le site surplombe la nappe du Bartonien, localisée au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8m de profondeur. Le suivi piézométrique fait état de niveaux statiques entre 28,5 et 31,5 mNGF entre novembre 2020 et octobre 2023. Le site ne présente donc pas de risque de remontée de nappe ou de contrainte constructive en l'état.	Faible
		Etat quantitatif et chimique de la masse d'eau	Au droit du site de projet, la masse d'eau souterraine a été évaluée de la manière suivante : - état chimique médiocre ; - état quantitatif mauvais.	Modéré
		Usage des eaux	Aucun usage des eaux souterraines n'est recensé à proximité du site d'étude.	Nul
		Vulnérabilité hydrogéologique	Au regard de la faible perméabilité des sols et de la présence d'un aquifère situé entre 6 et 8m de profondeur au droit du site, les eaux souterraines présentent une vulnérabilité modérée face aux activités potentiellement polluantes de surface.	Modéré
	Contexte hydrographique	Contexte hydrographique du site	Le site d'étude ne comporte pas d'éléments hydrographiques et au regard de la localisation de La Seine, celle-ci est peu susceptible d'être impactée par l'activité du site.	Nul
		Qualité des eaux	Les eaux de la Seine sont globalement de bonne qualité.	Nul

		Usages des eaux superficielles	Il n'existe aucun cours d'eau ni plan d'eau sur le site d'étude.	Nul
	Risques naturels	Inondation par crue	Le site d'étude n'est pas soumis à un risque d'inondation par crue, bien que la ville de Saint-Denis soit soumise à un PPRI.	Nul
		Inondation par remontée de nappe	Le site d'étude se trouve dans une zone non soumise aux débordements de nappe ou inondations de cave. Le site surplombe la nappe du Bartonien, localisée au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8m de profondeur.	Faible
		Inondation par ruissellement	Aujourd'hui, la zone d'étude n'est pas exposée au risque d'inondation par ruissellement urbain. Toutefois, les pluies intenses vont être amenées à augmenter à l'avenir du fait du changement climatique, et la destination du site va évoluer faisant du risque ruissellement un enjeu pour le projet	Modéré
		Mouvement de terrain (cavités souterraines, Glissement, chute, coulée, éboulement, érosion, Retrait/gonflement des sols argileux, sismicité)	La commune est concernée par un Plan de prévention prescript concernant les risques cavités souterraines. La carte de sensibilité des sols au retrait/gonflement disponible sur le site de Géorisques indique que le site de projet présente une exposition moyenne au retrait/gonflement des argiles. La majorité des sondages effectués pour identifier d'éventuelles poches de dissolution de gypse montre un bon état de conservation des niveaux gypseux, à l'exception de 4 sondages dont deux localisés au nord de la ZAC (SD102 et SD104) et les deux autres au sud (SD122 et SD125). Les anomalies observées sont situées au toit des Marnes et Caillasses (en partie nord) globalement entre 34,0 et 38,0 NGF de profondeur et à la base des Sables de Beauchamp entre 30,0 et 34,0 NGF de profondeur (en partie sud).	Fort
		Séisme	La commune de Saint-Denis est classée dans sa totalité en zone 1 dite de "sismicité très faible". Ainsi, aucune prescription (ex : règles de construction parasismique) liée à ce risque n'est établi sur le territoire. De plus, d'après les données Géorisques, la commune de Saint-Denis n'est pas soumise à un plan de prévention des risques sismiques et présente un risque sismique très faible.	Faible
		Radon	D'après les données Géorisques, la commune de Saint-Denis est soumise à un risque radon faible.	Faible
Milieu naturel	Zonages réglementaires du patrimoine naturel	Arrêté préfectoral de protection de biotope, Réserves naturelles et réserves biologiques, Réseau Natura 2000, Parcs naturels régionaux	Le projet n'est pas directement concerné par des zonages réglementaires. Le site Natura 2000 « Sites de Seine Saint Denis » (FR1112013, Directive Oiseaux) empiète légèrement sur la partie Est de la commune de Saint Denis. Il se trouve à environ 3,5 km au Nord-Est du site d'étude, qui pourrait donc être légèrement concerné par le réseau Natura 2000.	Faible
	Zonages d'inventaires du patrimoine naturel et autres zonages non réglementaires	Zones Naturelles d'Intérêts Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF), Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), Autres zonages	Le site d'étude est localisé à environ 3 km des ZNIEFF de type 1 et 2 les plus proches. Le site d'étude n'est donc pas concerné par une ZNIEFF.	Nul
	Continuités et fonctionnalités écologiques	Le site n'est donc pas identifié comme un réservoir de biodiversité ou un corridor écologique à l'échelle de la région et n'est pas concerné par les objectifs de préservation et de restauration inscrits au SRCE. A l'échelle du quartier, le site d'étude peut présenter un rôle modéré en termes de refuge et de corridor écologique pour les espèces à forte capacité de déplacement. Le site peut être utilisé par la faune et la flore comme zone de déplacement, de transit mais aussi de nidification et d'alimentation.		Faible

	Relevés faunistiques et floristiques	Habitats naturels	Les pierriers présents sur le site constituent des habitats privilégiés pour les reptiles, et l'état de friche arbustive du site a permis à des mammifères, insectes et espèces végétales de se développer sur le site. Les arbres et arbustes présents sont des habitats peu qualitatifs et n'abritent pas de chiroptères. Les bâtiments ne servent pas non plus de gîte selon le diagnostic. Les enjeux écosystémiques sont donc très localisés, et sont plus liés aux essences et espèces qu'aux habitats, peu qualitatifs.	Faible
		Flore patrimoniale	L'enjeu de conservation de la flore patrimoniale est fort du fait de la présence de Drave des murailles, qui bénéficie d'une protection régionale et se situe sur une zone précise du site. Il y a donc un enjeu de conservation. D'autres plantes comme la Crépide fétide ont un statut de rareté important en région Ile-de-France.	Fort
		Espèces végétales invasives	Il existe un enjeu fort de maîtrise voire d'éradication des espèces invasives, omniprésentes sur le site.	Fort
		Avifaune	3 espèces à enjeu fort ont été identifiées (Faucon crécerelle, Hypolaïs polyglotte et Accenteur mouchet) du fait de leur statut de protection et conservation, ainsi que 2 espèces protégées de passage, 3 espèces protégées en préoccupation mineure nicheuses et 12 autres probablement nicheuses, et une espèce exotique envahissante.	Fort
		Insectes	L'œdipode turquoise et la Mante religieuse ont été détectées sur le site, elles sont protégées en Ile-de-France	Fort
		Amphibiens	Aucun enjeu de conservation lié aux amphibiens n'est constaté sur le site car aucun amphibien n'a été observé.	Nul
		Reptiles	Le lézard des murailles, espèce protégée en France, est présent en très grande quantité sur le site d'étude, les enjeux sont donc forts.	Fort
		Mammifères (hors chiroptères)	La présence de Hérisson d'Europe sur le site d'étude présente un enjeu de conservation faunistique fort car il s'agit d'une espèce protégée à l'échelle nationale.	Fort
		Chiroptères	Des chiroptères de 4 espèces différentes (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et Oreillard roux) ont été repérées sur site et sont des espèces protégées en France, mais elles utilisent uniquement le site comme territoire de chasse : les enjeux sont donc faibles.	Faible
Zone humide			D'après le diagnostic écologique réalisé aucune zone humide n'a été caractérisée sur le site d'étude, ni selon le critère pédologique, ni selon le critère floristique.	Faible
Paysage et patrimoine	Paysage du site des Pépinières		Le paysage est celui d'une friche urbaine. L'écologue a réalisé un repérage des zones à enjeux de préservation du site. Des espèces cibles ont été repérées, bien que la végétation soit majoritairement composée d'espèces invasives envahissantes.	Faible
	Paysage aux abords du site		Le grand paysage est partiellement visible depuis le site, bien que caché par les voies du Charles de Gaulle Express. Les alentours du site sont très bâtis, avec des immeubles de taille moyenne à vocation d'habitats accueillant des commerces et des services, et des équipements publics plus bas comme les groupes scolaires voisins. Des espaces végétalisés et légèrement plantés sont présents le long de l'Avenue du Président Wilson. Le projet devra veiller à s'intégrer en continuité. Au Sud-est, la Place du Front Populaire anime le quartier et occupe une place centrale.	Modéré
	Patrimoine bâti		L'emprise d'étude comporte des monuments historiques, les Cathédrales du Rail, qui doivent être prises en compte.	Fort
	Patrimoine archéologique		À la suite d'une saisine spontanée, la DRAC a indiqué le 11 octobre 2024, que le projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.	Faible

Milieu humain et socio-économique	Population et habitat	Population	Concernant la démographie, le solde migratoire présente un déficit reconnu à Saint-Denis, bien que le solde naturel soit légèrement supérieur à celui du département. La population dionysienne semble vieillir légèrement à travers une augmentation de la part des 60-75 ans et une diminution des 0-29 ans. Concernant la composition des ménages, leur taille diminue continuellement à Saint-Denis (2009-2020) avec notamment une réduction marquée de la part des couples avec enfant(s), plus légère de la proportion de couples sans enfant et une augmentation de la part des célibataires.	Faible
		Habitat	Le parc de logements de Saint-Denis est relativement récent et a tendance à se renouveler par des politiques de renouvellement urbains et de rénovation. Ces nouveaux logements doivent s'adapter à la composition des ménages qui a tendance à diminuer en taille, et également à sa population vieillissante, c'est-à-dire que la programmation immobilière doit tenir compte de profils socio-démographiques des habitants.	Modéré
	Activité économique	Le site d'étude s'insère dans une zone (rayon de 1 km) disposant d'une offre commerciale de proximité complète, accessible à pied comme à vélo.		Nul
	Equipements publics	La commune de Saint-Denis dispose d'une offre d'équipement public diversifiée et complète, accessible facilement et assez rapidement depuis le site d'étude, ainsi qu'une offre scolaire immédiatement disponible pour les futurs habitants.		Nul
	Parcs et jardins publics	La partie Sud de la commune compte peu d'espaces verts publics généreux propices à la qualité de vie et au développement de la biodiversité. Quelques parcs de dimensions modestes sont présents à proximité du site.		Modéré
Accessibilité et déplacements	Déplacement des habitants	Les déplacements s'effectuant majoritairement en transport en commun pour aller au travail dans la commune, faciliter et encourager l'utilisation des transports en commun, les mobilités douces et l'intermodalité sont des enjeux importants dans le secteur d'étude.		Modéré
	Réseau viaire du territoire	Infrastructures viaires	Le site est inséré au cœur d'un réseau viaire développé qui offre de nombreuses possibilités de déplacements automobiles mais qui amène aussi des situations à risque issues par exemple d'une vitesse excessive et d'embouteillages potentiels.	Modéré
		Etude de circulation	L'état actuel de la circulation est satisfaisant de par le volume de trafic aux heures de pointe qui n'implique pas de blocages particuliers et des réserves de capacité des carrefours aux heures de pointe qui ne sont pas saturées, malgré une circulation dense.	Faible
		Etude du stationnement	Actuellement le site ne présente pas de stationnements, les premiers parkings sont présents sur l'avenue du Président Wilson à quelques centaines de mètres.	Modéré
		Véhicules électriques	Le site d'étude s'inscrit dans une zone présentant de plus en plus de bornes de recharge électriques, bien qu'elles ne soient actuellement pas contiguës au site.	Modéré
		Déplacements doux (cheminements piétons et cheminements cyclables)	Le site d'étude étant aujourd'hui clôturé, son ouverture par la création de cheminements piétons et cyclables représente un enjeu important pour les usagers et habitants du quartier.	Fort
			Le site d'étude étant bordé à l'Est par une piste cyclable le long de l'Avenue du Président Wilson, faciliter les déplacements cyclables conformément à l'ambition de Plaine Commune constitue un enjeu important dans le quartier.	Modéré
	Accessibilité en transports en commun existants et projetés	Le site d'étude est positionné dans un secteur privilégié pour se déplacer en transport en commun et par modes doux (marche, vélo, trottinette…) du fait de la présence du métro, de lignes de bus et d'une piste cyclable à proximité immédiate. Des connexions en intermodalité avec la future ligne du Grand Paris Express seront un enjeu important pour le projet, afin de permettre un meilleur accès aux transports en commun.		Modéré

Cadre de vie et santé	Risques anthropiques	Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et sites SEVESO	Le site d'étude est inscrit dans un contexte avec des nombreuses ICPE situées toutefois à plus de 1 km du site, mais sans installation SEVESO.	**Faible**
		Installations nucléaires	Le site est à 14 km environ du CEA (Commissariat de l'Energie Atomique) de Fontenay-aux-Roses, mais ce site est en cours de démantèlement depuis 1999 pour se consacrer uniquement à la recherche et à l'innovation.	**Faible**
		Transport de matières dangereuses	Le site n'est pas traversé par une canalisation de matière dangereuse, bien qu'une conduite passe à 190m à l'Est.	**Nul**
		Recensement des accidents technologiques	Deux accidents technologiques passés concernent le site d'étude : un bombardement durant la guerre et une pollution aux hydrocarbures en 1987.	**Faible**
	Sites et sols pollués	Informations de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée (ex-BASOL)	Le périmètre opérationnel est concerné par un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics (BASOL), et a fait l'objet d'études de sol et de dispositions spécifiques, appliquées pour rendre son usage compatible à son environnement.	Fort
		Anciens sites industriels et activités de service (CASIAS)	Quatre installations potentiellement polluantes sont recensées sur les bases de données CASIAS au droit du site à l'étude. Il se situe dans un périmètre comportant de nombreux sites recensés dans les bases de données CASIAS, car la zone était anciennement très industrialisée.	Fort
		Etude pollution complémentaire	Les nombreux rapports mettent en avant une pollution des sols, des gaz du sol et des eaux souterraines, notamment aux COHV et hydrocarbures, et recommandent des mesures pour restaurer la compatibilité du site avec les usages projetés.	Fort
	Risque amiante	Les cathédrales présentent de l'amiante dans des zones clairement localisées, notamment les dalles, joints de vitres, étanchéités et quelques éléments supplémentaires.		Fort
	Qualité de l'air	L'état actuel de la qualité de l'air, les effets de la pollution atmosphérique sur la population et l'exposition de la population ont une sensibilité considérée comme moyenne (données issues de la bibliographie et de l'étude Air & Santé complémentaire). A l'échelle du projet, on enregistre 2 zones à enjeux très forts et 4 zones à enjeux forts. Deux zones à enjeu sanitaire par ingestion sont recensées (jardins familiaux/partagés), notamment au voisinage du projet.		**Modéré**
	Ambiance sonore	L'ambiance sonore actuelle sur le site d'étude est principalement influencée par le trafic ferroviaire directement à l'Ouest, comme le montrent les cartes de niveaux sonores, les cartes de bruit locales et le classement sonore des voies par le département. Seuls les bâtiments donnant directement sur l'Avenue du Président Wilson sont influencés davantage par le trafic routier. Les niveaux sonores sur le site sont globalement modérés au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)). Hormis pour les bâtiments exposés à l'avenue du président Wilson, les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la période nocturne. Les mesures vibratoires n'indiquent pas d'enjeux majeurs sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles.		**Modéré**

	Environnement lumineux	Le site est situé en zone urbaine à proximité de polarités existantes et axes structurants, dans la métropole du Grand Paris. Ses environs sont donc sujets à des pollutions lumineuses fortes.	Modéré
	Nuisances olfactives	Aucune gêne olfactive ne concerne le site des Cathédrales du Rail.	Nul
	Nuisances électromagnétiques	Le secteur de projet n'est pas surexposé à des nuisances électromagnétiques.	Nul
Réseaux d'eau	Eau pluviale	Conformément au PLUi, les eaux pluviales et les eaux usées doivent être recueillies unitairement. Les eaux pluviales doivent être gérées en infiltration sur la parcelle, en fonction de la capacité des sols, sans générer de ruissellement sur les propriétés voisines sauf en cas d'impossibilité technique justifiée.	Modéré
	Eau usée	Les stations d'épuration disposent d'une réserve de capacité	Faible
Réseaux d'énergie et potentiels en énergie renouvelable	Réseau d'énergie	Le site d'étude se trouve à proximité du réseau de chaleur de Plaine Commune Energie alimenté par un taux d'énergies renouvelables de 64% (bois énergie et récupération de chaleur fatale et vapeur CPCU) et qui fait l'objet d'un projet d'extension. Le raccordement du site à ce réseau de chaleur est donc un enjeu fort.	Fort
	Potentiels en énergies renouvelables	Sur l'aire d'étude rapprochée, le potentiel géothermique est moyen à fort, il est à confirmer par des études de potentiel et de faisabilité, tant technique qu'économique. La production d'énergie solaire sur site pourrait être intéressante et doit être envisagée comme source complémentaire sur le projet. Le site n'est pas adapté à l'implantation de sources de production énergétique à base d'énergie éolienne ni de biomasse.	Faible
Gestion des déchets	Déchets ménagers	Le site s'insère dans un périmètre de collecte des déchets régulière.	Faible
	Economie circulaire	Plaine Commune dispose d'une Charte avec des objectifs en matière de méthodologie de travail et de résultats	Fort

DESCRIPTION, VARIANTES ETUDIEES ET JUSTIFICATION DU PROJET

3. DESCRIPTION, VARIANTES ETUDIEES, JUSTIFICATION DU PROJET ET COMPATIBILITE AVEC LES PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES

3.1. Contexte du projet et ses objectifs

3.1.1. Description

Le projet des Cathédrales du Rail est un projet d'aménagement à dominante culturelle et résidentielle au Sud de la ville de Saint-Denis entre le Chemin des Petits Cailloux, la voie ferrée et la rue du Bailly. Il se situe principalement dans une zone anciennement industrielle en lien avec les activités ferroviaires à proximité, actuellement à l'état de friche.

Deux anciennes halles ferroviaires (inscrites à l'Inventaire Supplémentaire des Monuments Historiques), les cathédrales du rail, sont présentes sur le site et seront conservées. Ce projet s'inscrit dans une démarche de réhabilitation et de mise en valeur de ces monuments historiques, pour en faire un lieu culturel et évènementiel autour de la culture du Street-Art et intégrant un musée du Hip-Hop au cœur d'un quartier du même nom. Ces deux halles faisaient autrefois partie d'une activité ferroviaire liée à la maintenance et à l'entretien des trains.

L'opération de reconversion du site des Cathédrales du Rail est portée par la SAS Cathédrales du Rail composée d'Eiffage Aménagement et d'Aire Nouvelle (EQUANS).

Les Collectivités, l'EPFIF, Eiffage Aménagement et Aire Nouvelle ont affirmé leur ambition d'œuvrer ensemble au développement du projet urbain Cathédrales du rail par la production d'un protocole partenarial de travail qui a été approuvé en Conseil Municipal le 15 mai 2025 et en Conseil Territorial le 20 mai 2025.

3.1.2. Programmation

L'objectif du projet est de réaliser un nouveau quartier divers dans ses morphologies urbaines, avec une mixité sociale, fonctionnelle et générationnelle. Pour cela, il prévoit la réalisation :

- D'environ 650 logements diversifiés dont environ 225 en BRS et 65 logements locatifs sociaux,
- D'une résidence étudiante avec environ 130 chambres sur 3 300 m²,
- Un pôle culturel 100% ouvert au public de 8 400 m² comprenant les cathédrales réhabilitées en musée,
- des commerces, activité et services (avec un accent sur la mobilité et une offre de santé) sur 4 500 m²,
- des équipements publics comme des crèches,
- Un parc de 1,8 hectares constituera le cœur du site, permettra de l'inscrire dans le grand paysage en proposant des vues sur Paris et en créant du lien avec les cathédrales.

3.1.3. Objectifs du projet

Les Collectivités et l'aménageur ambitionnent de transformer le site en un espace emblématique alliant patrimoine, culture, écologie et mixité urbaine. Le projet vise à redonner vie à un monument historique en l'intégrant au cœur d'un nouveau quartier durable, ouvert à toutes et à tous, tout en favorisant les mobilités douces, la diversité sociale et la qualité environnementale des aménagements. Les objectifs principaux du projet sont les suivants :

- **Ouvrir le monument historique à tous** et en faire un lieu vivant et accessible, ancré dans la vie du nouveau quartier.
- **Créer un grand parc public**
- **Accueillir un programme culturel sur-mesure** au sein des Cathédrales, afin de valoriser le patrimoine et d'en faire un pôle d'attractivité culturelle.
- **Améliorer la desserte et la connexion du site** grâce à un maillage viaire repensé, donnant la priorité aux mobilités actives (piétons, vélos, transports doux).
- **Concevoir un quartier résilient et écoresponsable**, fondé sur des principes de conception bioclimatique et une gestion durable des ressources.
- **Favoriser la mixité urbaine** par le développement d'une offre diversifiée de logements et de rez-de-chaussée actifs et réversibles, adaptés à différents usages.

3.1.4. Objectifs environnementaux

Le projet s'inscrit dans une démarche de développement durable structurée autour de cinq axes environnementaux majeurs.

- Favoriser le confort saisonnier et la conception bioclimatique, en optimisant l'orientation des bâtiments et en maximisant les apports solaires passifs et la ventilation naturelle.
- Limiter son impact carbone par la restauration de bâtiments existants et la réduction des émissions liées à la construction et le transport des terres.
- Viser la sobriété énergétique et la diversification des ressources, notamment par l'intégration d'énergies renouvelables et la réduction des besoins en chauffage et climatisation.
- Valoriser l'identité du site et s'inscrire dans son contexte historique, en s'intégrant dans le patrimoine architectural existant.
- Pacifier l'usage de la voiture et promouvoir les modes alternatifs de déplacement, en développant les infrastructures cyclables et piétonnes, et en encourageant l'usage des transports en commun, contribuant ainsi à la réduction de l'empreinte carbone liée à la mobilité.

L'ambition environnementale du quartier se traduit par la recherche de plusieurs certifications reconnues, notamment la démarche Quartier Durable Francilien (QDF), attestant de l'engagement du projet en faveur de la qualité environnementale et de la préservation de la biodiversité.

3.2. Justification du choix du site

Le choix du site s'inscrit dans les ambitions métropolitaines de transformation de la Plaine Saint-Denis, territoire stratégique faisant l'objet d'un projet de renouvellement urbain d'envergure. Situé sur l'emprise des anciens ateliers de maintenance et de réparation de locomotives de Saint-Denis, ce foncier a été identifié par l'intercommunalité comme un site prioritaire pour accueillir un grand projet urbain structurant.

Le projet répond à une double logique de réhabilitation patrimoniale et de reconversion urbaine. Il s'appuie sur la valorisation du patrimoine architectural industriel existant des cathédrales et la transformation d'une ancienne friche ferroviaire en un quartier mixte et vivant.

Le projet de transformation des Cathédrales du rail incarne la vision du développement urbain portée par Saint-Denis et Plaine Commune : concevoir de nouveaux lieux de vie ancrés dans le territoire, inclusifs, et conciliant respect du patrimoine, transition écologique et ambition sociale. Ce nouveau quartier, situé au cœur de Saint-Denis, entend réconcilier mémoire ferroviaire et usages contemporains.

Le site accueillera le troisième plus grand parc public de Saint-Denis et assurera une transition paysagère fluide vers un quartier culturel, végétalisé et inclusif, pleinement ancré dans le territoire. Le désenclavement du site sera assuré par un maillage viaire retravaillé, donnant la priorité aux mobilités actives et rendant le quartier plus accessible et propice aux déplacements doux.

Ainsi, à la suite de la reconnaissance de Plaine Commune, comme Territoire de la Culture et de la Création depuis 2014, la culture occupera une place centrale dans ce nouveau quartier. Après les travaux de réhabilitation des halles par l'Aménageur, l'ouverture du premier musée en France entièrement consacré au street-art et au hip-hop, l'Aérosol Saint-Denis, constituera un moteur d'inclusion, d'attractivité et de dynamisme pour le quartier et l'ensemble du territoire.

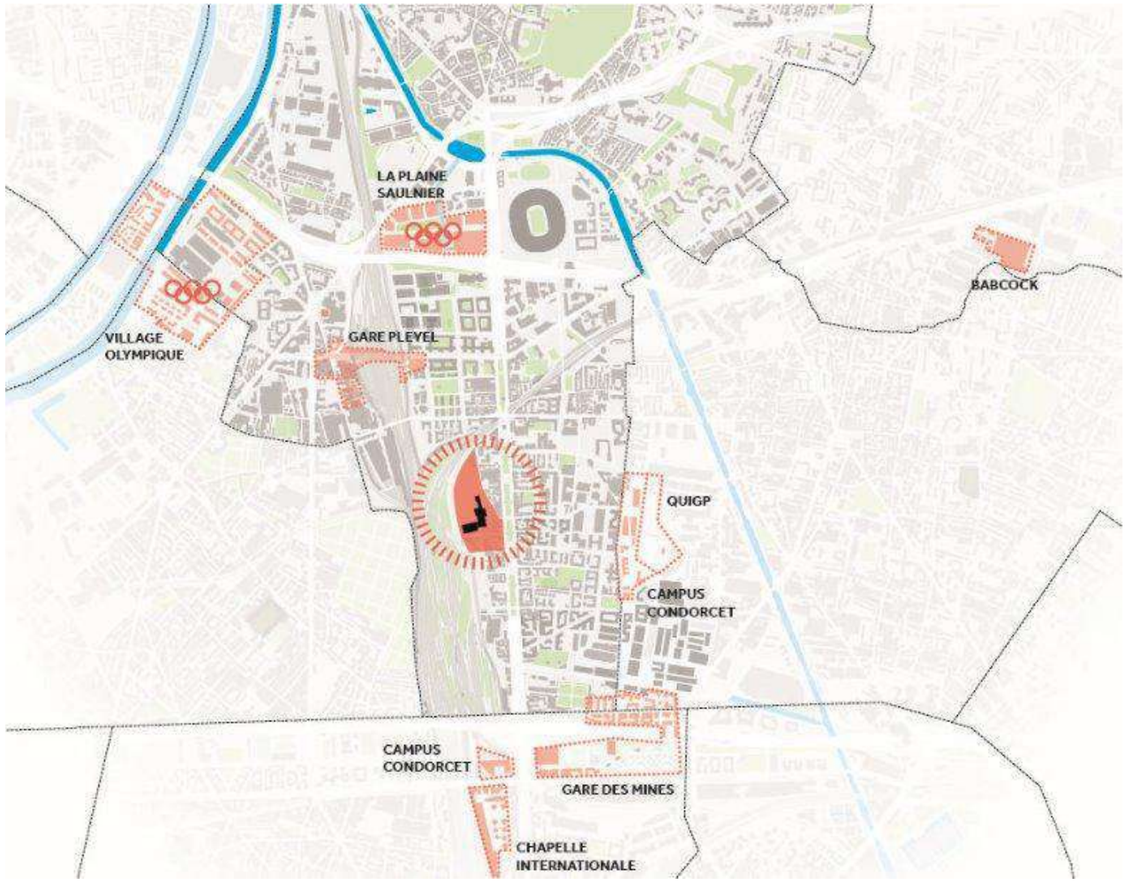


Figure 258 : Les cathédrales du rail au cœur de la transformation du territoire

3.3. Analyse d'optimisation de la densité

Dans le cadre de l'étude d'impact relative au projet des Cathédrales du Rail, une analyse d'optimisation de la densité a été conduite, conformément aux prescriptions de l'article R.122-5 du Code de l'environnement. Cette démarche vise à justifier le niveau de densité retenu au regard des objectifs de sobriété foncière, de qualité urbaine et de limitation de l'artificialisation des sols, en cohérence avec les orientations du PLUi et de l'OAP.

1. Objectif de densité et compatibilité réglementaire

Les Cathédrales du rail se situent dans une zone urbaine d'envergure, classé en zone UMGP dans le PLUi Plaine Commun.

La zone « UMGP » correspond aux Projets urbains du territoire, comprenant les opérations d'aménagement ayant un fort intérêt de développement pour le territoire de Plaine Commune. L'objectif est de permettre la réalisation de ces grands projets porteurs de dynamisme, de développer de nouvelles centralités en affirmant leur mixité fonctionnelle et leur intensité programmatique. Ce zonage permet l'installation de nombreuses fonctions urbaines (habitat, commerces et services, artisanat, équipements) dans ces zones mixtes.

Le bâti, dense avec des hauteurs plus importantes, est principalement organisé selon un ordonnancement continu et à l'alignement des voies. L'objectif poursuivi est de développer ces centralités en affirmant leur mixité et leur densité.

Le projet prévoit la construction d'environ 650 logements sur 7 ha soit une densité moyenne de 93 logements par hectares. Ce niveau s'inscrit dans l'objectif de développer des quartiers vivants et multifonctionnels présentés au sein du Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) à travers lequel Plaine Commune affirme la nécessité de réduire la consommation de ressources foncières par le territoire. Pour cela, il est prévu d'articuler le sujet des hauteurs à celui de la résilience territoriale et de la préservation d'espaces de pleine terre. L'élévation en hauteur permet de construire plus de surfaces de planchers, et de répondre partiellement au déficit de logement, tout en évitant surconsommation et artificialisation des sols.

Le projet répond également aux objectifs du SRADDET Île-de-France et au cadre fixé par la loi Climat et Résilience, dans une perspective de maitrise du développement urbain et encadrement de la bétonisation des terres.

2. Analyse de la capacité d'accueil du site

Le périmètre concerné, est identifié comme stratégique dans la structure urbaine de Plaine Commune et de Saint-Denis. Il bénéficie d'une bonne accessibilité aux équipements publics, commerces et transports, ainsi que la présence des halles Cathédrales du Rail, inscrites à l'Inventaire des Monuments Historiques.

Les éléments environnementaux à préserver (réseau hydrologique, trame verte locale, continuités paysagères) ont été pris en compte dans la composition urbaine et la répartition du bâti, garantissant une densité adaptée aux contraintes du site.

3. Une densité maîtrisée, structurée par la situation, le contexte urbain et paysager du site

Le projet développe une densité résidentielle cohérente avec les objectifs de sobriété foncière, de valorisation des ressources paysagères, d'éloignement vis-à-vis du tracé du Charles de Gaule Express, de mise en valeur des monuments historiques et d'accroche avec l'existant.

Il s'appuie sur une emprise foncière limitée, une programmation optimisée et une trame urbaine qui permet :

- Une gradation volumétrique en réponse aux franges bâties et aux covisibilités
- Une mise en valeur du patrimoine des deux cathédrales par et depuis le parc
- Un maintien une distance de 60 mètres minimales vis-à-vis des voies ferrées des logements familiaux
- Un parvis renaturé et un préau ouvert sous une partie de la grande halle pour assurer l'accroche avec le groupe scolaire Aimé Césaire
- La valorisation active du grand paysage et des cônes de vues sur l'horizon du Nord de Paris depuis la butte (Montmartre, Sacré Cœur, Tribunal de Grande Instance,…)
- Le désenclavement du site par l'aménagement de 3 points d'entrée : Chemin des Petits Cailloux (existants et réaffirmé ; rue du Bailly et voie nouvelle)

4. La mutualisation du stationnement

Le projet fait le choix du principe de mutualisation d'une partie du stationnement du secteur Nord dans une centrale des mobilités.

Cet aménagement a pour avantage :

- Limiter l'impact des terres excavées (les ilots nord prévoient un seul niveau de sous-sol)
- Libérer les rez-de-chaussée des bâtiments de logements pour y installer des commerces et services et animer l'espace public
- Réduire fortement les nuisances acoustiques générées par le Charles de Gaulle Express et l'ensemble du faisceau ferré au sein des cœurs d'ilot et dans les cours de l'école Aimé Césaire

5. Une variation volumétrique en réponse aux franges bâties et aux covisibilités

L'implantation du bâti répond à une logique de transition avec les tissus existants :

- Au niveau de l'avenue du Président Wilson, le futur Ilot Cœur de Ville marque l'entrée du Chemin des Petits Cailloux et constitue un repère urbain avec des émergences pour contraster avec la façade très homogène de l'avenue et marquer l'entrée du nouveau quartier. Cet ilot se développe en gradin pour offrir des terrasses aux logements et une transition avec le front du boulevard.

- L'ilot Faubourg/TKE propose un prolongement réinventé des immeubles de faubourg situés rue du Bailly et avenue du Président Wilson. Cet ilot s'intègre à l'environnement de la grande cathédrale.
  Son extension sur le foncier anciennement occupé par Thyssenkrup ouvre une perspective vers les Cathédrales depuis le boulevard.

- Au niveau du parc, l'ilot Parc constitue un élément fondateur et central du projet urbain. Il s'ouvre sur la nouvelle colline paysagère avec un gabarit ouvert. Des émergences sont proposées pour ainsi offrir des vues qualitatives et un accès privilégié à la lumière et sur des espaces verts. Les gabarits plus bas et espaces tampons en façades au niveau des voies ferrées sont aménagés pour générer des protections vis-à-vis du bruit afin de préserver les cœurs d'ilot et le cœur du quartier.
  L'ensemble permet un épannelage progressif et varié depuis la rue nouvelle.

- L'ilot des enfants est attenant au groupe scolaire Aimé Césaire. Des percées sont organisées dans les volumétries de l'ilot en continuité du groupe scolaire. En parallèle, des émergences s'affirment pour rechercher des vues, de la lumière naturelle.

A l'instar de l'ilot Parc, un épannelage progressif est aménagé depuis la rue nouvelle pour conférer à l'espace public une échelle humaine.

6. Un travail de couture urbaine lisible et qualitatif

A l'Est, l'avenue du Président Wilson est un axe structurant et séquencé. La couverture de l'A1 et les aménagements de l'îlot central ont permis de faire de cet axe routier un espace urbain qualitatif. La frange bâtie est ponctuée d'opérations récentes qui présentent une grande variété de formes urbaines et de typologies caractéristiques des différentes strates d'urbanisation passées et à l'œuvre.

Au sud, le projet prévoit de poursuive la recomposition d'un front urbain qualitatif au droit du Chemin des Petits Cailloux.

Le projet aménage un axe Nord-Sud qui traverse le site et une voie nouvelle qui se raccorde à la rue du Bailly existante et au Chemin des Petits cailloux. Cet axe, accessible par les cyclistes lors des horaires d'ouverture du parc, fait donc le lien entre le nord et le sud du quartier et est pensée comme un équipement faisant partie intégrante du parc.

En son centre, depuis la rue du Bailly existante, le projet intègre un préau ouvert dans le prolongement de la grande halle pour assurer l'accroche avec le groupe scolaire Aimé Césaire et le jardin des Enfants.

7. Une valorisation active du grand paysage et des Cathédrales du Rail

La préservation du grand paysage et des vues structurantes a guidé la composition urbaine. En accord avec l'ABF, le projet ne prévoit pas de construction aux abords directs des façades des Cathédrales. En effet, l'aménagement du parc permet de révéler à tous l'ensemble des façades de ce patrimoine industriel et de générer une respiration : ces monuments sont ainsi visibles dans le grand paysage (notamment depuis les voies ferrées).

8. Une densité fine, intégrée à une forme urbaine résiliente

Le projet évite les logiques d'îlots fermés au profit d'une organisation ouverte, où chaque îlot s'articule autour d'un cœur d'ilot central perméable, préservé des nuisances acoustiques, support de gestion hydraulique, d'usages mutualisés et de biodiversité ordinaire.

Cette forme permet :

- Une compacité fonctionnelle avec une densité nette élevée,
- Des qualités d'usage (lumière, ventilation, confort d'été),
- Une résilience climatique accrue (évacuation gravitaire des eaux, infiltration, désimperméabilisation généralisée).
- Elle constitue un compromis robuste entre intensité urbaine, soutenabilité écologique et cadre de vie

Conclusion

Le niveau de densité retenu (≈ 95 logements/ha) est le fruit d'un arbitrage raisonné entre :

- La recherche d'un urbanisme économe en foncier,
- La qualité urbaine et paysagère du cadre de vie,
- La cohérence avec les tissus existants et les documents de planification.

En ce sens, le projet répond aux exigences réglementaires en matière d'artificialisation limitée, tout en garantissant une compacité suffisante pour favoriser les mobilités douces et les continuités écologiques.

3.4. Les variantes locales d'aménagement/fonctionnement

Dans le cadre de sa conception, différents scénarios et variantes ont été envisagées pour le projet.

❖ **Protection et aménagement de la frange nord du site**

Le traitement de la limite avec le faisceau ferroviaire a fait l'objet de beaucoup d'échanges afin d'aboutir à la conception d'une épaisseur nécessaire permettant de protéger la frange urbaine au nord du site.

Les échanges ont porté au sujet de plusieurs questionnements concernant :

- Circulation à terme du Charles de Gaulle Express la plus proche du projet
- Freinage des trains dans le virage qui impacte davantage l'Ilot des Enfants
- Distance des logements aux voies
- Equilibre des densités entre les îlots Nord et Sud,
- Part de pleine terre

Pour l'aménagement de la frange nord, face à ces constats à traiter, le parti pris en matière de conception a été le suivant :

- Augmenter la distance des logements aux voies ferrées
- Réduire le nombre de logements au sein de cet ilot
- Repenser l'organisation des constructions,
- Reorganiser la densité
- Améliorer le confort de vie des logements
- Constituer une rue animée avec commerces, services et équipements
- Limiter la place de la voiture

Ainsi, 3 évolutions stratégiques ont été consenties :

- Après analyse du recul des bâtiments par rapport au CDG Express, un bâtiment composé de 65 logements a été supprimé et a été repositionné sur les autres lots :
    - 25 logements au sein de l'ilot Parc
    - 40 logements au sein de l'ilot Cœur de Ville

- L'aménagement des formes urbaines de l'ilots Parc et Ilot des Enfants a été retravaillé pour se protéger des nuisances provenant de voies ferrées :
    - Rationaliser : aménager des ilots en forme de U afin de pouvoir permettre, dans une approche théorique, la restitution de l'ensemble des besoins sur les îlots nord sur une trame de 16 m de parking. Cette rationalisation peut être mise au service de l'optimisation de la pleine terre en cœurs d'îlots.
    - Fragmenter : ouvrir les ilots afin de démultiplier les vues et faire entrer l'air et la lumière
    - Se protéger :
        - Aménager un nouveau programme dédié à la mobilité en premier rang afin de protéger les logements et le groupe scolaire Aimé Césaire
        - Maintenir le principe de chevrons dans la conception des ilots
    - Libérer : organiser les constructions pour libérer au maximum les cœurs d'ilots
    - Travailler la ligne de ciel : gradiner vers le parc pour démultiplier les espaces extérieurs bien orientés (vues, soleil et acoustique)

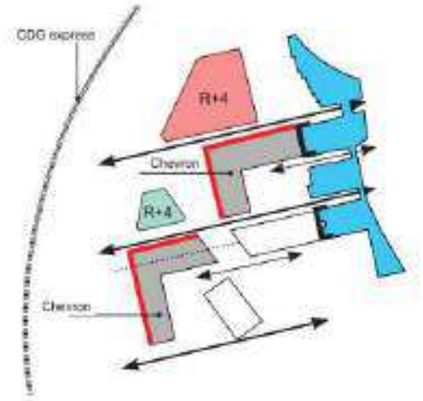


Figure 259 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange nord - D&A

- L'implantation d'une Centrale des Mobilités au Nord du site permet de :
    - Limiter la circulation au cœur du quartier
    - Libère la contrainte des ilots en matière d'aménagement dédié au stationnement au profit de rez-de-chaussée dédiés à des services et des commerces contribuant à animer les espaces publics

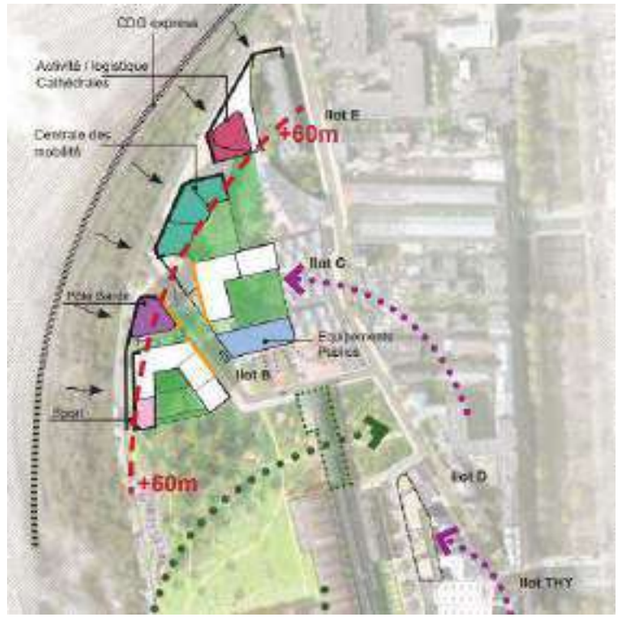


Figure 260 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange Nord – D&A

❖ Bioclimatisque

Dans le cadre de la conception du plan masse du projet urbain des Cathédrales du Rail, plusieurs évolutions ont été réalisées à l'échelle des ilots à la suite de plusieurs études bioclimatiques et aérauliques. Ces études ont été réalisées afin de mettre au cœur du principe de conception la qualité de vie des habitants au regard de différents critères :

- ensoleillement (toiture, façade, espaces extérieurs)
- luminosité des façades
- dynamique des vents à hauteur d'homme

Ces études et ces échanges avec les concepteurs ont permis d'optimiser la conception des ilots. Ci-contre un exemple avec l'ilot Parc :

- Accès à la composante verticale du ciel

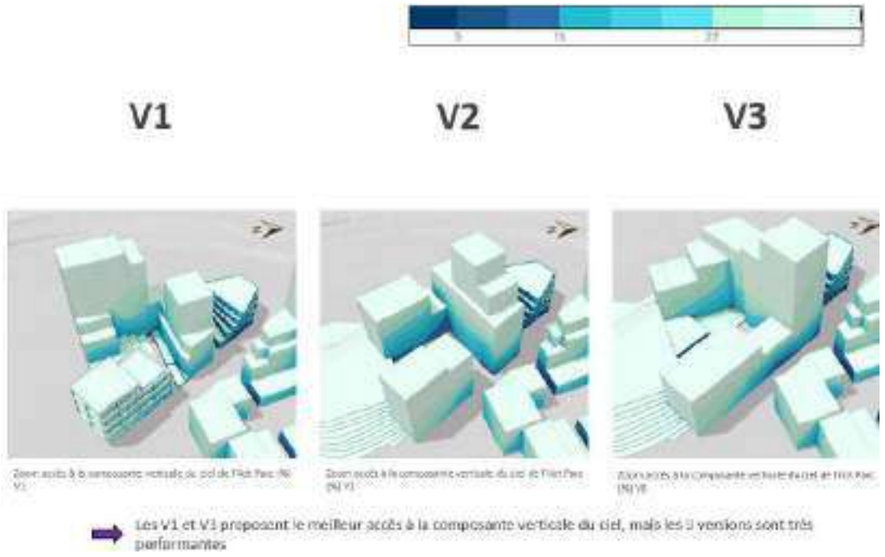


Figure 261 : Etudes de variantes - Accès à la composante verticale du ciel de l'Ilot Parc - TERAO - T

Ensoleillement – 21 décembre

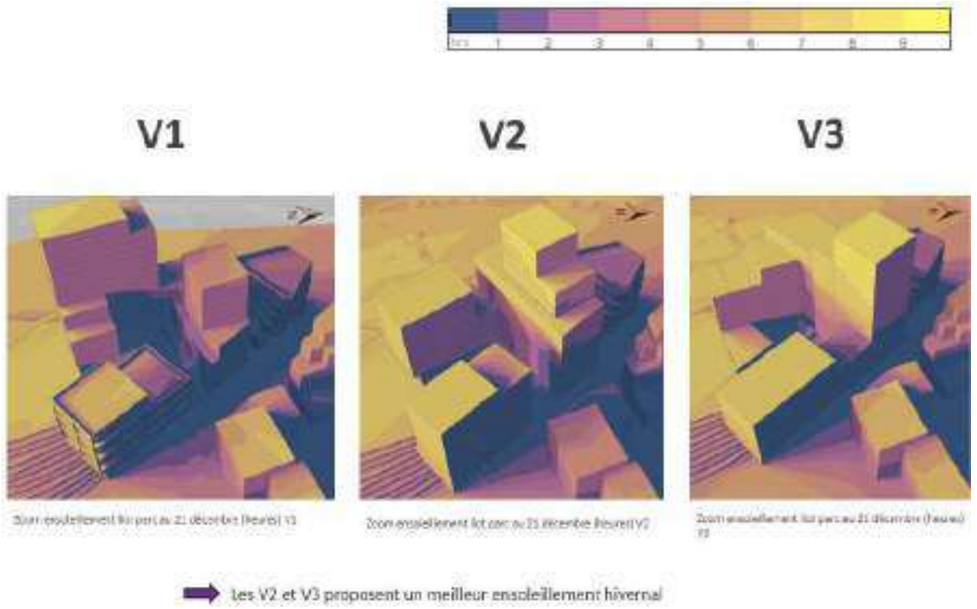


Figure 262 : Etudes de variantes - Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 décembre – TERAO

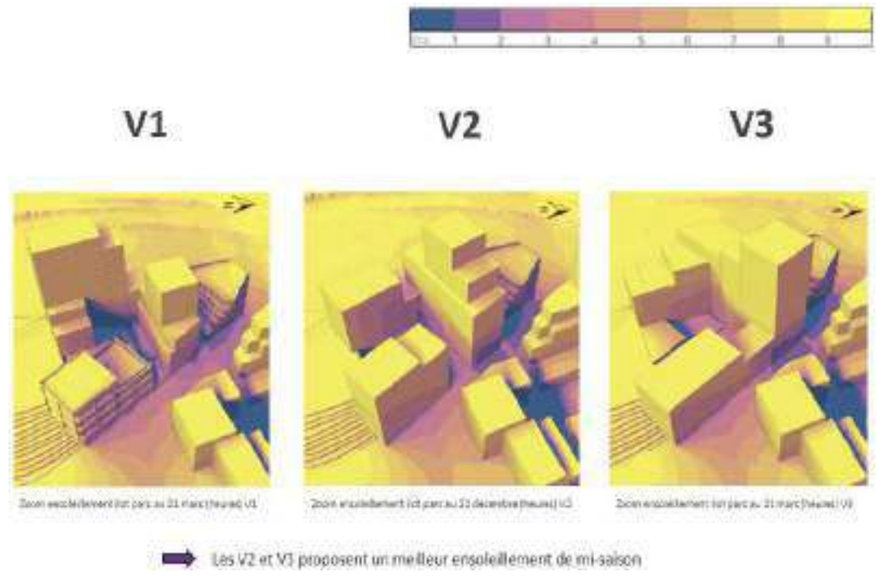


Figure 263 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 mars/septembre - TERAO

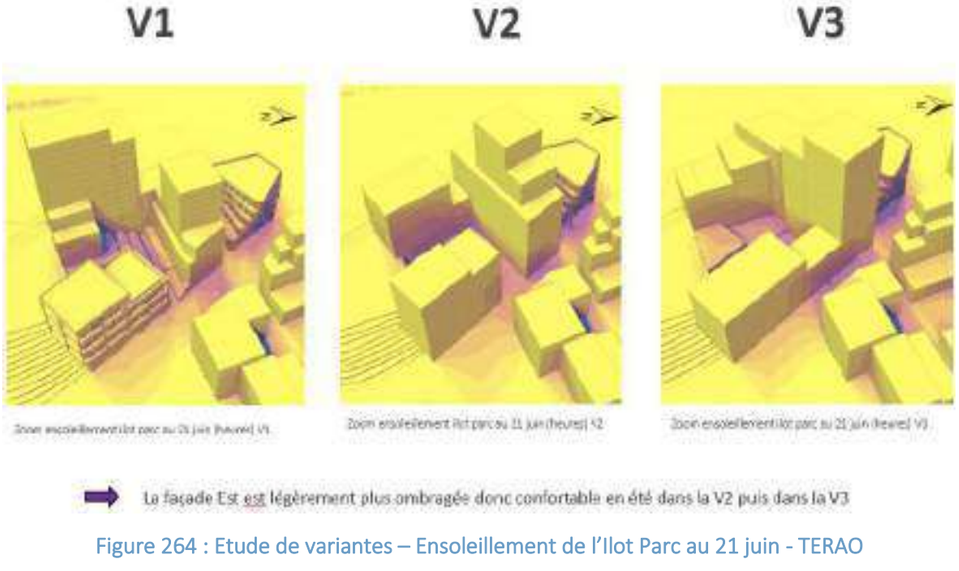


Figure 264 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'Ilot Parc au 21 juin - TERAO

❖ Analyse acoustique

Le projet a évolué visant l'optimisation des formes urbaines, et la consolidation d'un quartier désenclavé et la réduction des incidences sur l'environnement et la santé humaine.

, Il privilège les formes urbaines en « chevrons » qui démultiplient les linéaires de façades à « l'ombre » du bruit et qui réduisent les linéaires de dispositifs acoustiques lourds liés à la zone de freinage du Charles de Gaulle Express. Ainsi, la disposition des formes architecturales permet de diminuer le bruit de 6 à 9 DB sur les façades nord, est et sud.

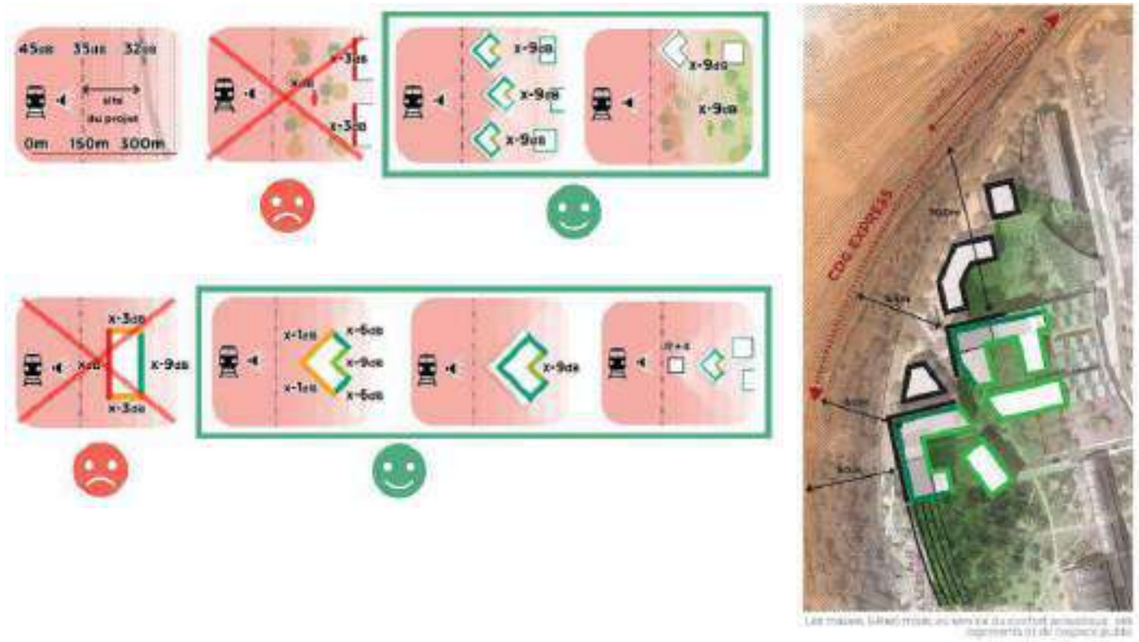


Figure 265 : Reduction d'incidences de bruits sur la vie du quartier

Figure 266 : Evolution du plan de masse 2020-2022. D&A

❖ Solutions acoustiques étudiées

Dans l'objectif de réduire l'impact des infrastructures ferroviaires sur le projet et notamment le bruit à la source, la mise en place d'un merlon a été modélisé le long du tracé du CDGx à une distance d'environ 20m du viaduc qui culmine lui à 15 m de hauteur par rapport au sol. Il a été simulé à des hauteurs théoriques de 6m, 9m et 12m par rapport au sol.

Pour chaque configuration les gains estimés par étage des façades directement exposées aux voies ferrées étaient les suivants :

Figure 267 : Gains moyens estimés par étage exposé aux voies ferrées, en fonction de la hauteur du merlon, Etude acoustique, Impédance, janvier 2026

Etage	Merlon 6m	Merlon 9m	Merlon 12m
Rdc	5 à 7 dB(A)	10 à 14 dB(A)	10 à 17 dB(A)
R+1	2 à 5 dB(A)	9 à12 dB(A)	11 à 16 dB(A)
R+2	1 dB(A)	7 à 9 dB(A)	10 à 12 dB(A)
R+3	0 dB(A)	2 à 5 dB(A)	4 à 9 dB(A)
R+4	0 dB(A)	0 à 2 dB(A)	3 à 6 dB(A)
R+5	0 dB(A)	0 à 1 dB(A)	2 à 5 dB(A)
R+6	0 dB(A)	0 dB(A)	2 dB(A)
R+7	0 dB(A)	0 dB(A)	1 à 2 dB(A)
R+8	0 dB(A)	0 dB(A)	1 dB(A)
R+9	0 dB(A)	0 dB(A)	1 dB(A)
R>9	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)

Gains moyens estimés par étage exposé aux voies ferrées, en fonction de la hauteur du merlon.

A une hauteur de 6m, les gains sont localisés essentiellement sur le rez-de-chaussée et le 1er étage. La configuration de 9m permet de réduire les niveaux sonores jusqu'au R+3. Enfin, la configuration théorique de 12m permettrait d'avoir des gains encore sensibles jusqu'au R+6. Toutefois, ces résultats restent peut concluants, en effet, le viaduc

du CDGx étant à 15m au-dessus du sol, l'impact du merlon est limité, il limite le bruit du RER B mais pas celui du CDGx, en effet seul les étages les plus bas seraient améliorés (mais pas de logements les 3premiers étages) sans pour autant apporter une solution optimale. Cette solution a donc été abandonnée compte-tenu du faible gain par rapport à son coût technico-économique.

❖ Aménagement du Chemin des Petits Cailloux

Depuis l'Avenue Wilson, le Chemin des Petits Cailloux constitue la voie d'accès aux Cathédrales du Rail, au groupe scolaire existant Niki de Saint-Phalle et à l'entreprise Une Pièce en Plus.Cette voie sera aménagée par Plaine Commune.

Cette voie est à double sens mais en impasse.

Unique accès pour la livraison de l'équipement culturel que constitue le secteur des Cathédrales, plusieurs scénarios ont été pensés pour optimiser la desserte de cet équipement culturel tout en maintenant un accès aisé au groupe scolaire et à Une Pièce en Plus.

Initialement, un rond-point avait été imaginé à l'extrémité du Chemin des Petits Cailloux.

Figure 268 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Ancienne version – D&A

Finalement, il a été choisi et validé d'aménager un rond-point à l'interface entre le groupe scolaire et le lot Une Pièce en Plus et une zone de retournement derrière les Petites Cathédrales à proximité de la lisière et du Parc. Le reste du chemin des Petits Cailloux entre l'école Niki de Saint-Phalle et la petite halle est donc piétonnisé et aménagé pour des circulations douces, à l'exception de dessertes régulières et programmées pour les livraisons des halles et exceptionnelles pour les véhicules de secours.

La livraison est ainsi assurée par un accès via le Chemin des Petits Cailloux, accédant au parvis ouest de la petite cathédrale. Le retour se fait depuis le Chemin des Petits Cailloux. A ce titre le retournement des camions est étudié.

En cas d'évènements, la logistique est intégrée dans la servitude des 8m de la petite cathédrale, permettant un accès constant aux usagers du parc.

Figure 269 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Version du Plan Directeur – Janvier 2026 – D&A

3.5. Présentation du projet d'aménagement retenu

3.5.1. Principe général d'implantation

Partant d'une friche inaccessible et enclavée, le projet vise avant tout à renverser cette situation d'isolement pour reconnecter le site à la ville.

- Dans un premier temps, il s'appuie sur le patrimoine industriel existant, valorisé et transformé en une pièce urbaine.
- Ensuite, un grand espace vert vient structurer l'ensemble du projet aux abords des cathédrales. Cet aménagement paysager crée une ouverture vers la ville, mettant en valeur les monuments emblématiques.
- Enfin, le projet intègre un nouveau morceau de ville au sein du périmètre, en proposant une offre mixte comprenant logements, équipements, commerces et services. Cette approche favorise la mixité urbaine et sociale, et contribue à la création d'un quartier attractif, vivant et durable.

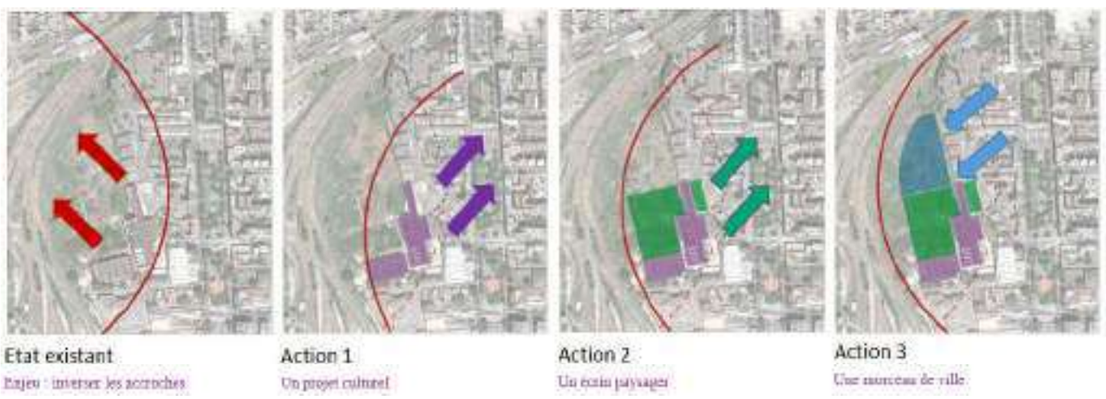


Figure 270 : Principe général d'implantation

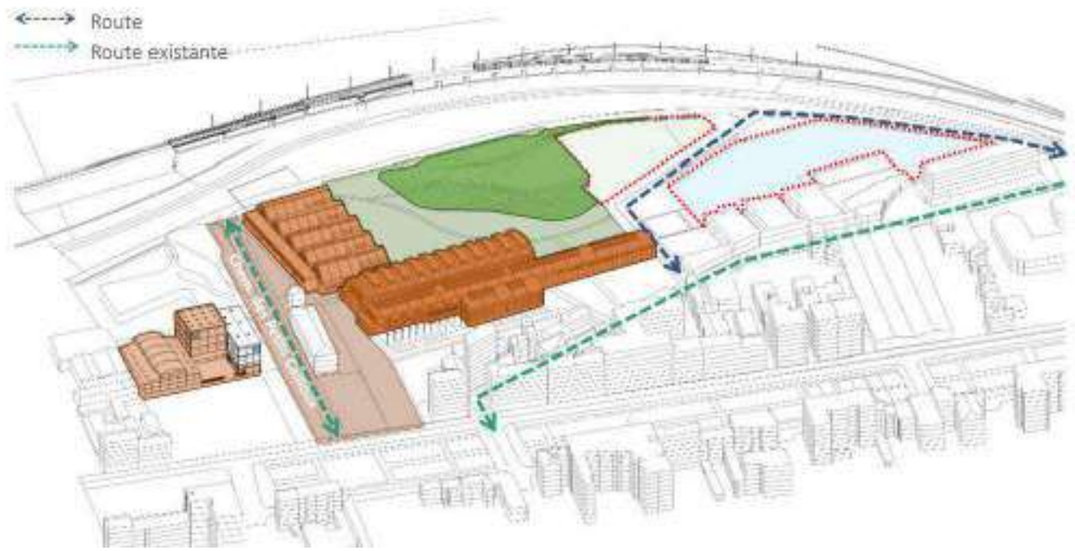


Figure 271 : Points d'ouverture du nouveau quartier

Figure 272 : Plan masse du projet, D&A, 2026

Les nouveaux bâtiments s'implantent le long de la nouvelle voie, en relation directe avec le parc et les cathédrales, favorisant les liaisons visuelles et fonctionnelles entre les espaces publics, le patrimoine et les nouvelles constructions.

Les nouveaux îlots bâtis s'organisent selon les règles édictées dans le zonage UMGP du PLUi (révision approuvée en conseil de territoire le 16 décembre 2025) :

- Implantation des constructions par rapport aux voies publiques et privées et aux emprises publiques ouvertes à la circulation générale :
  - Les constructions sont implantées soit à l'alignement, soit en recul. Le recul est apprécié au regard de l'implantation des constructions voisines afin de préserver une cohérence de la séquence urbaine dans laquelle la construction s'insère.
  - Une implantation différente peut être autorisée en application des règles alternatives prévues pour préserver au maximum la pleine terre existante, en application des règles du chapitre 3 Nature en ville du présent règlement.
- Implantation des constructions par rapport aux limites séparatives : les constructions sont implantées soit sur une ou plusieurs limites séparatives, soit en retrait.
  En cas d'implantation en retrait :
  - Dans le cas où la façade ou partie de façade de la construction à édifier comporte une ou plusieurs baies principales, le retrait est au moins égal au tiers de la hauteur de la façade ou partie de façade de la construction (L ≥ Hf/3), avec un minimum de 6 mètres.
  - Dans le cas où la façade ou partie de façade de la construction à édifier comporte une ou plusieurs baies secondaires, le retrait est au moins égal au tiers de la hauteur de la façade ou partie de façade de la construction (L ≥ Hf/3), avec un minimum de 5 mètres.
  - Dans le cas où la façade* de la construction* ne comporte aucune baie*, le retrait* est au moins égal à 3 mètres.

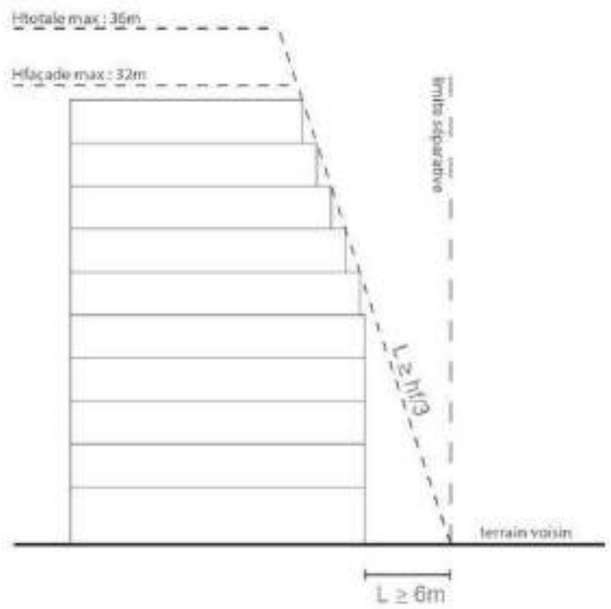


Figure 273 : Hauteurs maximales des constructions par rapport aux limites séparatives avec baies principales – PLUi Plaine Commune - 2025

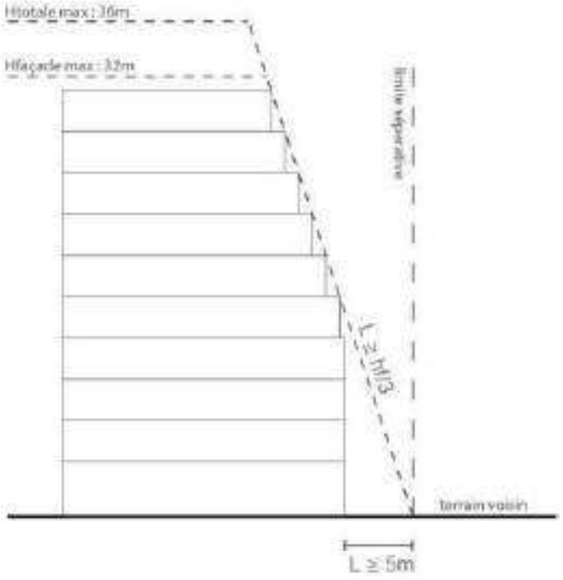


Figure 274 : Hauteurs maximales des constructions par rapport aux limites séparatives avec baies secondaires - PLUi Plaine Commune 2025

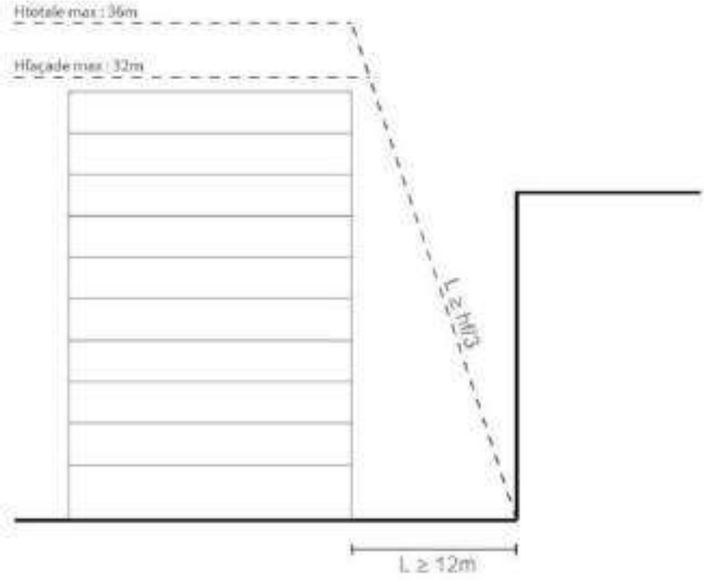


Figure 275 : Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur un même terrain avec baies principales - PLUi Plaine Commune 2025

- Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur un même terrain : la distance séparant les façades ou parties de façade de deux constructions non contiguës se mesure comme suit :
  - Dans le cas où la façade ou partie de façade d'une construction comporte une ou plusieurs baies principales, la distance entre les façades ou parties de façades de deux constructions est au moins égale au tiers de la hauteur de façade de la construction la plus haute (L ≥ Hf/3), existante ou nouvelle, avec un minimum de 12 mètres.
  - Dans le cas où la façade ou partie de façade d'une construction comporte une ou plusieurs baies secondaires, la distance entre les façades ou parties de façades de deux constructions est au moins égale au tiers de la hauteur de la construction la plus haute, existante ou nouvelle (L ≥ Hf/3), avec un minimum de 10 mètres.
  - Dans le cas où les façades ou partie de façade des constructions ne comportent aucune baie, la distance entre les façades ou parties de façade de deux constructions est au moins égale à 6 mètres.

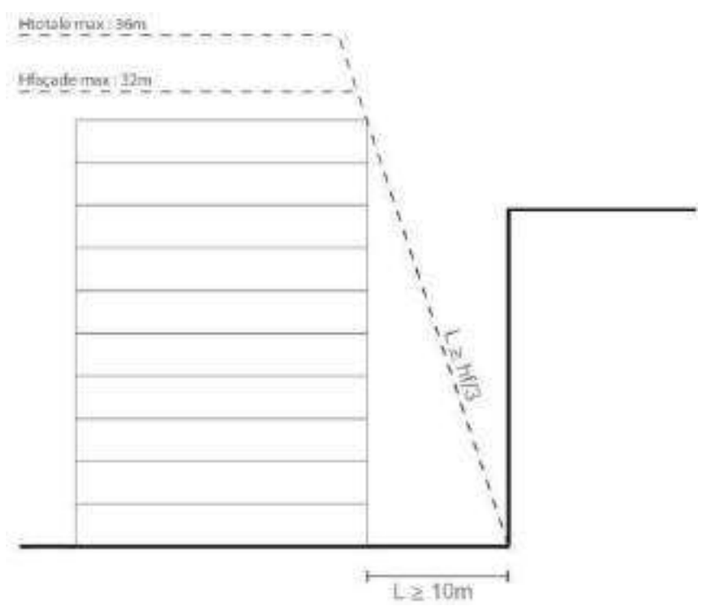


Figure 276 : Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur un même terrain avec baies secondaires - PLUi Plaine Commune 2025

- Hauteur des constructions : la hauteur maximale des constructions (Hmax) est définie par les règles cumulatives suivantes :
    - Dans le cas où le terrain se situe le long d'une voie publique ou privée ouverte à la circulation générale dont la largeur est inférieure ou égale à 15 mètres :
        - une hauteur de façade (Hf) au plus égale à 19 mètres ;
        - une hauteur* totale au plus égale à 23 mètres ;
        - un nombre de niveaux limités à 6 niveaux (R+5) ; un gabarit sur voie tel qu'il est défini dans les règles communes. Le niveau de point d'attache de l'oblique de pente est situé à 6 mètres au-dessus de la voie tel que H=L+6.

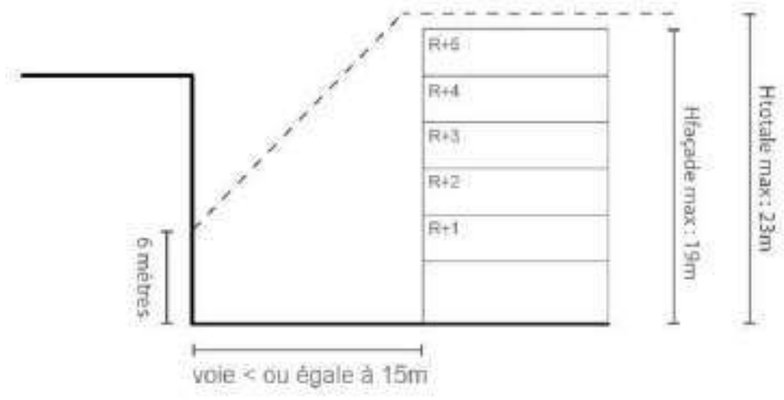


Figure 277 : Hauteurs maximales des constructions sur une voie d'une largeur inférieure ou égale à 15 m selon le gabarit H = L + 6 - PLUi Plaine Commune 2025

    - Dans le cas où le terrain se situe le long d'une voie publique ou privée ouverte à la circulation générale dont la largeur est supérieure à 15 mètres :
        - une hauteur de façade (Hf) au plus égale à 32 mètres ;
        - une hauteur totale au plus égale à 36 mètres ;
        - un nombre de niveaux limités à 10 niveaux (R+9) ;
        - un gabarit sur voie tel qu'il est défini dans les règles communes. Le niveau de point d'attache de l'oblique de pente est situé à 8 mètres au-dessus de la voie tel que H=L+8.

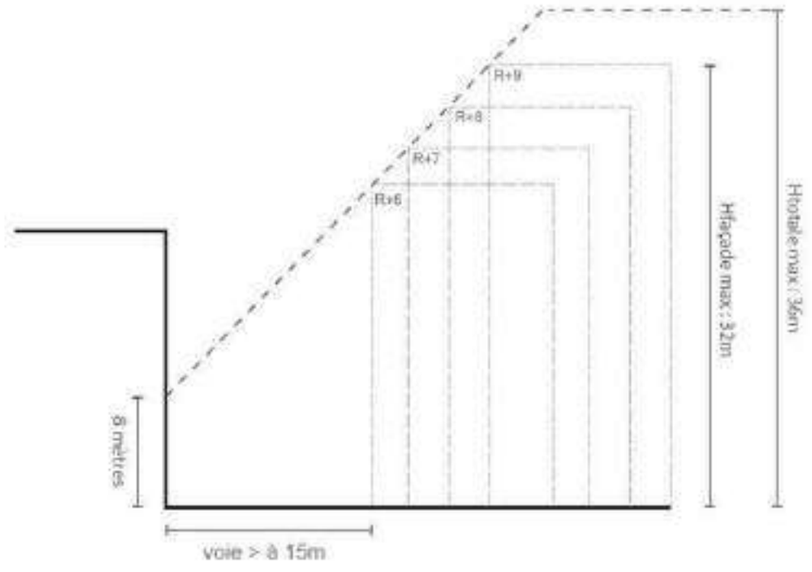


Figure 278 : Hauteurs maximales des constructions sur voie d'une largeur supérieure à 15 m selon le gabarit H = L + 8 – PLUi Plaine Commune 2025

Dans le cas où une construction ou une partie de façade de la construction édifiée le long d'une voie publique ou privée ouverte à la circulation générale, est implantée en recul de la voie, la largeur de la voie prise en compte sera majorée du dit recul.

Un dépassement des règles relatives à la hauteur des constructions peut être autorisé sous trois conditions, non cumulatives entre-elles, lesquelles sont explicitées précisément dans la suite du chapitre sont ci-après :

- Majoration de gabarit : renforcement de la surface de pleine terre au-delà du coefficient de pleine terre* exigé dans les règles de nature en ville applicables, selon un seuil défini ci-après ;
- Bonus de constructibilité pour mixité sociale : part de logements à caractère social dans le projet au-dessus du seuil défini.
  Un bonus de constructibilité de mixité sociale peut-être autorisé pour les opérations de plus de 20 logements créant au moins 50% de logements locatifs sociaux et/ou de logements en accession sociale en Bail réel solidaire (BRS) sur l'ensemble de l'opération.

Le bonus de constructibilité pour mixité sociale permet une majoration de la hauteur maximale (Hmax) de la construction à raison d'un niveau supplémentaire dans la limite d'un dépassement de la hauteur de façade (Hf) autorisée n'excédant pas 3 mètres et d'un dépassement de la hauteur totale (Ht) autorisée n'excédant pas 4 mètres.

Pour les constructions neuves, ce niveau supplémentaire :

- doit être réalisé en attique et implanté en retrait de 3 mètres minimum par rapport au nu général de la façade principale ;
- n'excède pas 75% de la surface de la toiture de la construction ;
- ne peut avoir pour effet une majoration de la surface de plancher totale de la construction supérieure à 10%.
  Il peut être réalisé sous la forme de maisons sur les toits ou de logements en duplex.

Ces différentes règles d'implantation ont conduit à la conception du plan masse et des volumétries suivantes.

© TERAO 2026

Figure 279 : Volumétries et insertion urbaine du projet, SAS Cathédrales du Rail 2025

Le projet d'aménagement est organisé autour de plusieurs grands îlots structurants.

- Ilot Parc : Elément fondateur et central du projet urbain, cet ilot organise la composition du projet. Il prolonge la composition paysagère et topographique du Parc. Il s'ouvre sur le grand paysage et sera constitutif de la nouvelle Skyline depuis la voie ferrée. La proue vient conclure ce mouvement et mettre en exergue l'articulation entre la voie Nord-Sud et la nouvelle voie.

- Ilot Cathédrales : cet ilot souligne le lien étroit entre le patrimoine industriel restauré et le parc, organise les espaces et les usages. Les bâtiments patrimoniaux orientent la géométrie des circulations et constituent le fond de scène. Le projet a pour ambition de faire se répondre les usages du dedans et du dehors entre le parc et les Cathédrales par l'aménagement d'un parvis planté : les espaces de pratique, les espaces de restauration, ainsi que le préau ouvert rendent possible ce dialogue. Parc et Cathédrales, sur 3 ha d'un seul tenant, sont ouverts et accessibles au public. Cet ensemble offre des vues apaisées et uniques à l'ensemble des programmation existantes et futures.

- Ilot des Enfants : cet ilot vient organiser la couture en plan et en volumétrie avec le groupe scolaire Aimé Césaire. Il intègre dans sa composition les extensions des cours scolaires existantes et constitue avec l'îlot Parc l'alignement de la voie nouvelle. Il vient refermer le projet au Nord et protège les cours de récréations des nuisances sonores.

- Ilot Faubourg : cet ilot vient quant à lui constituer une nouvelle façade côté Cathédrales aux bâtiments existants sur la rue du Bailly. Il complète la composition urbaine de l'îlot ThyssenKrupp (TKE) porté par Plaine Commune Développement. L'ensemble doit également accueillir la relocalisation des équipements publics existants (PMI, crèche) existants actuellement au Sud du chemin des Petits Cailloux sur le foncier de l'ilot Cœur de ville.

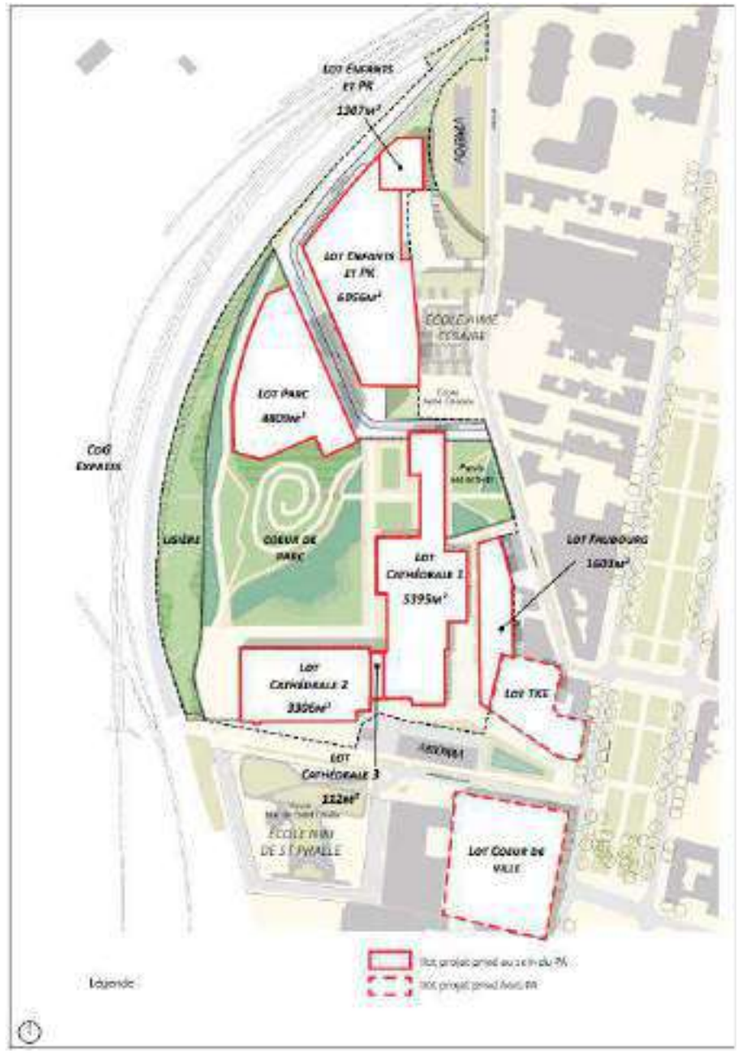


Figure 280 : Plan général du projet d'aménagement avec la distinction des ilots projet insérés au Permis d'aménager

D'un point de vue réglementaire, le projet d'aménagement répond à plusieurs échelles règlementaires :

- Les mesures d'évitement et de réduction (lisière de biodiversité & report sur le parc)
- PLUi selon les secteurs UVP et UMGP et liés aux lots privés et publics
- La compensation des arbres abattus tel que règlementé au PLUi
- La règlementation pompière pour un équipement recevant du public tel que les cathédrales du rail (ERP de type L catégorie 1).

3.5.2. Principes paysagers et espaces publics – Le Parc

Le projet accueillera un grand parc urbain public de 1,8 hectares, point de départ d'un projet de voie verte reliant le site à la gare des Mines et la porte de la Chapelle.

Pièce paysagère centrale du projet, le parc se déploie dans le projet d'aménagement, comme un support de biodiversité et de multiples usages. Véritable îlot de fraîcheur et de bien-être, le parc est conçu selon plusieurs enjeux :

- une friche ferroviaire en place, retranscris en lisière de biodiversité
- les fondamentaux de conception liés au projet urbain
- les invariant techniques qui se compilent aux fondamentaux

Dans le cadre de la réalisation des équipements et espaces communs du lotissement, l'Aménageur (la SAS des Cathédrales du Rail) réalisera la dépollution nécessaire au changement d'usage, le nivellement nécessaire à la gestion des eaux pluviales à l'échelle du quartier et la réalisation des structures de voiries nécessaire à la défense incendie du quartier.

Après transfert de cet équipement commun du lotissement, Plaine Commune réalisera l'ensemble des aménagement qualitatifs et plantations du Parc.

3.5.2.1. Principes paysagers et espaces publics – Le Parc

Le parc des Cathédrales du Rail se déploie au sein de ce nouveau quartier aménagé, et se veut le plus vaste possible. Pièce maîtresse en articulation avec l'équipement culturel, le parc s'appuie sur les façades existantes des Cathédrales et les nouveaux îlots à bâtir. Cet équipement public du projet urbain s'appuie sur des fondamentaux :

- Une mise en valeur du patrimoine des deux cathédrales par et depuis le parc
- Un écrin de biodiversité inscrit dans les trames écologiques du territoire
- Une accroche aux existants pour conforter des usages (écoles) et des vues sur un territoire lointain (Skyline du paysage ferroviaire)
- Ne pas suraménager les espaces, mais compiler aspects règlementaires aux ingénieries écologiques pour constituer des milieux et des ambiances

A ce titre, le parc de 1.8ha (18 253 m²) se déploie entre espaces ouvert dédiés aux habitants et des espaces en faveur de la biodiversité en place.

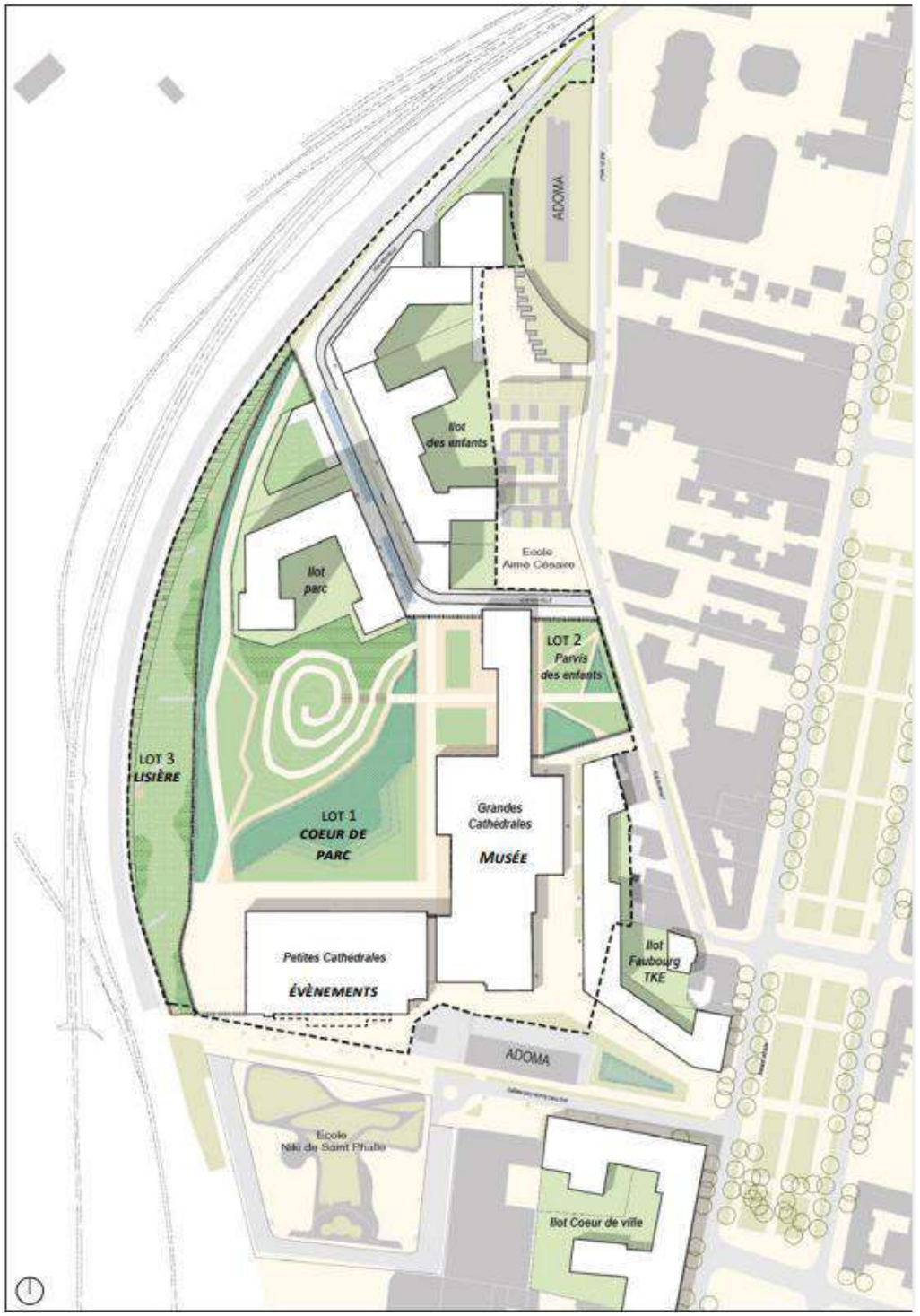


Figure 281 : Plan général du projet d'aménagement - D&A, COLOCO, MERLIN, Permis d'aménager

Afin de maintenir ces fondamentaux du projet urbain, le parc se décompose en 6 axes qui répondent également aux invariants techniques :

- Un parc d'un seul tenant
- Un dialogue entre les équipements
- Les limites du parc
- Accès pompiers, gestionnaires et livraisons
- Une topographie affirmée par un équilibre de déblais-remblais
- Encapsulage des terres traitées
- Le parc comme refuge des épisodes pluviaux
- Des milieux du parc
- La lisière de biodiversité

Au sein du futur parc, l'Aménageur réalisera ainsi les équipements communs suivants :

- Desserte pompier en réalisant la structure des voiries pompiers
- Une topographie affirmée par un équilibre des déblais remblais
- Encapsulage des terres traitées
- Le parc comme refuge des épisodes pluvieux
- La lisière de biodiversité.

A l'issue de ces travaux, les terrains seront cédés à Plaine Commune qui assurera la maitrise d'ouvrage du reste des travaux.

❖ Un parc d'un seul tenant

Le parc est un espace public qui distingue plusieurs espaces. Conçus d'un seul tenant, il s'appuie sur des axes principaux pour assurer les continuités avec la ville. Néanmoins, ce parc est un espace clôturé et fermé la nuit. Les horaires seront déterminés par le gestionnaire du parc. Les limites du parc sont en partie appuis des îlots à bâtir et des Cathédrales. Inscrit sur le territoire et avec les projets de développement à venir sur le secteur sud de l'avenue Wilson, ce parc d'un seul tenant se déploie et s'inscrit en continuité des projets d'aménagement et du contexte en appuis.

Les 4 axes principaux sont les suivants :

- L'axe Nord Sud en appuis de la grande cathédrale : cet accès permet de longer la grande cathédrale reliant ainsi le parvis de la petite cathédrale à l'accès nord en cœur de quartier. En appuis de la façade sa largeur minimum de 4m et maximale de 8m permet d'assurer le passage des pompiers, des gestionnaires du parc ainsi que des flux étendus de piétons se promenant.
- L'axe Nord Sud à l'ouest du parc : il reconnecte aujourd'hui la rue du Bailly par la voie nouvelle jusqu'au Chemin des Petits Cailloux au niveau de l'école Niki de Saint Phalle. Cet accès est un accès piéton et cycle qui permet de relier le quartier au parc. En appui d'une voie cyclable du territoire, la largeur de 4m de la voie permet le passage règlementaire des pompiers, ainsi que des gestionnaires du parc. Sur sa partie nord, la voie constitue l'accès voie échelle des pompiers pour la résidence étudiante et la façade ouest des logements sur l'îlot parc.
- L'axe Est – Ouest qui traverse la nef de la grande Cathédrale : cet axe correspond à la diffusion du parc sur le quartier. La nef inscrite dans le parc comme une programmation propre, est traversée sur sa travée principale. Ce chemin de 4m de largeur relie la rue du Bailly existante depuis le Parvis des enfants jusqu'au cœur nord du parc.
- L'accès sur la butte est envisagé dans l'axe principale de cette entrée. Déployé en escargot sur la butte, cet accès piétons et gestionnaires mène jusqu'au point haut en belvédère.

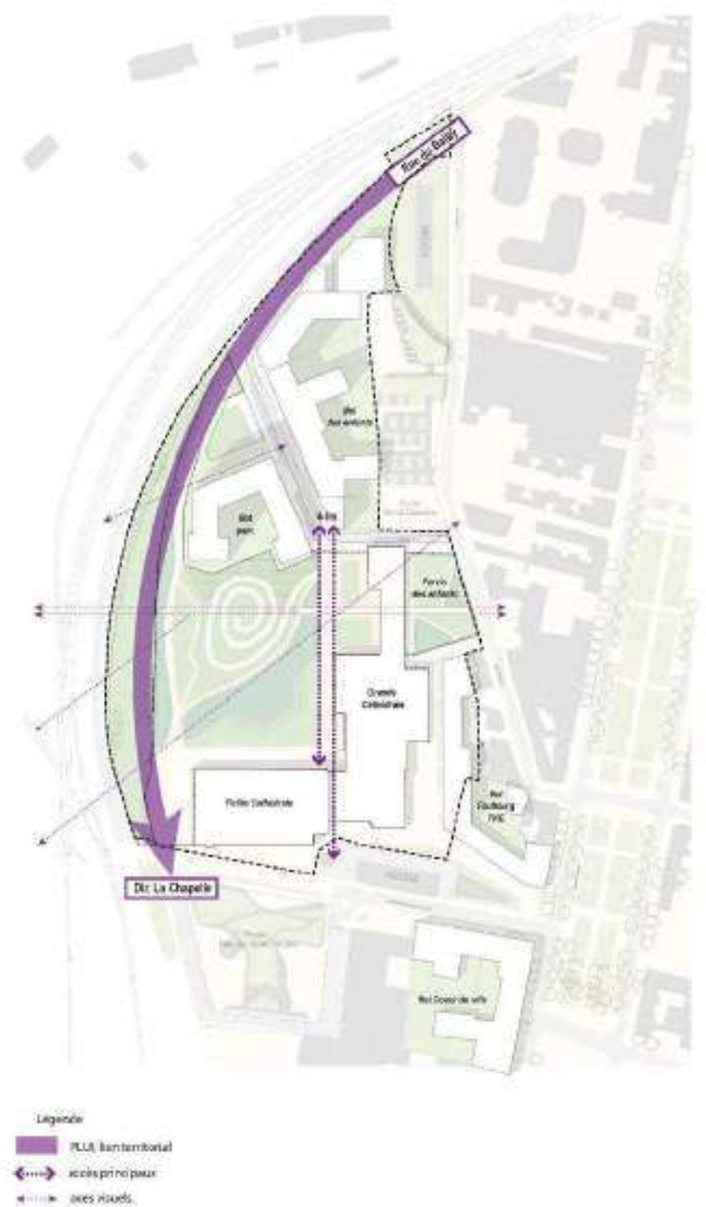


Figure 282 : Les axes majeurs de composition du parc - D&A, COLCO, Merlin - Permis d'aménager

Ces 4 axes sont essentiels au projet urbain et paysager. Ils permettent de mettre en évidence :

- 2 entrées métropolitaines depuis l'avenue Wilson et la rue du Bailly
- 4 entrées de quartier depuis le chemin des petits cailloux et la nouvelle voie du projet d'aménagement

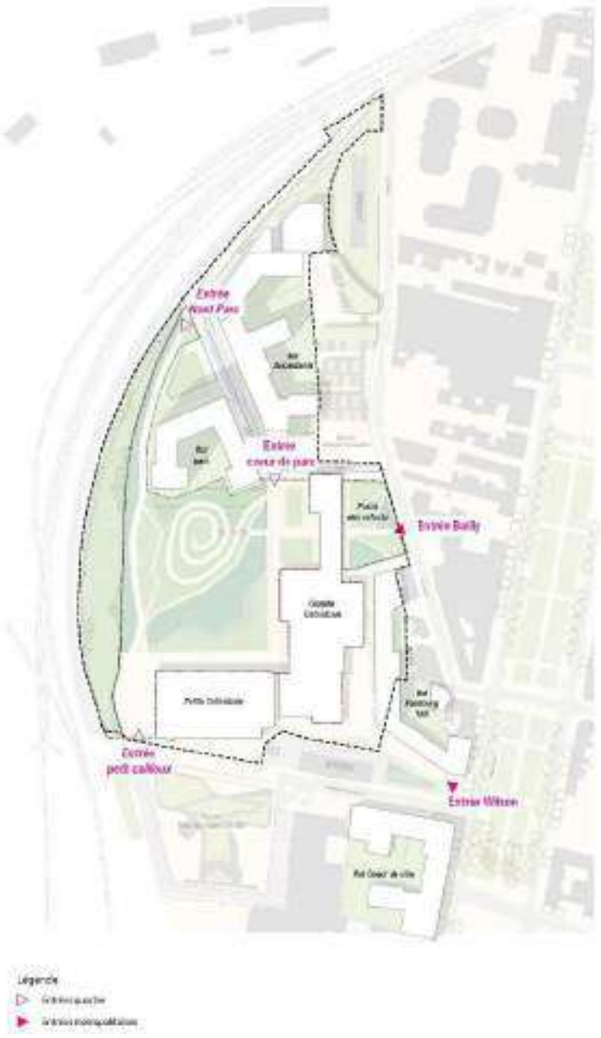


Figure 283 : Les entrées du parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Le parc préserve et met en scène les Cathédrales du Rail. Déployé sur 1.8 ha d'emprise, ce parc traverse la nef de la grande cathédrale, se transformant en espace couvert.

A l'est des voies ferrés, adossée au parc une réserve de biodiversité sur 0.5 ha reconstitue les milieux de la friche pour accueillir la faune et la flore recensées

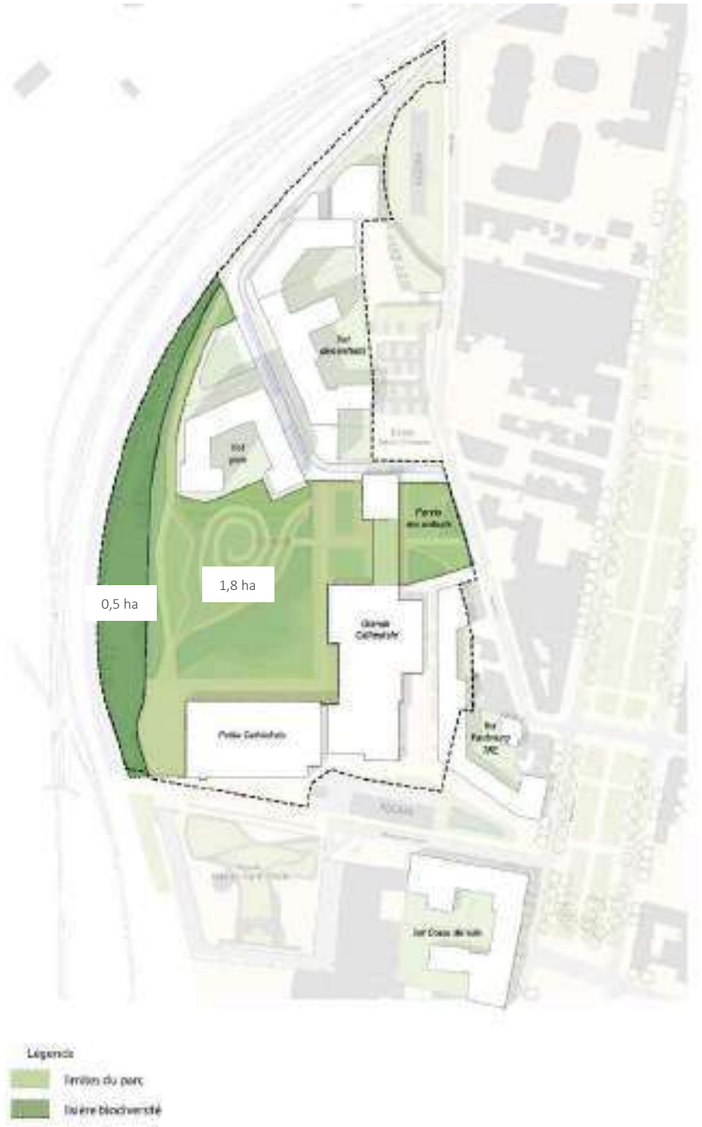


Figure 284 : Emprise du parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Adossé aux Cathédrales, le parc offre "un vide" aux pieds des façades pour mettre en scène ces dernières, caractéristiques du patrimoine industriel du XXème. Cette mise en valeur des façades des Cathédrales inscrites aux Monuments Historiques, confirmée avec l'Architecte des Bâtiments de France et la Compagnie des Architectes en Chef des Monuments Historiques, permet d'offrir aux cathédrales toute leur splendeur au sein d'un écrin de verdure en appuis sur les façades de ce patrimoine.

Figure 285 : Mise en valeur du patrimoine des Cathédrales du Rail - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Ce parc devient une pièce urbaine à part entière, il s'inscrit au cœur du quartier, où s'articule la programmation culturelle et habitante.

Dans le cadre du Permis d'Aménager, la SAS réalise :

- la voie de desserte des ilots nord
- Au sein du parc : les travaux nécessaires à la réalisation du projet d'aménagement : la lisière de biodiversité, la dépollution, les nivellements, les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales, les encapsulages
- la structure de la voie Nord- Sud qui traverse le parc à l'ouest (hors finitions)
- la structure de voie des parvis en cœur de parc (hors finitions)
- Les parvis sud et est des Cathédrales
- Sous l'ensemble de ces espaces, les réseaux nécessaires.

La lisière de biodiversité fait l'objet de mesures d'évitement et de réduction liées au projet d'aménagement tel que convenu avec l'autorité environnementale.

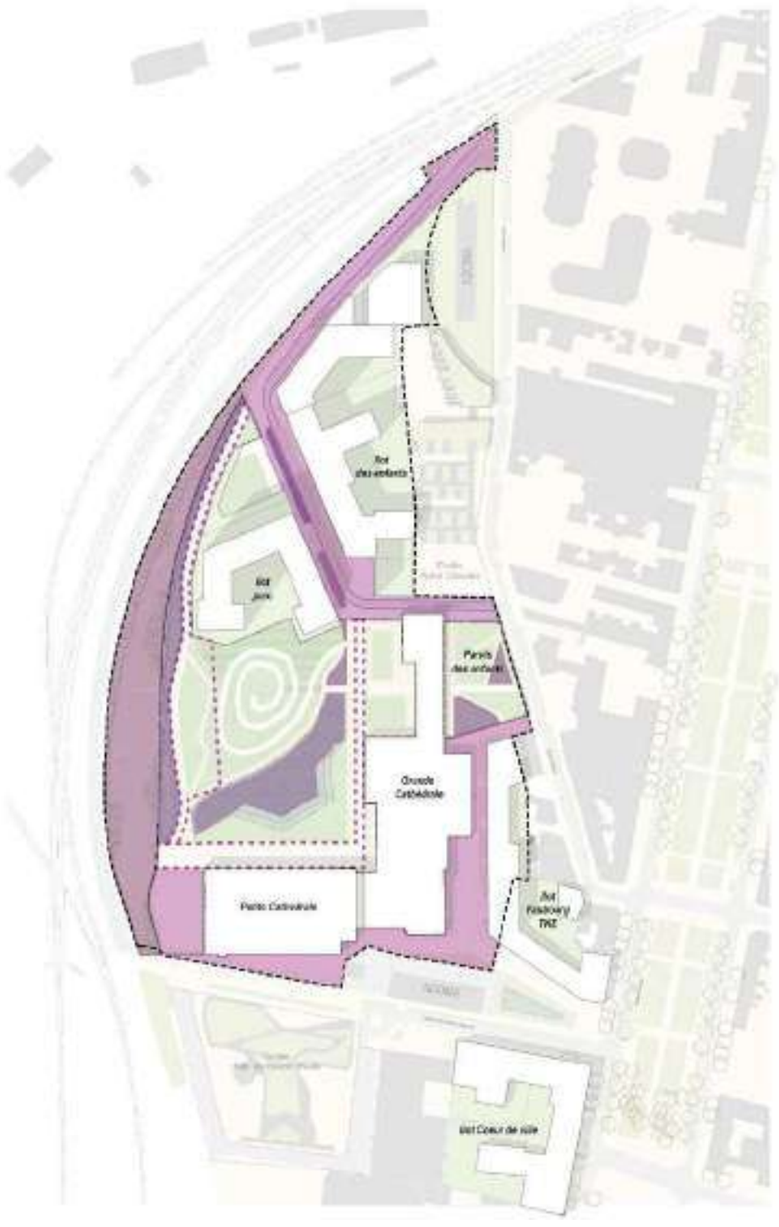


Figure 286 : Plan des Maîtrises d'ouvrage du parc sous la SAS Cathédrales du Rail - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Au sein du périmètre du permis d'aménager, Plaine Commune réalisera sous sa maitrise d'ouvrage les travaux de revêtements qualitatifs, de finition, de plantation du parc et d'équipement du parc. Pour ce faire Plaine Commune déposera son propre permis d'aménager précisant ces travaux.

Le parc fera l'objet d'un second Permis d'Aménager porté par Plaine Commune dans une seconde phase.

Au-delà du permis d'aménager, Plaine Commune prévoit de requalifier la rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux bordant le périmètre du permis d'aménager.

La ville de Saint-Denis réalisera également des travaux d'extension de la cour d'école du groupe scolaire Aimé Césaire.

Figure 287 : Plan des Maîtrises d'ouvrage sous Plaine Commune – D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager

❖ Dialogue entre les équipements

L'équipement culturel et l'équipement paysager sont en dialogue. La petite Cathédrale s'ouvre sur un parvis en continuité d'une plaine évènementielle, permettant aux usagers de profiter des deux équipements à la fois.

Le parc traverse la nef, devenant un espace couvert du parc offrant de nouveaux usages. A l'entraxe entre le parvis des enfants et le cœur de parc, ce lien permet d'assurer une entrée continue depuis la rue du Bailly en lien avec l'école Aimé Césaire.

Ce dialogue permanent permet d'assurer une programmation mixte, tout en offrant des usages distincts selon les temporalités.

❖ Les limites du parc

Les limites du parc s'appuient sur l'existant. Afin de ne pas sur-aménager, elles s'adossent aux limites privées et éléments bâtis. On retrouve ainsi :

- Clôture parc de 2.20m de hauteur en alignement avec la clôture imposée sur l'espace limitrophe du CDGX. Etant à proximité du domaine ferroviaire, une limite stricte est tenue sur la zone ouest de la réserve de biodiversité.

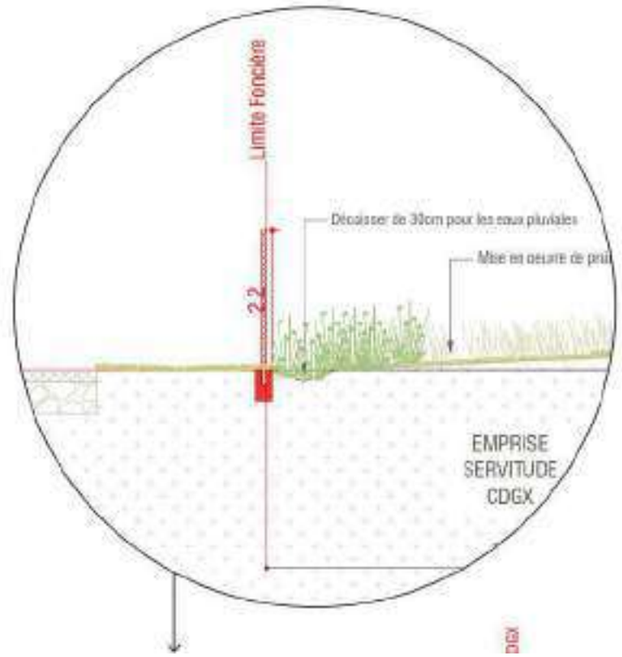


Figure 288 : Clôture de 2200 mm de haut - BIOCOR

- Le bâti des Cathédrales fait office de clôture
- Les clôtures des limites privées constituent les limites du parc
- une clôture type square de 1.20m de hauteur sur le parvis des enfants
- au sein du parc, une limite défensive de 1.50m de hauteur distingue l'espace de la lisière de biodiversité du parc accessible au public
- enfin une limite temporaire peut-être installée sur le parvis de la petite cathédrale lors d'évènements.

A ce titre, les hauteurs s'alignent tel qu'indiqués au PLUi et dans les conditions particulières de ce projet. Les clôtures intègrent les passages faunes, elles sont plantées et le RAL de la commune à respecter est le 7021.

© TERAO 2026

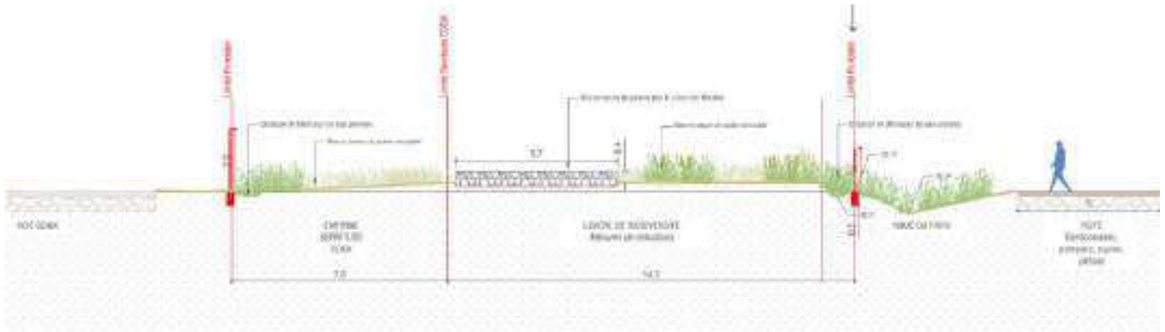


Figure 289 : Coupe des clôtures entre la servitude CDGX et l'axe Nord-Sud intégré au parc - COLOCO

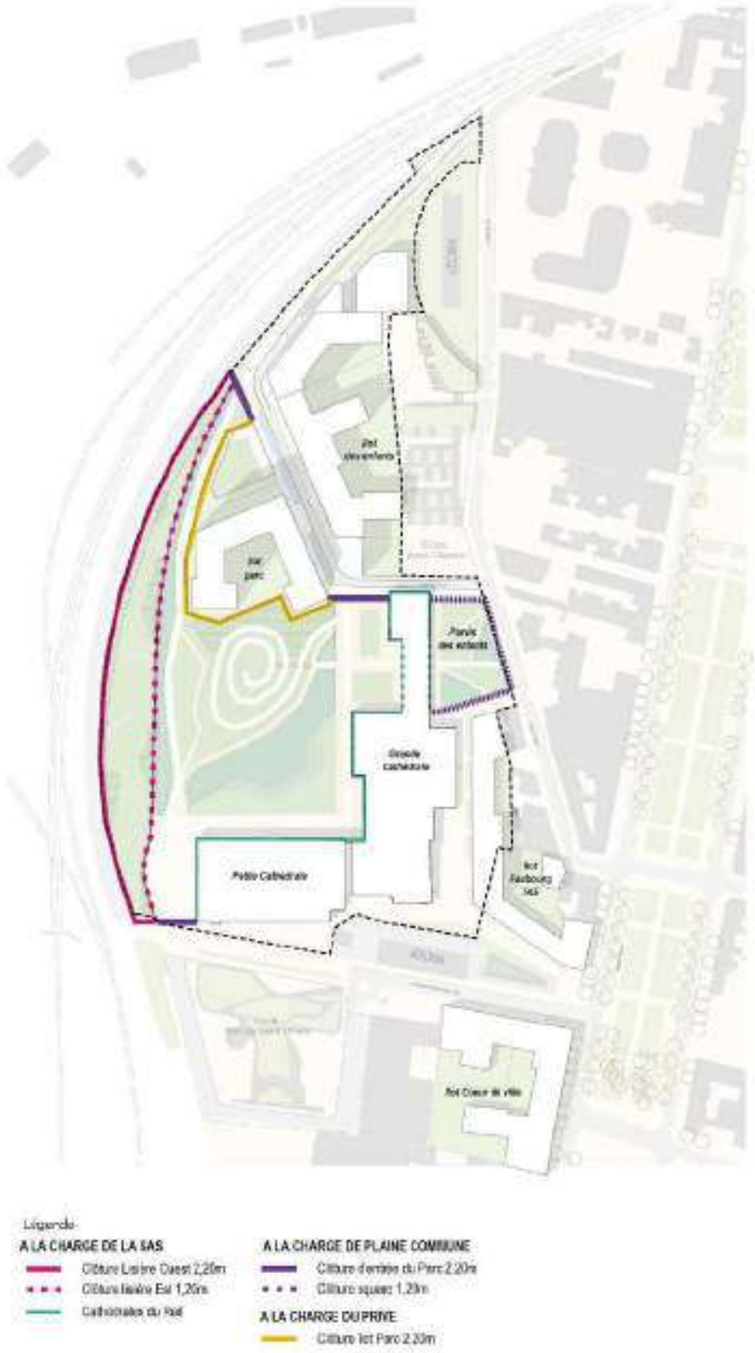


Figure 290 : Plan des limites du Parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

❖ Accès du parc et livraisons

Le parc déploie des accès divers, dont les horaires s'adaptent selon les raisons :

- Le parc est accessible aux piétons à chacune de ces entrées.
- Un axe Nord-Sud vélo est indiqué sur la piste. Cet axe est en continuité d'une intention d'aménagement territoriale qui relie le Nord de Saint Denis jusqu'à La Chapelle à long terme. Cet axe est accessible par les vélos en permanence lors des horaires d'ouvertures du parc.
- L'accès pompier est permanent. Cet axe constitue une voie échelle pour l'îlot parc. Les abords des Cathédrales sont également accessibles aux pompiers
- Le gestionnaire du parc peut accéder à tout espace imperméabilisé dans le cadre de la gestion

Chaque accès sera règlementé par le gestionnaire du parc et selon les horaires définis par le gestionnaire.

L'équipement culturel des Cathédrales nécessite des livraisons pour alimenter sa programmation permanente comme évènementielle. Ces livraisons seront encadrées dans le cadre d'une convention selon des horaires spécifiques.

La livraison est ainsi assurée par un accès via le Chemin des Petits Cailloux, accédant au parvis ouest de la petite cathédrale. Le retour se fait depuis le Chemin des Petits Cailloux. A ce titre le retournement des camions est étudié, il n'empiètera pas sur l'axe Nord-Sud.

En cas d'évènements, la logistique est intégrée pour permettre un accès constant aux usagers du parc.

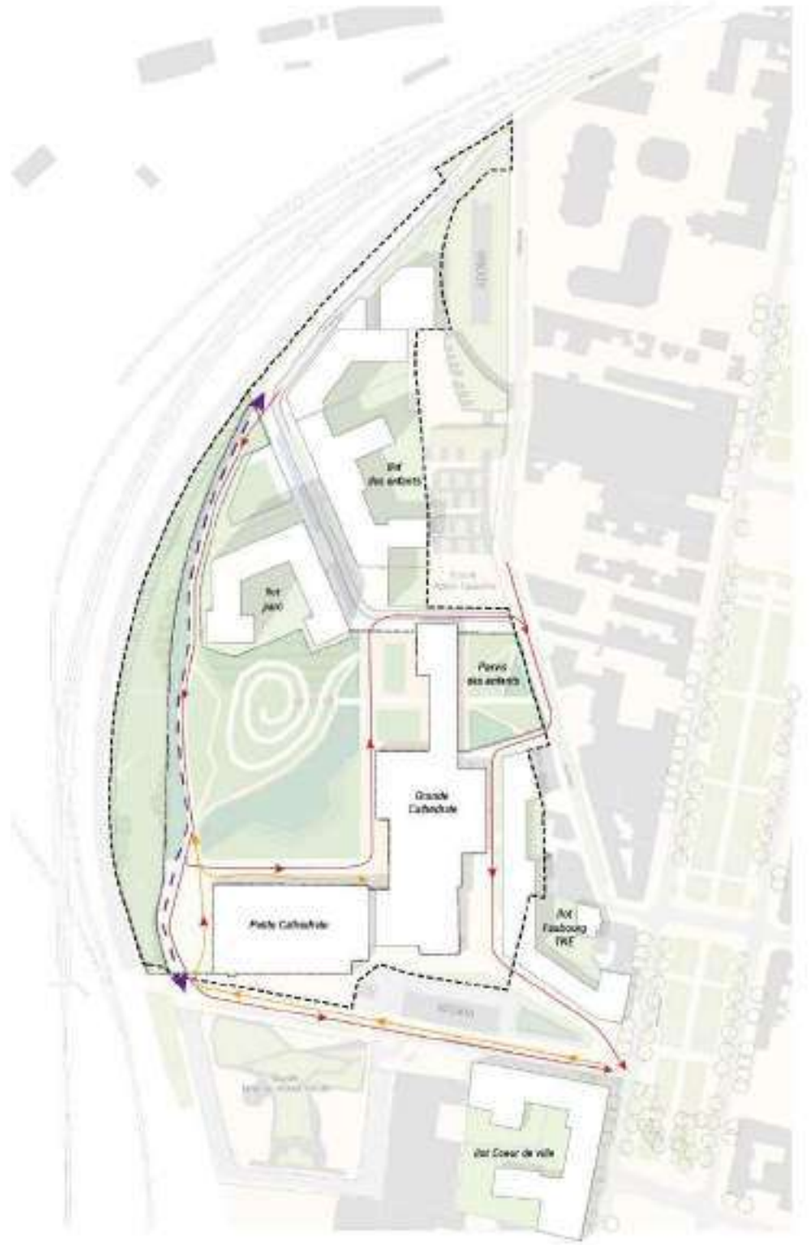


Figure 291 : Plan de synthèse des accès et livraisons sur le parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

❖ Une topographie affirmée par un équilibre de déblais - remblais

La conception du parc s'adosse à l'équilibre déblais - remblais du projet urbain. Ce réemploi des terres traitées directement sur site sans exportation est une ambition vertueuse. Ce maintien sur site des terres excavées et traitées dans le cadre du projet urbain, permet de :

- limiter les nuisances du chantier sur l'environnement direct avec les allers & retours de camions évités
- traiter les terres polluées sur site, adopter un plan de gestion de ces terres traitées sur le site et les mettre en œuvre sur le site par le biais du nivellement

Pour cela, le projet conçoit la mise en place d'une butte de 7m de hauteur en appui de l'îlot Parc. Son relief se poursuit sur l'îlot, confortant ce dernier comme étant intégré au parc.

Assurant une continuité d'ambiance entre l'îlot privé et public, la butte offre un belvédère sur le parc. Cette butte accessible PMR, permet d'arpenter un sous-bois en découvrant petit à petit le paysage lointain du territoire dyonisien.

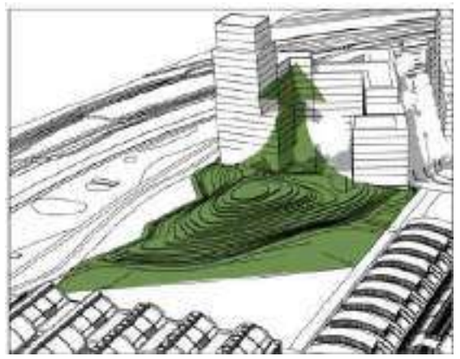


Figure 292 : Concept du parc qui se déploie sur la butte et au travers des émergences – D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager

Ce relief joue avec la verticalité des émergences, tout en plongeant dans les espaces d'infiltrations, pour composer un ensemble unique.

L'ensemble du projet est d'abord livré au stade du nivellement, et intègre cet équilibre déblais-remblais et la gestion des pluviales. Le pied de la butte correspond au fond de la noue du parc, qui borde la butte.

Ce nivellement est réalisé pour assurer les 3 conditions suivantes :

- fondamentaux de conception
- engagement et équilibre de gestion des déblais-remblais
- gestion des eaux pluviales

Celui-ci est ainsi livré à -50cm du sol fini.

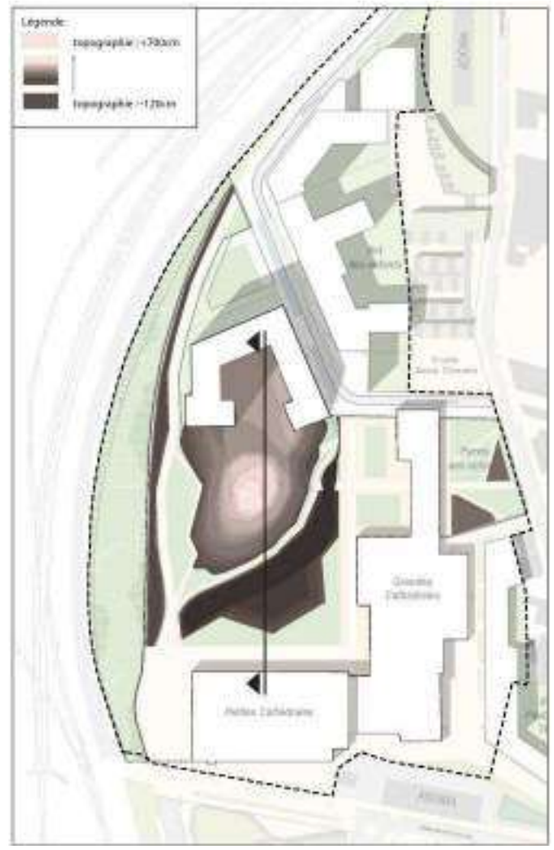


Figure 293 : Schéma du relief dans le parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Figure 294 : Coupe du relief du parc - COLOCO - Permis d'aménager

❖ Encapsulage des terres traitées

Les sols en place présentent un seuil de pollution qui nécessitent un traitement des terres pour atteindre les seuils acceptables dans le cadre du changement d'usage du site et de la réutilisation in situ des terres. Cependant au regard des analyses, un volume de terre est considéré insuffisant en termes de seuils d'acceptation même après le traitement.

Un volume des terres traitées sera donc encapsulé dans une géomembrane dans les sols du parc. Cette géomembrane ne pouvant être superposée à un ouvrage d'infiltration, est avant tout positionné sous des surfaces imperméables, assurant la portance donnée pour des accès pompiers, gestionnaires et de livraisons.

De même, ces encapsulages ne peuvent être en contact avec les systèmes racinaires des arbres, leur positionnement induit ainsi un juste équilibre des ambiances et composition végétale du parc.

A ce jour, sont évaluées les emprises maximales nécessaires pour l'encapsulage des terres. Ces volumes seront affinés dans le cadre des études. Cet encapsulage positionné dans le parc, pourra être végétalisé sur sa surface supérieure, en fonction du projet du Parc porté par Plaine Commune.

Les alvéoles rassemblent les conditions suivantes :

- A 1,50 minimum des fondations bâties
- Permet d'accueillir une structure de voirie légère ou lourde en surface, et/ou 80 cm de terre végétale
- L'intégration d'évents dans des regards au niveau des sols

Enfin, après analyse des sols en place, les emprises capables projetées pour ces alvéoles seront affinées, afin d'être minimisées si possible.

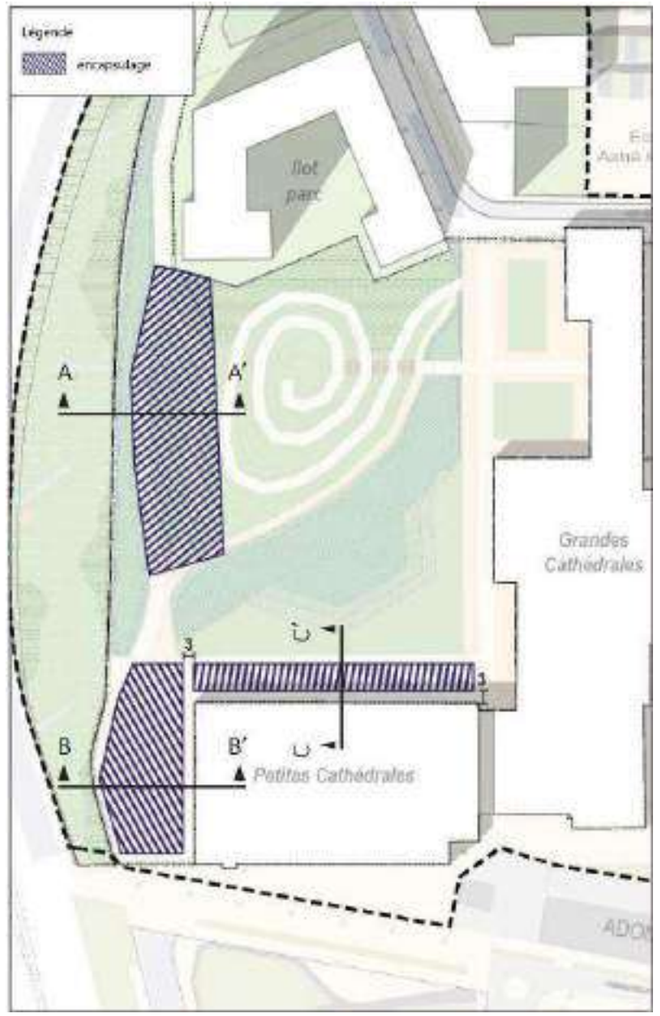


Figure 295 : Schéma des emprises maximales d'encapsulages dans le parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

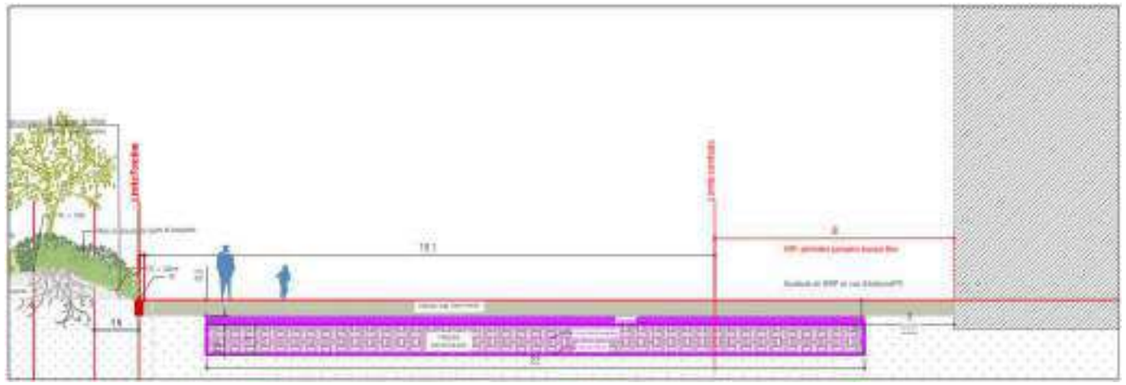


Figure 296 : Coupe BB' de l'encapsulage ouest sous le parvis de la petite cathédrale - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Figure 297 : Coupe AA' de l'encapsulage au coeur du parc - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

❖ Le parc comme réservoir des épisodes pluvieux

Ce projet infiltre les eaux pluviales à ciel ouvert. Tout en respectant les préconisations géotechniques du site (mise à distance de 5m des fondations), les ouvrages d'infiltrations des pluviales dans le parc sont dimensionnés pour accueillir les pluies décennales, trentennales et centennales.

Par ce biais, les cathédrales ne risquent pas d'être inondées. Les sous bassins versants convergent en direction du Parc, qui absorbent les eaux de pluies ruisselantes au travers des ouvrages. Les ouvrages sont dimensionnés pour communiquer entre eux, fonctionnant en engrenage les uns avec les autres. Véritables milieux du Parc, ils sont conçus pour fonctionner avec les usages programmés sans interférer l'ouverture du parc. C'est une gestion des eaux pluviales à l'échelle du quartier qui est mise en œuvre sur le parc.

Le nivellement de ces ouvrages, ainsi que le fonctionnement hydraulique sont dimensionnés conformément aux règlements du SDAGE et de Plaine Commune :

- infiltration avec zéro rejet jusqu'à la trentennale
- vidange en 48h en pleine terre
- sur les espaces publics, une maîtrise des risques avec les volumes des centennales intégrés au parc, maintenant les Cathédrales à sec.

Validé par les maîtrises d'ouvrages, les toitures des Cathédrales (foncier privé) sont intégrées aux ouvrages d'infiltrations sur le parc (foncier public).

Le reste des îlots privés (îlot parc, îlot des enfants, îlot Faubourg TKE, îlot Cœur de ville) doivent gérer les eaux pluviales à la parcelle.

Quelque soit les ouvrages d'infiltration, ils doivent limiter les risques d'inondations, favoriser l'infiltration à ciel ouvert et constituer un espace végétalisé et paysagé participant au cadre de vie des usagers, ainsi qu'un espace favorable à la biodiversité.

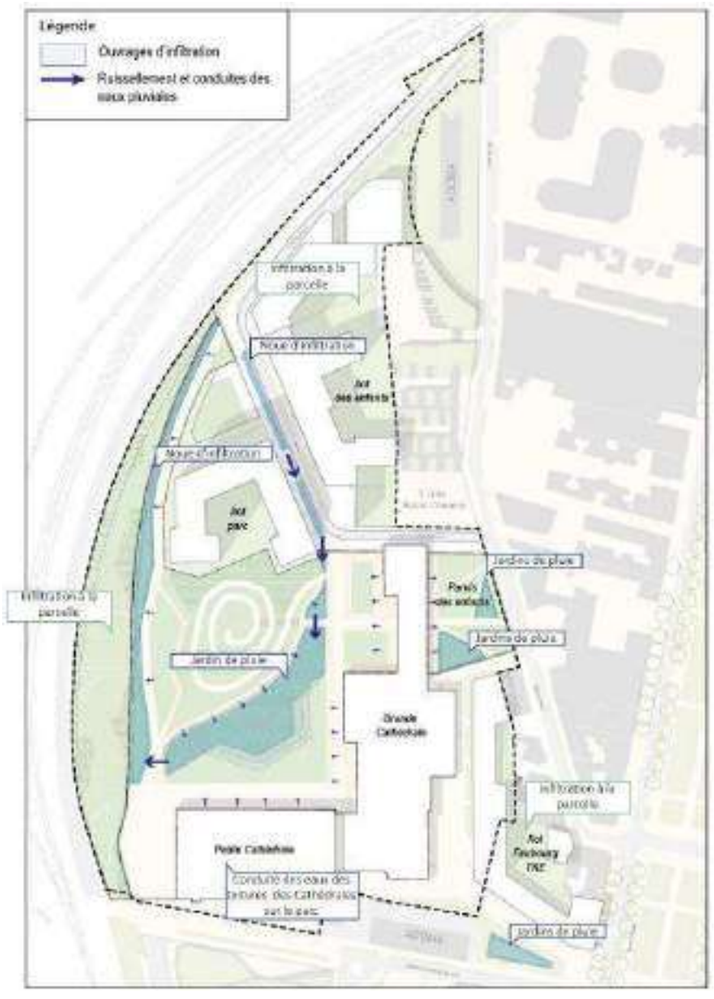


Figure 298 : Schémas des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales à l'échelle du projet urbain - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Figure 299 : Coupe de l'ouvrage d'infiltration en pied de butte - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

❖ Des milieux en lien avec les usages et le patrimoine existant

Face aux enjeux climatiques et le besoin de Nature en ville, ce parc offre un espace de fraîcheur aux habitants. Déployé sous la forme de plusieurs ambiances végétales, l'objectif est bien de :

- Diversifier les milieux et les strates
- Assurer les 70% d'espèces locales et indigènes
- Conforter les espaces d'infiltrations
- Constituer des espaces ouverts de prairie
- Constituer un milieu forestier de fraîcheur
- Conforter un milieu friche dédié à la biodiversité faune flore du site

Pour ce dernier point, le projet doit réserver 950 m² de réservoir de biodiversité sous la forme d'un milieu de haies et bosquets, en plus de la lisière de biodiversité non accessible au public. A l'interface avec l'îlot parc, ce milieu permet de garantir un espace dédié à la faune à distance des usagers tout en garantissant un espace tampon entre le public et le privé.

La lisière devient le réceptacle de cet espace dédié à la faune locale.

Des milieux en eau en lien avec les ouvrages d'infiltrations sont programmés pour assurer les besoins de fraîcheur grâce aux phénomènes d'évapotranspirations.

Enfin, c'est un juste milieu entre essences caduques et persistantes, répondant aux enjeux climatiques, qui seront implantées pour assurer :

- Des espaces de fraîcheur l'été
- Des espaces lumineux, même en hiver
- Des multi strates favorables à la biodiversité
- Des ambiances distinctes pour chaque usager

Figure 300 : Composition des milieux naturels - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

❖ Lisière de biodiversité

Cette lisière de biodiversité est conçue en continuité du parc. Elle accueille la faune et la flore recensée sur la friche ferroviaire, reconstituant des milieux et habitats adaptés.

Cet espace aux franges du parc en limite du réseau ferroviaire, est maintenu inaccessible aux usagers. Seuls les gestionnaires peuvent avoir un accès ponctuel.

Son emprise totale de 5 238 m².

Cette lisière fait l'objet de mesures de réduction et d'évitement à la suite de l'étude faune-flore 4 saisons réalisée par BIOCOR qui étudie l'impact du projet d'aménagement sur la friche.

Bien que créée à proximité et non strictement in situ, cet espace a été considéré comme mesure de réduction par les services de l'État au regard de la forte dégradation du site d'implantation. L'objectif est non seulement de réduire directement les incidences, mais également de renforcer le niveau de fonctionnalité écologique, allant ainsi au-delà de la simple équivalence fonctionnelle visée à l'article L. 163-1 du Code de l'environnement.

Ce sont 4 milieux types qui sont recréés, au sein desquels des zones d'habitats ponctuels sont créés :

- prairie mésophile
- prairie xerophile
- haies et bosquets
- gabions

Des zones d'habitats ponctuels sont recréés. Le projet se déploie en continuités des axes de construction du par cet se veut apparaître comme un tout.

Des milieux sont reportés en dehors de la lisière, tel que :

- 449 ²2 de prairie mesophile en toiture de la résidence étudiante
- 925 m² de haies et bosquets sur la butte en interface entre l'îlot Parc (privé) et le parc (public).
- 3 nichoirs pour Faucon crécerelles seront installés sur les toitures des Cathédrales et des écoles

Il est ainsi prévu les aménagements surfaciques suivantes dédiées à la biodiversité. La première phase de travaux de la lisière a été mise en œuvre durant l'hiver 2025-2026.

Tableau 43 : Décompte des surfaces mises en œuvre - BIOCOR, COLOCO - Permis d'aménager

Mesures d'évitement et de réduction	Demande initiale	Quantité sur lisière inaccessible	Total	Quantité sur servitude CDCX non comptabilisable	A COMPTABILISER EN MESURES			
					Quantité Phase 1 Hiver 25-26	Quantité Phase 2 Hiver 26-27	Quantité sur Parc / Projet d'aménagement (phase 2)	
Prairie mésophile	1520 m²	3 071,00	**3 520.00**	830,00	1 506,00	1 565,00	449,00	sur toiture de la résidence étudiante
Prairie xerophile	200 m²	200,00	**200.00**	521,00	200,00	0,00		
Haies Bosquets	1737 m²	813,00	**1 738.00**		383,00	430,00	925,00	sur la butte dans le parc en interface avec l'îlot
Arbres	13 u	13,00	**13.00**		4,00	9,00		
Gabions	79 m²	79,00	**79.00**		62,00	17,00		
Gravillons	38 m²	39,00	**39.00**		15,00	24,00		
Hibernaculums	12 m²	12,00	**12.00**			12,00		
Hibernaculum petit invertébré	6 m²	6,00	**6,00**		6,00			
Dravé des Moraines	3 m²	3,00	**3,00**		3,00			
Nichoirs	4 u	1,00	**4,00**		1,00		3,00	sur les toitures des Cathédrales + écoles

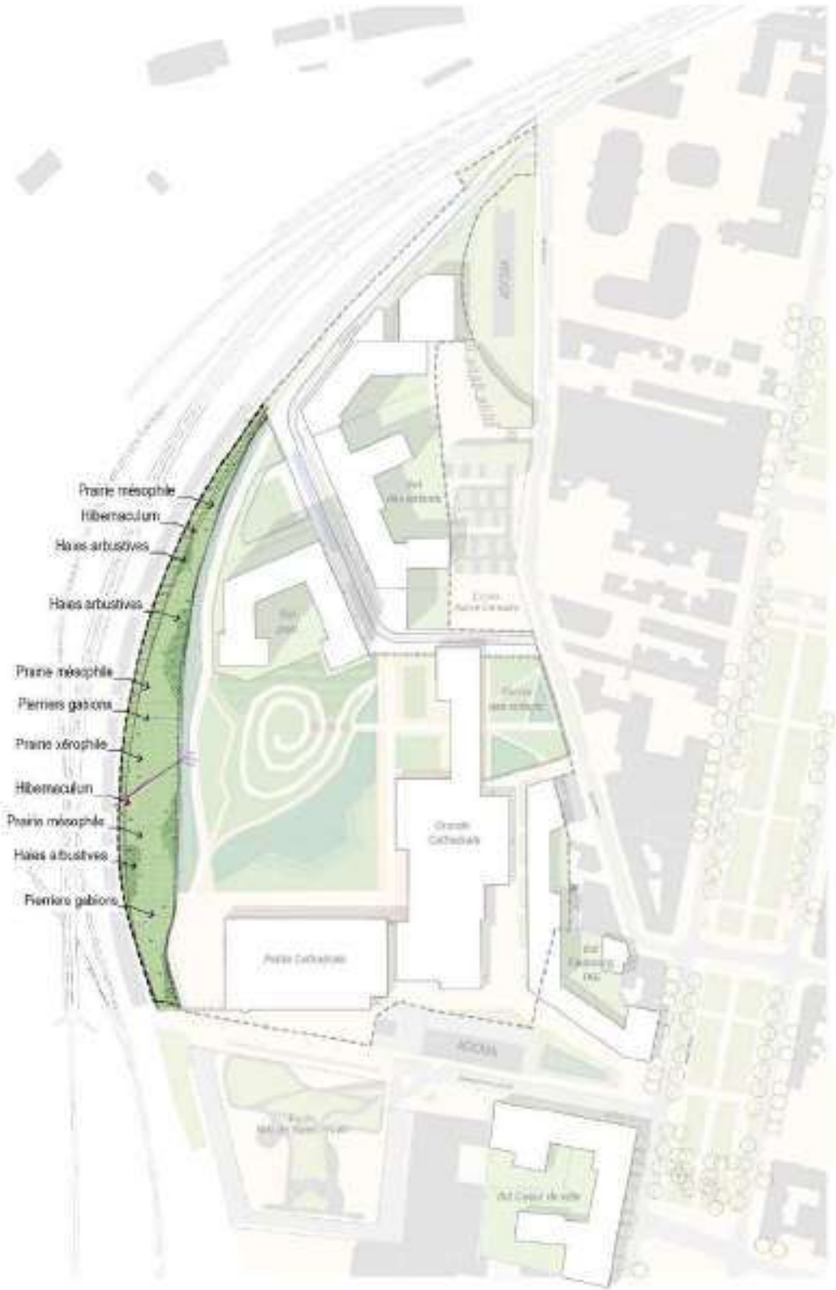


Figure 301 : Plan de maîtrise d'œuvre de la lisière de biodiversité selon les mesures de réduction et d'évitements - BIOCOR, COLOCO - Permis d'aménager

3.5.2.2. Matérialité des espaces publics

Le projet urbain est développé sous la forme d'une conception commune et globale, avec deux maîtrises d'ouvrages pour la mise en œuvre. Une continuité des sols et des espaces est impérative sur les espaces publics tel que les parvis.

Les surfaces imperméables sont minimisées autant que possibles afin de privilégier des espaces semi-perméables et perméables. Adossés aux contraintes et conditions des usages, certains espaces requièrent une imperméabilisation des sols.

Les matériaux sont réputés de qualité, privilégiant le réemploi et adaptés aux contraintes du site :

- Usagers
- Entretien
- Portance

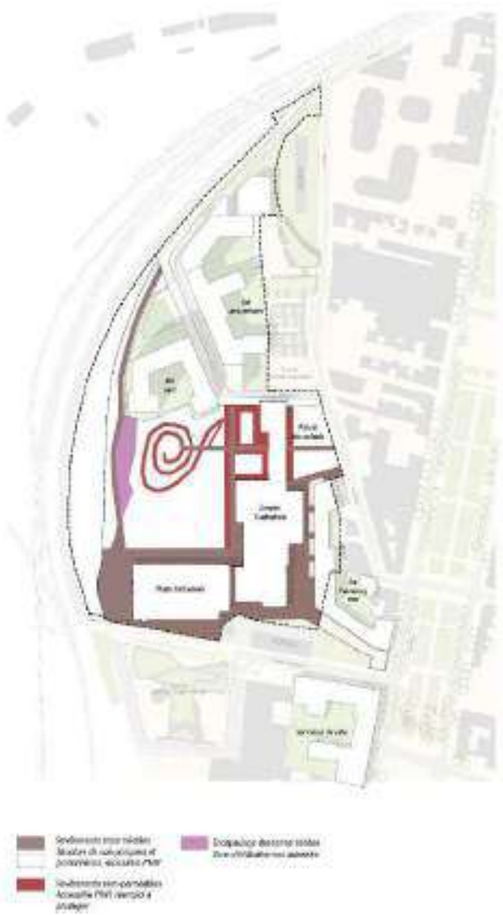


Figure 302 : Principes des espaces perméables / semi-perméables / perméables - D&A, COLOCO, Merlin- Permis d'aménager

❖ Plantation des espaces publics

L'ensemble de ces espaces seront accompagnés de plantations multi-strates qui devront respecter :

- forces maximales des arbres 16-18 (possibles de passer en 12-14 ou 14-16 sur les noues et espaces d'infiltrations)
- un tuteurage tripode pour les arbres sur les voiries
- un tuteurage monopode en biais sur les espaces d'infiltrations, et pour les cépées
- mise en place de protections contre les échaudures résistantes canisses sur les troncs des arbres tiges
- garantie de 3 ans sur les arbres, y compris l'arrosage
- équiper d'une sonde tensiométrique pour au moins un arbre d'alignement sur 15 (à adapter selon les zones et secteurs)
- une profondeur de terre de 1.20m minimum pour les arbres, afin d'obtenir une fosse de 12 m^3
- mélanger les espèces par typologie de zones. Par exemple, sur un gabarit de voie véhiculée, mixer des arbres de plantations de voirie à une trame irrégulière et dense
- associer les espaces plantés de ganivelles de 80cm de haut avec une pose renforcée : 1 poteau tous les mètres et un jambage de renfort aux angles tous les 10m.
- favoriser une palette indigène, ainsi que les essences adaptées au changement climatique

❖ Voirie et trottoirs

- Matériaux albedo clair
- Béton type bouchardé sur les accès piétons et placettes.
- Calepinage avec linéaire de pavés bétons clairs

❖ Parvis des Cathédrales du Rail sur l'espace public

- Matériaux albedo clair
- Béton bouchardé sur les accès piétons et placettes.
- Calepinage avec linéaire de pavés bétons clairs.
- Pavés enherbés sur les seuils et accès or voie circulée

❖ Parvis des Cathédrales du Rail dans le parc

- Matériaux albedo clair
- Béton lissé, adapté au graff (lien à l'équipement cultuel) + véhiculable (pompiers, gestionnaires, livraisons)
- Bordure qualitative en limite avec les espaces perméables du parc

❖ Cheminement dans le parc

- Matériaux albedo clair Béton bouchardé sur les accès piétons principaux
- Pavés enherbés sur les seuils des cathédrales
- Stabilisés sur les cheminements secondaires
- Sentiers en grave ou gestion différenciée

Figure 303 : Schéma de la matérialité des sols des espaces publics - D&A, COLOCO, MERLIN - Permis d'aménager

3.5.3. Principe de nivellement et de gestion hydraulique

L'intégralité des eaux pluviales du projet est gérée dans son emprise par des ouvrages à ciel ouvert et un faible linéaire de canalisations enterrées pour récupérer les eaux pluviales de la voie nouvelle ainsi que de la façade sud des cathédrales.

A l'échelle des lots privés, il est prévu de gérer les pluies d'occurrence trentennale sans rejet aux réseaux publics. Au-delà de cette occurrence, il est ensuite prévu un rejet à débit régulé au sein d'un réseau EP déployé sous la voie nouvelle créée dans le cadre du projet d'aménagement.

Seules les toitures des Cathédrales du Rail se rejettent dans les espaces publics. Une surverse au-delà de 30 ans est prévue. Les lots des Cathédrales sont donc bien connectés au réseau d'assainissement public.

En matière de gestion des eaux pluviales, il est ainsi prévu les objectifs suivants :

- A l'échelle des ilots à construire, une neutralité hydraulique selon une occurrence de pluie trentennale (hormis les Cathédrales du Rail) avec une surverse à débit régulé au-delà.
- A l'échelle des espaces publics, un dimensionnement de gestion des pluies selon une occurrence centennale

Tableau 44 : Synthèse de la gestion des eaux pluviales - Merlin - DLE

	Espace public	Ilots « enfants » et « parc »
Eaux pluviales		
Occurrence trentennale	Stockage dans les dispositifs de rétention de l'espace public et infiltration sur place	Gestion à la parcelle avec infiltration sur site
Occurrence centennale		Rejet à débit contrôlé dans le réseau mis en place par l'aménageur raccordé aux réseaux existants rue du Bailly

A l'échelle des espaces publics, le site est divisé en 4 bassins versants :

- BV 1 : 7 602 m² - correspondant à la rue nouvelle (tronçon nord), l'axe Nord-Sud et la frange nord de butte paysagère
- BV 2 : 2 803 m² correspondant à la rue nouvelle (tronçon jusqu'à la rue du Bailly)
- BV 3 : 21 360 m² correspondant au Cathédrales du Rail et son parvis ainsi qu'au parc jusqu'au versant sud de la butte paysagère
- BV 4 : 4 744 m² correspondant au parvis des enfants

Il est ainsi prévu les aménagements suivants :

- Toiture étanche des Cathédrales du Rail : 8 930 m² pour un coefficient d'imperméabilisation estimé à 0,95
- Espace perméable : 1 310 m² pour un coefficient d'imperméabilisation estimé à 0,6
- Revêtement imperméable : 14 015 m² pour un coefficient d'imperméabilisation estimé à 0,95
- Espace vert en pleine terre : 8 369 m² pour un coefficient d'imperméabilisation estimé à 0,2
- Zone d'infiltration des eaux pluviales : 3 635 m² pour un coefficient d'imperméabilisation estimé à 0,5

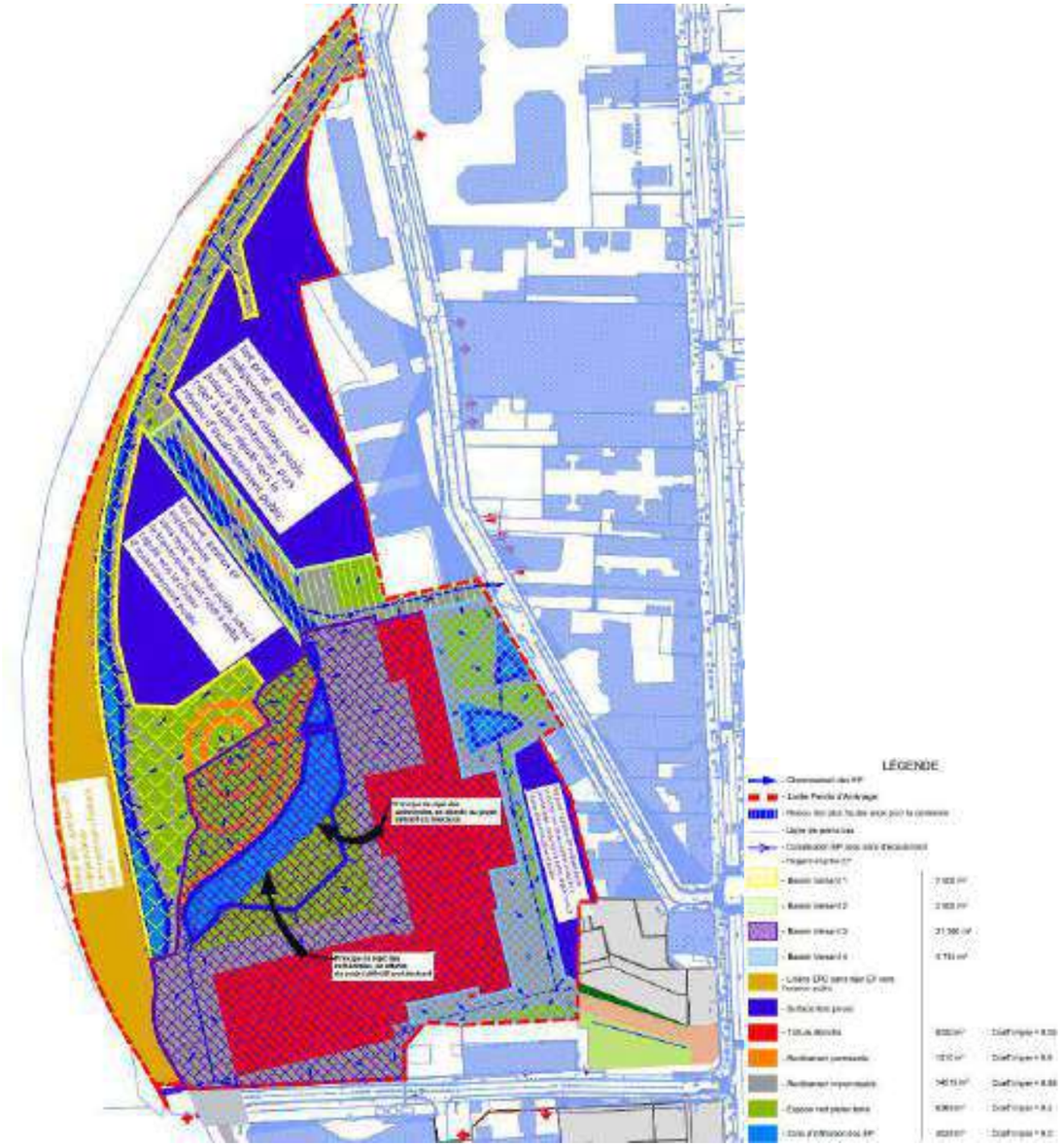


Figure 304 : Délimitation des bassins et des ouvrages hydrauliques- Gestion des eaux pluviales – MERLIN – Permis d'aménagement

Le projet intègre les hypothèses suivantes :

- Une perméabilité des sols estimée entre $1{,}7^{-06}$ et $6{,}50^{-06}$
- Surface Totale de collecte St : 36 509 m²
- Surface active Sa : 26 359 m²
- Débit de rejet réglementaire : 2,00 l/s/Ha

Le débit de fuite réglementaire du projet évolue selon les bassins versants.

Pour une pluie d'occurrence trentennale, cela fait à l'échelle des 4 bassins versants, un volume de stockage : 928,1 m^3.

Pour une pluie d'occurrence centennale, cela fait à l'échelle des 4 bassins versants, un volume de stockage : 1 238,5 m^3.

Tableau 45 : Volumes de stockage du projet d'aménagement - Merlin - DLE

Bassin versant	Surface gérée	Surface d'emprise de l'OGEP	Volume nécessaire pour l'occurrence décennale	Volume nécessaire pour l'occurrence trentennale	Volume nécessaire pour l'occurrence centennale	Volume de stockage disponible
1	7 602 m²	1 423 m²	117 m³	158,6 m³	211,6 m³	635 m³
2	2 803 m²	346 m²	72,4 m³	97,8 m³	131,5 m³	107 m³
3	21 360 m²	3 301 m²	473,9 m³	641,3 m³	858,8 m³	910 m³
4	4 744 m²	505 m²	21,6 m³	30,4 m³	36,6 m³	45 m³

Avec une capacité de stockage de 1 697 m^3, les dispositifs proposés permettent :

- De confirmer un principe de gestion des eaux pluviales sur le tènement de l'opération respectueux des dispositions règlementaires qui s'y appliquent ;
- De pré dimensionner les ouvrages de gestion intégrée des eaux pluviales à prévoir pour sous-bassin versant et de confirmer le principe d'implantation pour l'espace public ;
- De confirmer la faisabilité et la stratégie à développer.

Pour les pluies d'occurrence supérieure à la pluie trentennale (pluie de projet retenue pour le dimensionnement des ouvrages), les eaux resteront confinées au sein du site, les ouvrages dimensionnés pour la pluie trentennale gardant une relative capacité d'infiltration pour les évènements pluvieux plus rares.

Le temps de vidange sera alors allongé, mais le débordement devrait rester exceptionnel et confinés dans le site.

Pour mémoire, il n'est pas attendu d'apports pluviaux de bassins versants amont du projet lui-même.

Pour les 4 ouvrages de gestion des eaux pluviales au sein de l'emprise aménagée, les temps de vidanges sont inférieurs à 72h00 en toutes conditions et récapitulés ci-dessous :

Tableau 46 : Temps de vidange des dispositifs de stockage – Merlin - DLE

Bassin versant	Temps nécessaire pour l'occurrence décennale	Temps nécessaire pour l'occurrence trentennale	Temps nécessaire pour l'occurrence centennale
1	13 h 26	18 h 12	24 h 18
2	33 h 23	45 h 06	60 h 41
3	20 h 27	27 h 41	37 h 04
4	1 h 50	2 h 34	3 h 06

En matière de réseaux d'assainissement, la SAS déploie des réseaux auxquels se raccordent les lots. Les réseaux d'assainissement aménagés au préalable par la SAS sont connectés aux réseaux existants au niveau de la rue du Bailly.

Le détail de l'aménagement des réseaux est présenté avec la figure 323 page 224.

3.5.3.1. Travaux de déblais et remblais

A la lumière de la nature des sols et des travaux d'aménagement prévus par le projet, le Cabinet Merlin a estimé les volumes à terrasser suivants :

Tableau 47 : Volume prévisionnel des déblais et remblais – MERLIN – Permis d'aménager

Zone	Volume de Décapage h=50cm (m^3)	Volume de Déblais (m^3)	Volume de Remblais (m^3)	Delta Déblais-Remblais (m^3)
Parc (fini -0,5m)	4 380	7 675	10 741	-3 066
Parvis des Cathédrales	1 812	1425	123	1 302
Voie Nord Sud	1 205	3 120	206	2 914
Voie Nouvelle	2 791	1 032	576	456
Contour des Cathédrales	2 488	3 267	201	3 066
Parvis des Enfants	963	810	11	799
Parking Ilot Privé Parc	997	3 227	45	3 182
Total	**14 636**	**20 556**	**11 903**	**8 653**

A l'échelle du permis d'aménager, le projet va générer un delta positif d'environ 8 653 m^3.

Sous réserve d'études ultérieures et approfondies sur les quantitatifs de terres déblayées et de qualité des terres, une partie de ces terres, environ 4 500 m^3, pourront être utilisées pour les fonds de forme (50 cm) et l'aménagement de la butte paysagère par Plaine Commune.

L'entreprise en charge de la dépollution des sols et du terrassement a établi un plan de travaux. Le transport des déblais vers l'aire de traitement et l'alvéole est compris dans les travaux de terrassement comme suit

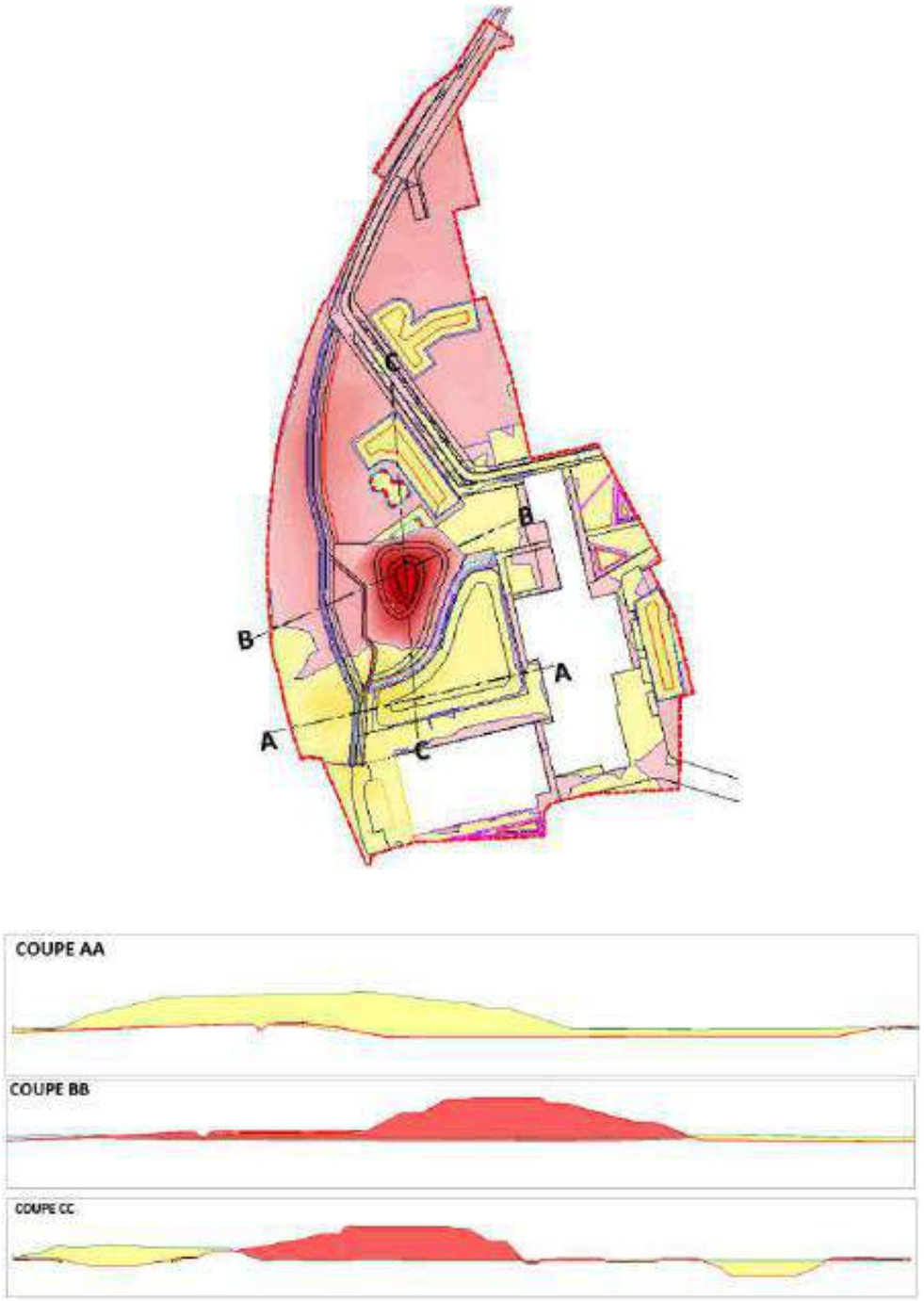


Figure 305 : Plan prévisionnel et coupes des déblais / remblais - VALGO

3.5.4. Typologie architecturale

L'implantation des programmes immobiliers s'inscrit en fonction de l'aménagement du Parc, de la mise en valeur des Cathédrales du Rail, de la distance à respecter vis-à-vis des voies de chemin de fer et des sites existants à l'échelle du périmètre (notamment le groupe scolaire Aimé Césaire et les ilots Faubouriens).

Au sein du projet, il est prévu une répartition diversifiée des programmes immobiliers : 650 logements, avec des typologies variées incluant de l'accession, du Bail Réel Solidaire (BRS) et du locatif social. Une résidence sociale étudiante de 130 chambres ainsi qu'une programmation culturelle et événementielle de 8 400 m² et des espaces dédiés aux commerces et services.

La programmation de commerces et services rend possible l'animation des nouveaux espaces, de la rue au quartier. Elle permet une bonne lisibilité de l'espace public et une diversité de parcours agréables.

Figure 306 : Répartition programmatique - D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager

Figure 307 : Plan des hauteurs - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

3.5.4.1. Répartition des hauteurs

Les gabarits des ilots projetés sont conçus selon des modèles d'ilots ouverts où chaque îlot s'articule autour d'un cœur d'ilot central perméable et végétalisé, support de gestion hydraulique et de biodiversité et d'usages mutualisés.

Cette forme s'articule également en fonction de son contexte environnant immédiat (vues sur les voies ferrées et le parc, accroche au site existant).

Cette forme entraîne la conception d'émergence pour la recherche de lumière naturelle et d'épannelage progressif pour atténuer l'effet de densité depuis les espaces extérieurs.

3.5.5. Principes de mobilité et desserte

3.5.5.1. Trame viaire de l'état existant

A l'état existant, seuls la rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux existent pour desservir le secteur des Cathédrales depuis l'Avenue Wilson. La rue du Bailly est à sens unique du Nord vers le Sud et le Chemin des Petits Cailloux est à double sens mais en impasse.

L'accès au site se fait par le chemin des Petits Cailloux et par la rue du Bailly.

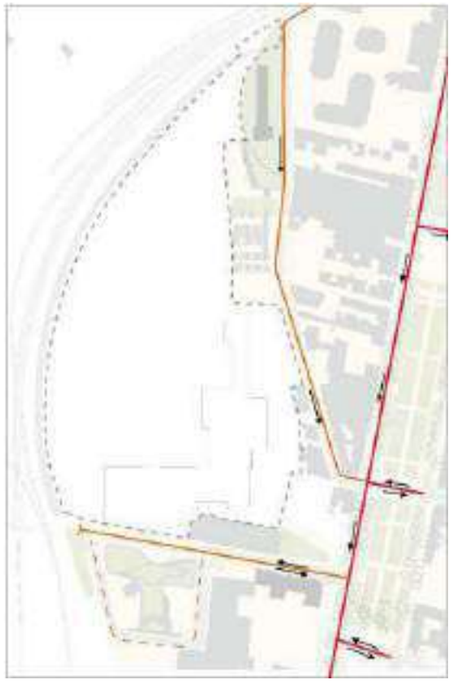


Figure 308 : Etat existant de la circulation et accès au site

3.5.5.2. Accès et maillage de la trame viaire à terme

Le maillage viaire et la hiérarchie des voies restent fondés sur le principe d'irrigation du site avec une place centrale donnée aux modes actifs. Il n'obère pas par la future desserte des quartiers qui seront développés au Sud et l'extension des cours du groupe scolaire.

Les accès au quartier se font par le Chemin des Petits Cailloux au Sud existant, un nouvel accès intermédiaire entre l'école Aimé Césaire et la grande Cathédrale et un nouvel accès au Nord du site.

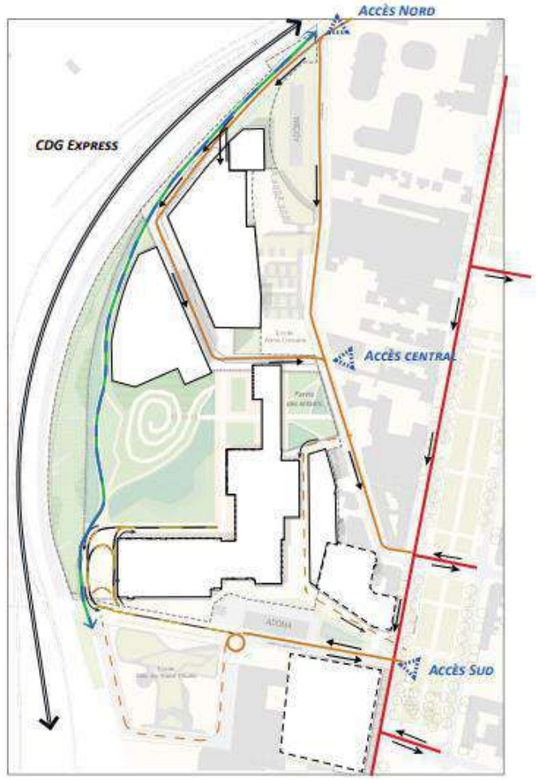


Figure 309 : Schéma de circulation et accès du projet - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

Les accès et traversés du site pas les mobilités actives seront donc améliorés.

3.5.5.3. Zoom sur la voie de desserte des ilots Nord

La nouvelle rue nord traverse le site dans sa moitié nord, connectant le projet à la rue de Bailly. Elle donne accès aux logements, aux commerces et aux équipements situés dans les lots Parc et Enfants ainsi qu'au parking silo et au lot nord destiné à l'activité.

Cette rue principale de desserte du quartier d'environ 365 ml en sens unique vers le sud sera aménagée en zone 30.

Elle est structurée en trois séquences distinctes, chacune présentant un aménagement spécifique :

- Dans la séquence nord, un profil asymétrique est retenu : sur la rive nord, la continuité de l'axe Nord-Sud venant de la lisière ouest se développe au sein d'une bande généreusement plantée d'arbres, d'arbustes et de vivaces. Sur l'autre rive, un trottoir de 1,8 m minimum longe les lots dédiés au parking et aux activités.

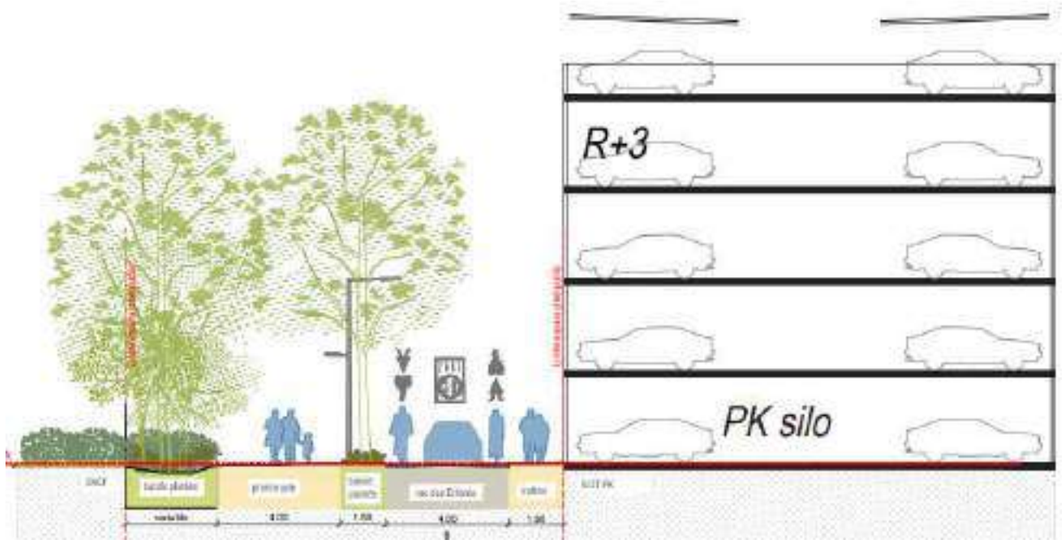


Figure 310 : Coupe - Séquence Nord de la nouvelle rue

- Sur la séquence centrale, le profil de 16 m de large est également asymétrique. Le côté Est accueille une dizaine de places de stationnement en Lincoln, tandis que le côté Ouest intègre une noue paysagère plantée d'arbres, d'arbustes et de vivaces de faible hauteur.
  Les trottoirs présentent une largeur minimale de 3 m. Afin de limiter l'imperméabilisation, les places de stationnement seront réalisées en pavés drainants.

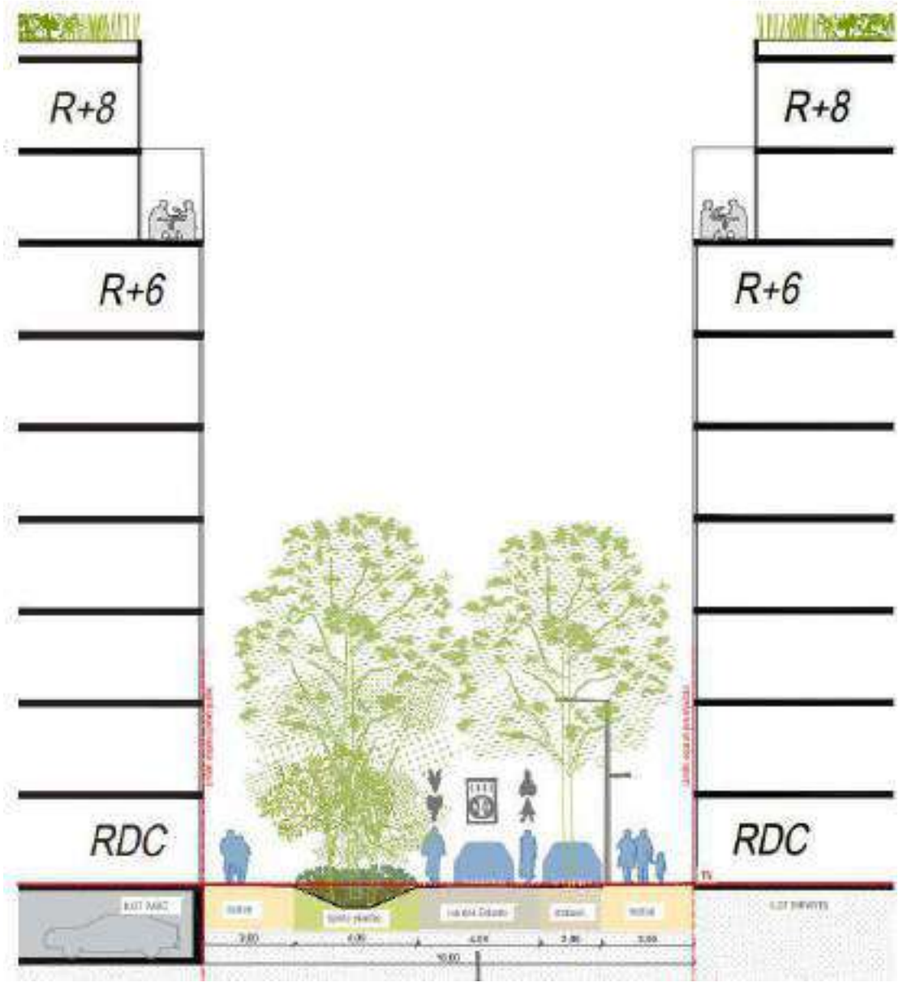


Figure 311 : Coupe - Séquence centrale de la nouvelle rue

- Sur la séquence sud, aucune place de stationnement n'est prévue. Les trottoirs affichent une largeur minimale de 2 m, y compris dans la section la plus étroite, le long du bâtiment des Cathédrales et de la rive nord.

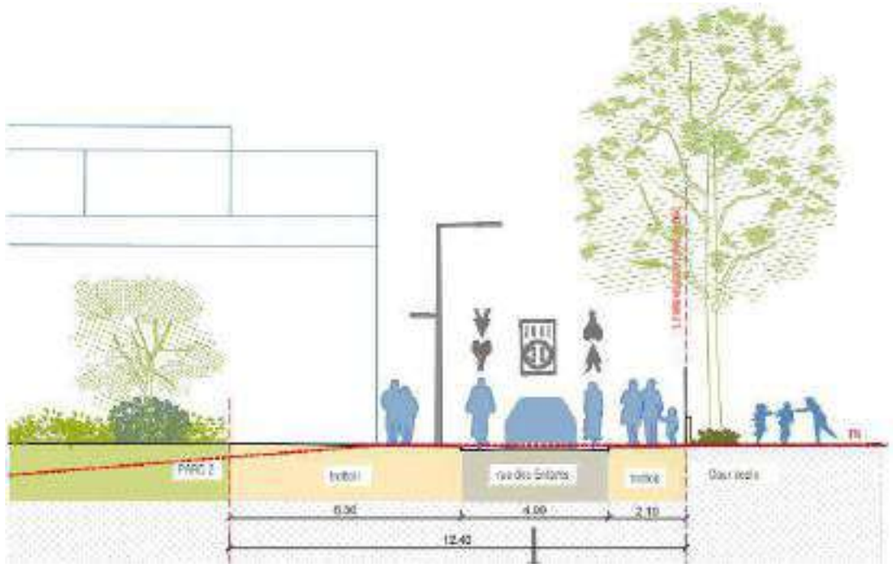


Figure 312 : Coupe - Séquence sud de la nouvelle rue

3.5.6. Principes de stationnement

3.5.6.1. Stationnement automobile

Le projet prévoit 100 m² de stationnement public sur voirie au niveau de la Rue Nouvelle, correspondant à environ 9 places. Ces places de stationnement bénéficient d'un aménagement qualitatif avec l'utilisation de pavés enherbés contribuant à augmenter la perméabilité du site.

Sur le Chemin des Petits Cailloux, environ 15 places sont aménagées.

Concernant les places de stationnement dédiées aux ilots à construire, le dimensionnement des logements collectifs répondent aux exigences en matière de stationnement :

- Logement Locatif Social : 0.5 place par logement.
- Logement Bail Réel Solidaire : 0.5 place par logement.
- Logement en Accession privée : 0,7 place par logement.

Pour répondre à cette programmation il est prévu la stratégie suivante :

- le projet prévoit une Centrale des Mobilités au sein de l'ilot des Enfants sur la frange nord du site. Cette centrale constitue un parking mutualisé de 175 places pour héberger les stationnements :
  - 100% des places de stationnement prévus pour le lot des Enfants (160 logements)
  - Environ 40% des places de stationnement prévus pour l'ilot Parc (210 logements)

  Au-delà du simple parking, cet équipement encouragera des usages plus durables de la mobilité à travers des actions de sensibilisation et de communication autour des modes de déplacement doux, vecteurs de solidarité, d'écologie et d'inclusion sociale. A ce sujet, le projet intègre 230 m² de services à la mobilité en rez-de-chaussée.

  L'intégration de cette centrale de mobilité permet en outre d'améliorer sensiblement le bilan carbone des programmes résidentiels du Nord du projet en ce qu'elle y limite les constructions en infrastructure. De cette manière, l'ilot des Enfants ne prévoit pas de construction en sous-sol tandis que l'ilot Parc en prévoit qu'un seul.

- L'ilot Parc prévoit 1 seul niveau de sous-sol pour héberger environ 60% des places de stationnement nécessaires à son fonctionnement

- L'ilot Faubourg / TKE prévoit l'aménagement d'un niveau de sous-sol permettant d'héberger 96 places.
  Ces stationnements permettront d'héberger les rez-de-chaussée actifs de l'ilot constitués d'équipements de la Ville de Saint-Denis.

- L'ilot Cœur de Ville prévoit d'aménager 2 niveaux de sous-sol pour héberger 176 places de stationnement correspondant à 245 logements.

  Ces espaces de stationnement souterrains sont scindés en 2 parties :
  - Lot 1 Cœur-de-Ville accessible depuis l'Avenue du Président Wilson : 111 places dédiées : 60 places réservées à l'accession privée, 48 places réservées au BRS et 3 places pour les commerces.
  - Lot 2 Cœur-de-Ville accessible depuis le Chemin des Petits Cailloux : 33 places dédiées à 65 logements sociaux

- Il n'est pas prévu de stationnement pour les visiteurs du futur espace culturel des Cathédrales du Rail
  Il est à noter qu'aucun stationnement n'est prévu au sein d'un rez-de-chaussée d'un ilot à construire (hormis la Centrale des Mobilités).

Outre le fait de limiter l'impact des terres excavées, l'aménagement d'une Centrale de Mobilité permet également de libérer les rez-de-chausée de l'ilot Parc et Ilot des Enfants pour y installer des commerces, local associatif, pôle santé et services et ainsi animer l'espace public.

Les Rez-de-chaussée accueillent également des stationnements dédiés aux 2 roues non-motorisées.

3.5.6.2. Stationnement vélo

Afin d'accompagner le report modal vers le vélo à Saint-Denis, le quartier des Cathédrales du Rail prévoit :

- L'aménagement de locaux vélos à rez-de-chaussée :
  - 302 places au niveau de l'ilot des Enfants, répartis prévisionnellement en 2 locaux
  - 336 places au niveau de l'ilot Parc, répartis prévisionnellement en 3 locaux

Les ilots Cœur de Ville et Faubourg / TKE prévoient également des locaux vélos à rez-de-chaussée.

En complément des stations vélib' sont situées à proximité du site au niveau de l'Avenue du Président Wilson.

© TERAO 2026

3.5.7. Gestion des déchets

Conformément au PLUi, Les ilots constructibles intègrent des locaux dédiés aux Ordures Ménagères au sein des rez-de-chaussée, les permis de construire déposés permettront de préciser cette question, il est prévu :

- Ilot des Enfants : 2 locaux sont aménagés
- Ilot Parc : 4 locaux sont aménagés dont 1 directement accessible depuis la rue nouvelle.
- Ilot Faubourg / TKE : 7 locaux sont aménagés et directement accessibles depuis les espaces extérieurs
- Ilot Cœur de Ville : 5 locaux sont aménagés dont 3 directement accessibles depuis l'Avenue du Président Wilson ou le Chemin des Petits Cailloux.

Des locaux encombrants distincts des locaux OM sont également intégrés aux rez-de-chaussée.

Des points de compostage sont prévus indépendamment pour chaque copropriété.

3.5.8. Eaux usées et eau potable

3.5.8.1. Eaux usées

La création des ilots privés Parc, Enfants, Cœur de Ville et Faubourg ainsi que la réhabilitation de la petite cathédrale et de la grande cathédrale en espace culturel, implique la création de plusieurs branchements d'eaux usées reliés aux réseaux principaux de la rue du Bailly, du Chemin des Petits Cailloux et de l'Avenue du Président Wilson ainsi et la création d'un réseau d'eaux usées sur la voie nouvelle.

Le plan des réseaux d'évacuation des eaux usées est présenté dans le chapitre 3.6 « Plan des réseaux » page 224.

Tableau 48 : Synthèse de la gestion des eaux usées - MERLIN - DLE

	Espace public	Ilots « enfants » et « parc »
Eaux usées		
Tous les bâtiments	Raccordement au réseau interne puis raccordement aux réseaux existants rue du Bailly	

3.5.8.2. Eau potable

En matière de réseau d'adduction d'eau potable, le concessionnaire VEOLIA a été sollicité et a indiqué que pour les ilots Parc et Enfants, la conduite AEP existante n'est pas assez dimensionnée ce qui implique son remplacement par une conduite plus large. Ce remplacement doit être réalisé avant le début des travaux des ilots Parc et Enfants et est hors projet. L'aménageur réalisera ses propres réseaux en concertation avec les équipes de VEOLIA en charge du renforcement des existants.

Le plan de réseaux d'adduction d'eau potable est présenté dans le chapitre 3.6 « Plan des réseaux » page 224.

Les ilots TKE/Faubourg et Cœur de Ville se raccordent directement sur l'avenue du Président Wilson.

3.5.9. Eclairage public et trame noire

L'arrivée d'un projet urbain, vient modifier la trame noire en place sur ce secteur de friche. Néanmoins, doté d'un parc de 1.8 ha et d'une lisière de 0.5 ha, le projet maintien une trame noire importante à l'échelle du réseau primaire de biodiversité.

Le projet urbain se situe :

- en gradient 1 sur l'emprise de la friche équivalente à l'emprise de la continuité écologique de la Trame Verte et Bleue du PLUi
- gradient 3 - zone relais sur les Cathédrales du rail
- en gradient 4 sur les secteurs bâtis ou à bâtir entre la rue du Bailly et l'avenue Wilson
- en zone à enjeu de vie nocturne sur le Chemin des Petits Cailloux

Tout en respectant l'ensemble des conditions règlementaires en faveur de la sécurité des usagers, et de la biodiversité du site, et en accord avec les recommandations du SDAL le projet d'éclairage doit intégrer les règlementations qui s'y appliquent sur :

- les voies automobiles
- les voies marchables
- les conditions de la biodiversité

Ainsi, un réseau d'éclairage public vient accompagner :

- l'aménagement de la rue nouvelle,
- l'aménagement de l'axe Nord-Sud
- l'aménagement du parvis entre le lot Faubourg et le lot Cathédrale 1
- l'aménagement du parvis et du pourtour des 2 halles depuis la rue nouvelle.

Il est également prévu d'aménager un éclairage spécifique et scénographique des halles réhabilitées avec un éclairage sur le bâtiment et dans le bâtiment. Celui-ci sera dissocié de l'éclairage prévu sur les espaces publics, il devra permettre de mettre en valeur les bâtiments tout en préservant la biodiversité du parc.

A l'échelle du parc, l'éclairage se doit d'être respectueux de la trame noire et en fonction des horaires d'ouverture de ce dernier. Un éclairage rouge, adapté à la biodiversité peut être mis en place, et participer à la scénographie lumineuse des espaces publics comme des Cathédrales du Rail (qui devra être confirmé ultérieurement avec l'ABF et l'ACMH).

A savoir que le spectre rouge de la lumière nuit nettement moins au rythme naturel des espèces faune flore, contrairement au spectre des lumières blanches et bleues. En adaptant la colorimétrie, cela permet de maintenir l'équilibre écologique des milieux en place.

Enfin, dans le cas où le spectre ambré est préférable, avec un ajout d'éclairage crépusculaire, il faut respecter soit un abaissement nocturne de 25% de 22h à 5h du matin pour les espaces piétons privatifs / clos la nuit.

Figure 313 : Trame noire - COLOCO - CPAUPE

Un projet d'éclairage du parc sera également porté par Plaine Commune dans le cadre de ses aménagements.

Ces nouveaux équipements se connecteront au réseau existant sur la rue du Bailly, l'Avenue du Président Wilson et le Chemin des Petits Cailloux.

Le plan de réseaux de l'éclairage public est présenté dans le chapitre 3.4 « Plan des réseaux ».

Au niveau de la rue nouvelle, il est prévu un linéaire de mats double de 6 m de hauteur, d'un seul côté de la rue voirie, permettant d'éclairer la chaussée et le trottoir.

3.5.10.Choix énergétiques étudiés et retenues pour le quartier

Dans le cadre de l'étude d'impact environnemental relative au projet des Cathédrales du Rail, une analyse spécifique a été menée afin d'évaluer les possibilités d'approvisionnement en énergies renouvelables du quartier. Cette démarche s'inscrit dans les objectifs de transition énergétique définis par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) et le Plan Climat, visant à réduire l'empreinte carbone des projets et à favoriser un développement plus durable.

L'étude d'approvisionnement en énergies renouvelables a pour objectif d'identifier les ressources locales disponibles, d'évaluer leur pertinence technique, environnementale et économique, et de déterminer les modalités d'intégration des énergies renouvelables dans le fonctionnement global du projet. Pour rappel, les conclusions de l'état initial sur ce volet sont les suivantes :

	Source d'énergie	A étudier sur le projet
	Réseau de chaleur urbain	**Oui, source proche et intéressante**
	Chaleur fatale : datacenter	Non, pas de source proche
	Chaleur fatale : riothermie	**Oui, source sur site et intéressante**
	Géothermie	**Oui, potentiel intéressant**
	Aérothermie	**Oui, intérêt fort pour le projet**
	Hydrothermie	Non, pas de source proche
	Eolien	Non, technologie pas assez mature
	Solaire thermique	**Oui, fort intérêt pour le projet**
	Solaire photovoltaïque	**Oui, fort intérêt pour le projet**
	Biogaz / méthanisation	Non, pas d'intérêt pour le projet
	Biocarburants	Non, pas d'intérêt pour le projet
	Bois-énergie	Non, très complexe pour le projet

Figure 314 : Etude de potentiel en énergies renouvelables du projet des Cathédrales du Rail – TERAO

Les résultats présentés ci-après permettent de mieux appréhender le potentiel d'utilisation des énergies renouvelables sur le périmètre du projet, en vue d'en optimiser l'impact environnemental et de contribuer aux objectifs régionaux en matière d'énergie et de climat.

A noter que l'ensemble des bâtiments seront soumis à la RE 2020. Les seuils 2025, 2028 et 2031 seront à respecter selon l'année du dépôt du permis de construire. Ainsi, les différents scénarii qui ont été étudiés sont les suivants :

Tableau 49 : Scénarios énergétiques étudiées – TERAO

Nom de la variante	Principes généraux Logements	Principes généraux Activités, services et équipements
Scénario de référence Résistance électrique + PAC	**Chauffage :** Résistance électrique **ECS :** Ballons ECS électriques par logement **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** PAC air/eau **ECS :** PAC air/eau **Climatisation :** PAC Air/eau **Electricité :** Réseau national
Scénario 1.1 Géothermie par bâtiment	**Chauffage :** PAC Géothermique **ECS :** PAC Géothermique **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** PAC Géothermique **ECS :** PAC Géothermique **Climatisation :** PAC Géothermique **Electricité :** Réseau national
Scénario 1.2 PAC air/eau BT + DRV	**Chauffage :** PAC air/eau **ECS :** PAC air/eau **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** DRV **ECS :** DRV **Climatisation :** DRV **Electricité :** Réseau national
Scénario 1.3 PAC air/eau BT + PAC Géothermique	**Chauffage :** PAC air/eau **ECS :** PAC air/eau **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** PAC Géothermique **ECS :** PAC Géothermique **Climatisation :** PAC Géothermique **Electricité :** Réseau national
Scénario 2.1 RCU + groupe froid air/eau	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** Groupe froid air/eau **Electricité :** Réseau national
Scénario 2.2 RCU + Géocooling	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** Géocooling **Electricité :** Réseau national

A noter que la riothermie (production de chaleur sur eaux grises) la production photovoltaïque et production thermique peuvent être ajoutées en solution complémentaire à l'ensemble des scénarios présentés ci-dessus et constitue un appoint et pas une solution principale de production d'eau chaude sanitaire et d'usages mobiliers électriques.

❖ Comparaison des consommations en énergie finale

La consommation en énergie finale correspond à l'énergie effectivement utilisée par le consommateur final, c'est-à-dire après toutes les étapes de production, transformation, transport et distribution de l'énergie. Elle permet de quantifier précisément les besoins énergétiques du projet (chauffage, électricité, transport…).

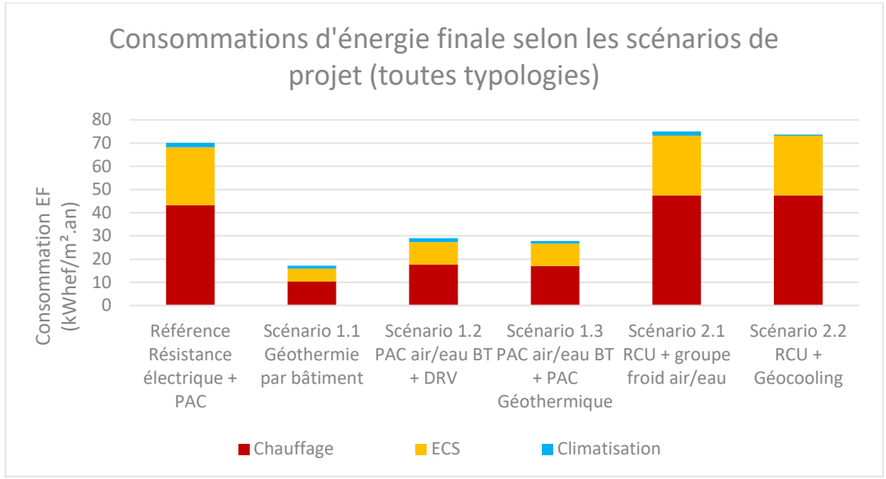


Figure 315 : Comparaison des consommations en énergie finale - TERAO

Les scénarios consommant le moins d'énergie finale sont ceux basés sur l'utilisation de PAC géothermique et aérothermique (scénarios 1.1, 1.2 et 1.3). En effet, ces solutions permettent une réduction importante des consommations liées au chauffage et ECS grâce à leur Coefficient de Performance élevé.

Les scénarios de réseau de chaleur urbain sont davantage consommateurs d'énergie finale, car on comptabilise la chaleur soutirée au réseau urbain et non l'énergie ayant servie à produire cette chaleur.

❖ Comparaison des consommations en énergie primaire

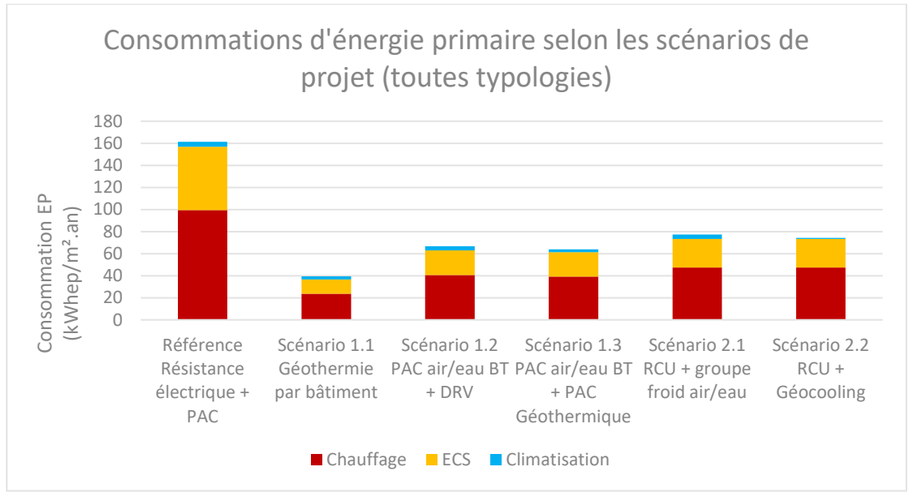


Figure 316 : Comparaison des consommations en énergie primaire - TERAO

En matière d'énergie primaire, les scénarios impliquant la PAC Géothermique par bâtiment et les PAC aérothermiques sont les plus intéressantes et permettent de limiter la consommation. Le raccordement au RCU permet également de réduire les consommations de manière significative par rapport à la référence.

❖ Comparaison des émissions de gaz à effet de serre

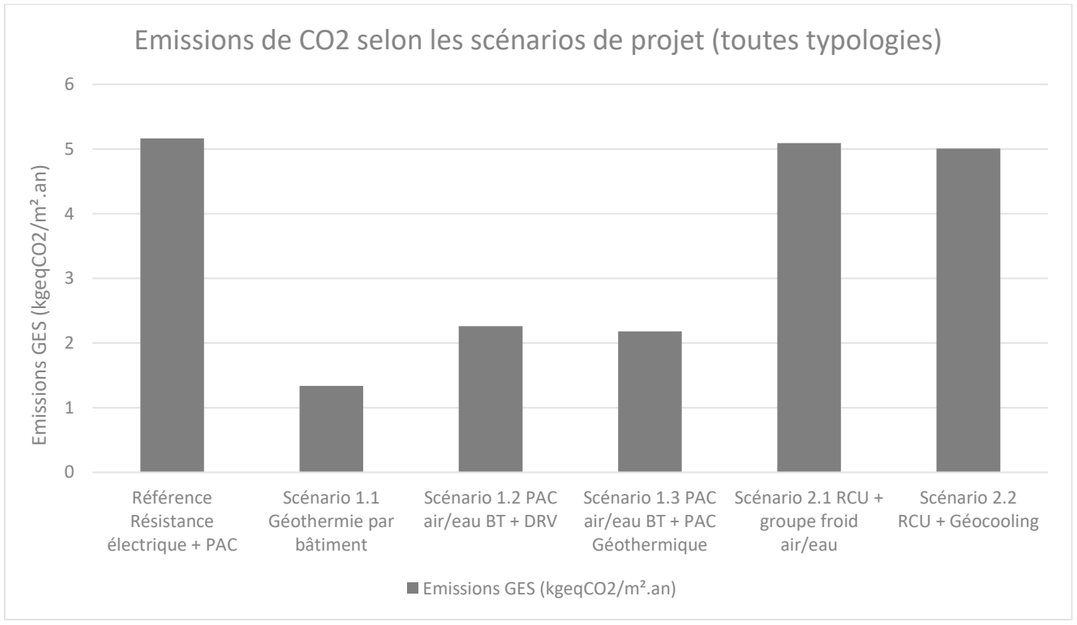


Figure 317 : Comparaison des émissions de gaz à effet de serre

Les scénarios sont globalement assez décarbonés car ils s'appuient sur l'électricité (relativement décarbonée sur le réseau électrique français), la géothermie et un réseau de chaleur urbain dont le taux d'EnR est avantageux.

Les émissions sont donc liées aux rendements des différents systèmes et à la consommation électrique, ce qui explique que le scénario de référence et les scénarios avec raccordement au RCU (scénarios de référence, 2.1 et 2.2) soient les plus émetteurs, tandis que les scénarios recourant à des PAC (scénarios 1.1, 1.2 et 1.3) ont des émissions plus faibles grâce à leurs coefficients de performance élevés.

❖ Comparaison du taux de couverture en énergies renouvelables

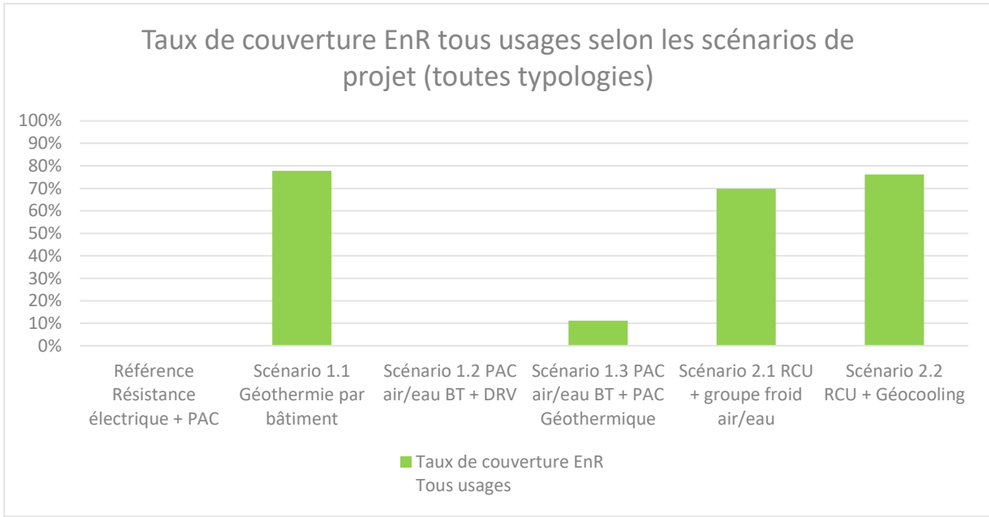


Figure 318 : Comparaison du taux de couverture en ENR

Les scénarios de Géothermie et de raccord au RCU (scénarios 1.1, 2.1 et 2.2) sont les plus intéressants pour promouvoir et utiliser des énergies renouvelables, s'appuyant réciproquement sur l'énergie géothermique et sur un réseau de chaleur ayant un taux d'EnR élevé.

❖ Comparaison financière entre les scénarii – Coût d'investissement

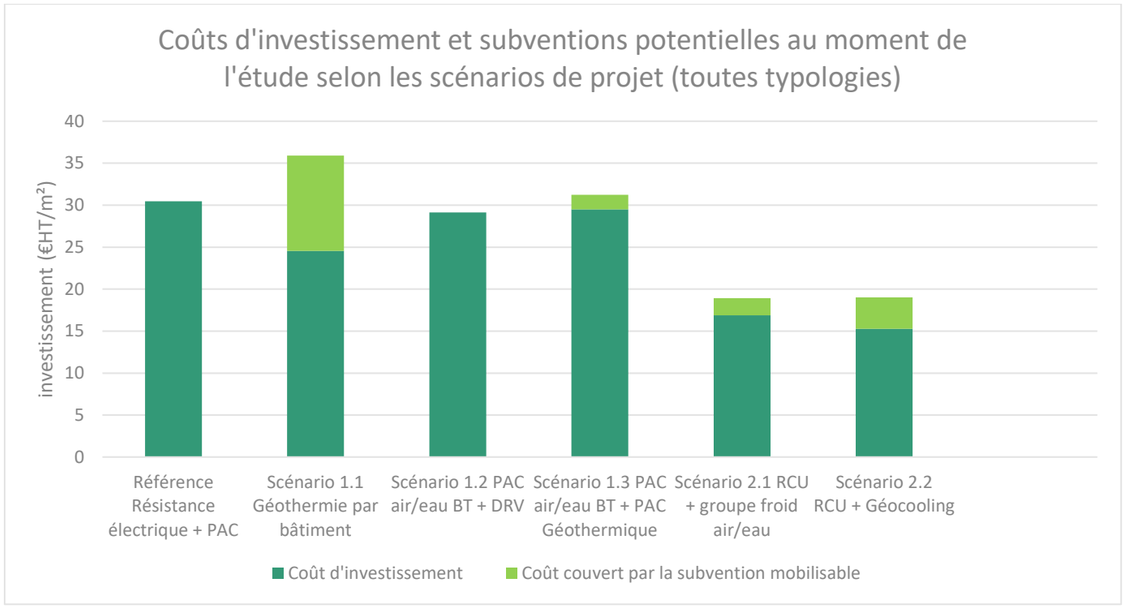


Figure 319 : Comparaison des coûts d'investissement entre les scénarios - TERAO

❖ Comparaison financière entre les scénarii – Coût global sur 50 ans

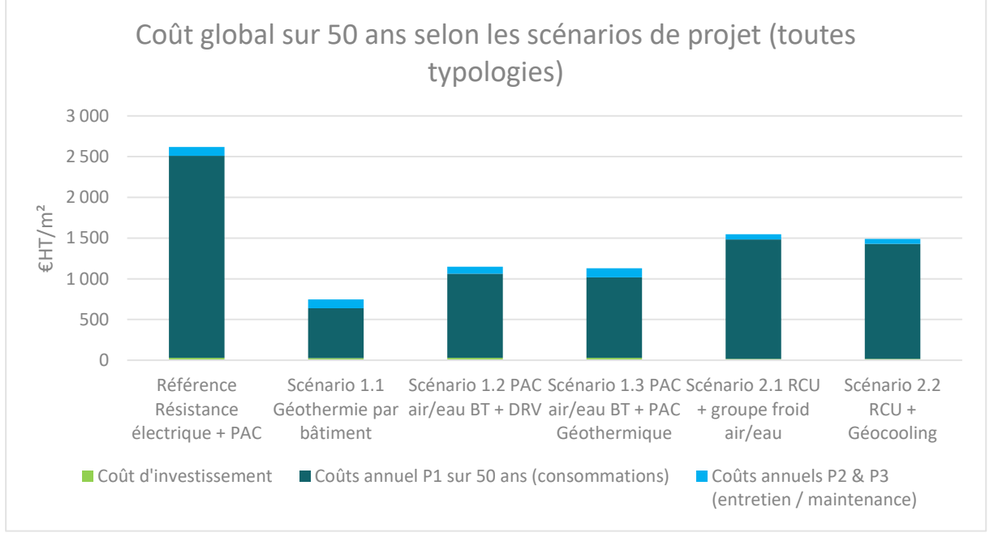


Figure 320 : Comparaison des coûts globaux entre les scénarios - TERAO

Le scénario géothermie a le cout d'investissement le plus élevé, notamment dû aux forages nécessaires, mais comporte également beaucoup de subventions ce qui permet de compenser l'investissement. L'usage de PAC géothermiques, de géocooling ou le raccordement au réseau de chaleur sont subventionnés ce qui permet de compenser des coûts d'investissement. Le raccordement au RCU est le système impliquant les coûts d'investissement les plus bas.

En observant le coût global sur 50 ans, il ressort que le scénario le plus intéressant économiquement est celui de la géothermie appliquée à l'ensemble des bâtiments du quartier (scénario 1.1), bien que les 4 autres variantes soient également très intéressantes comparées au scénario de référence et permettent de réduire le coût global. Les scénarios utilisant la géothermie et le géocooling sont cependant impactés par des coûts de maintenance plus élevés, coûts que le raccordement au réseau de chaleur permet au contraire de limiter.

Bien que le tarif du RCU engendre des coûts de consommations relativement élevés par rapport aux autres scénarios, il s'agit de prix plus stables que ceux du réseau électrique sur lequel s'appuient les autres scénarios.

Les solutions de géothermie et de raccordement au RCU avec géocooling (1.1 et 2.2) apparaissent donc comme les meilleures solutions en termes de gestion de coûts sur 50 ans, d'investissements, de subventions mais également de durabilité.

❖ Conclusion

Dans le cadre de la conception énergétique du futur quartier des Cathédrales du Rail, plusieurs scénarios de production énergétiques ont été étudiés, allant de solutions individuelles à l'échelle de bâtiment à des systèmes mutualisés à l'échelle du quartier.

La comparaison repose sur les critères suivants : performance énergétique, part d'énergies renouvelables (ENR), émissions de gaz à effet de serre, faisabilité technique, coût global, et adaptation au contexte local.

- D'un point de vue économique, technique et environnemental, l'installation de la solution de raccordement au réseau de chaleur urbain (RCU), permettant la production de chaud et d'ECS dans les bâtiments, associée à du géocooling pour les usages nécessitant du froid ressort comme étant la meilleure solution. Cette solution, bien que plus chère sur 50 ans que la géothermie, présente des coûts d'investissement et d'entretien restreints, une simplicité de mise en œuvre et le recours aux EnR, ainsi que de bonnes performances environnementales.
- Des systèmes complémentaires, l'installation d'au moins 150 kWc de panneaux photovoltaïques en toiture à l'échelle du quartier, dédiés à l'autoconsommation, combinés avec un système de récupération de chaleur sur eau grise sont recommandés.

En matière de réseau de chaleur urbain, le concessionnaire ENGIE a été sollicité :

- Les sous stations doivent être en RDC ou SS et d'une surface entre 30 et 40 m².
- L'îlot Parc aura deux sous station (une pour les logements, une pour la résidence étudiant), l'ilot des Enfants n'en comptera qu'une seule, l'ilot Cœur de Ville en aura 2 (une pour CDV1, une pour CDV2), l'ilot TKE/Faubourg aura une ou deux sous-stations.
- L'extension du réseau de chauffage urbain se fera à partir du point de raccordement le plus proche du site, au niveau de la rue de la Montjoie et devra être réalisée avant le début des travaux. Cette extension est hors projet.

Le plan de raccordement du réseau de chaleur urbain est présenté dans le chapitre 3.4 « Plan des réseaux ».

3.5.11.Analyse du cycle de vie du projet

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) quantifie l'ensemble des impacts environnementaux liés à une activité dans un périmètre donné.

Elle peut quantifier par exemple les consommations d'énergie, d'eau, les émissions de gaz impactant la couche d'ozone, la production de déchets, etc.

Elle peut couvrir soit l'ensemble de la vie d'un bâtiment par exemple (construction, exploitation, démolition…) soit une étape donnée, comme l'impact des matériaux de construction utilisés. Dans le cadre de la soumission du projet d'aménagement de Cathédrales du Rail à une étude d'impact, un Bilan Carbone a été réalisé afin de permettre d'évaluer les impacts environnementaux du projet et d'appréhender sa qualité environnementale du point de vue des émissions de gaz à effet de serre.

Le terme Bilan Carbone® désigne la méthode développée par l'ADEME et l'Association Bilan Carbone (ABC), qui propose la définition et la mise en œuvre d'une démarche de progrès en matière de GES, d'évaluation et de réduction des GES pour les organisations. Le Bilan Carbone® se réfère à la norme ISO 14064-1. Il s'agit en réalité d'une Analyse de Cycle de Vie ne prenant que l'indicateur des émissions de Gaz à Effet de Serre et pensée à l'échelle d'une organisation. Pour le projet d'aménagement des Cathédrales du Rail, le logiciel UrbanPrint a été utilisé pour évaluer la performance et les impacts associés aux ouvrages et services urbains sous la responsabilité directe des concepteurs du quartier.

Les résultats peuvent être analysés selon deux échelles différentes :

- Le périmètre « aménageur », relevant directement des choix techniques d'aménagement du quartier, sous la responsabilité directe des concepteurs. Ce périmètre prend notamment en compte les familles d'équipements des bâtiments, des espaces extérieurs et des réseaux du quartier (voiries, réseaux de chaleur, réseaux d'eau, collecte des déchets…) ainsi que la liste des services urbaines ou contributeurs associés aux équipements dont l'énergie, les produits de construction, les eaux, les déchets, la mobilité et le chantier.

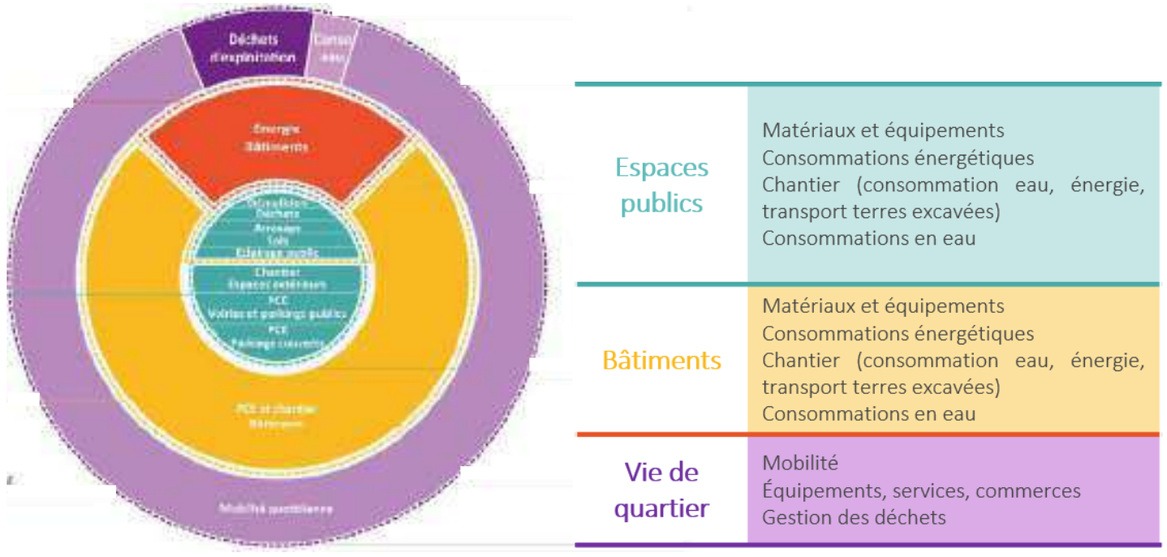


Figure 321 : Répartition des contributeurs selon les différents indicateurs BBCA Quartier du périmètre Aménagement – Référentiel BBCA Quartier, 28 novembre 2022

L'évaluation d'un bilan carbone d'un quartier doit ainsi prendre en compte à la fois les choix opérés par l'aménageur ainsi que ceux réalisés par les usagers.

Les leviers relevant des décisions de l'aménageur ont un impact direct sur les émissions des habitants et concernent notamment les postes liés aux matériaux, aux chantiers, à l'énergie, à la gestion de l'eau et aux déchets. Les usagers jouent néanmoins un rôle aussi important dans la réduction de l'empreinte carbone du quartier. Les leviers sont associés à leurs comportements et englobent les postes liés à l'alimentation, à la mobilité longue distance, aux biens de consommation et aux services. Un quartier devra dont savoir mobiliser des choix incitatifs, au-delà de son périmètre d'intervention technique, permettant d'embarquer l'usager pour atteindre des performances en phase avec les trajectoires carbones attendues.

A l'échelle du projet, le bilan carbone pour le quartier projeté (périmètre aménageur) est estimé à 2 643 tCO_2/an pour l'ensemble du quartier soit 16% des émissions totales. En effet, le bilan carbone du quartier projeté comprenant à la fois le périmètre aménageur et usagers est estimé à 16 510 tCO_2/an.

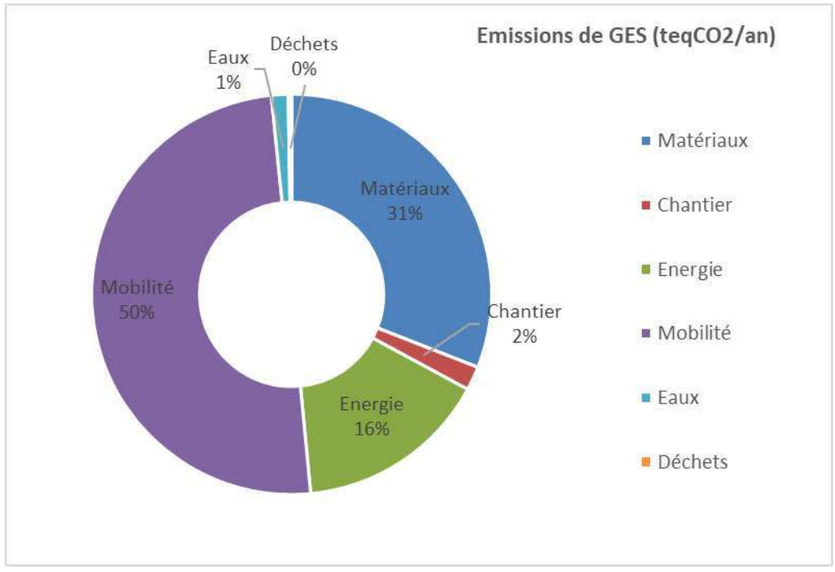


Figure 322 : Impact carbone global du projet – TERAO

Poste	Mesures mises en place dans le projet pour un gain carbone	Pistes complémentaires
Bâtiments – Matériaux	• Utilisation de matériaux mixtes • Performance thermique élevée de l'enveloppe	• Etudier l'utilisation de matériaux biosourcés (sur environ 12 500 m²) • Optimisation de la performance environnementale en visant une performance énergétique très élevée (RE 2020 seuil 2031)
Chantier	• Gestion des terres de terrassement in-situ à hauteur de 80%	• Améliorer la stratégie d'export de terre vers un site de réemploi et maximiser le réemploi es terres de terrassement in situ très élevée (100%)
Energie	• Mise en place d'une ventilation mécanique double flux • Mise en place d'une production solaire photovoltaïque en toiture	
Mobilité	• Réduction du nombre de places de parkings souterrains par la construction d'un parking silo (Centrale des Mobilités)	• Développer au-delà des seuils réglementaires la présence de parkings dédiés aux vélos dans les espaces publics et les ilots privés • Développer un réseau de bornes de recharge des véhicules électriques, de bornes 2 roues au-delà de la réglementation
Eau		• Création d'espaces humides (espace en eau constant) permettant un captage carbone supplémentaire
Déchets	• Mise en place d'un traitement des déchets organiques	

3.6. Plans des réseaux

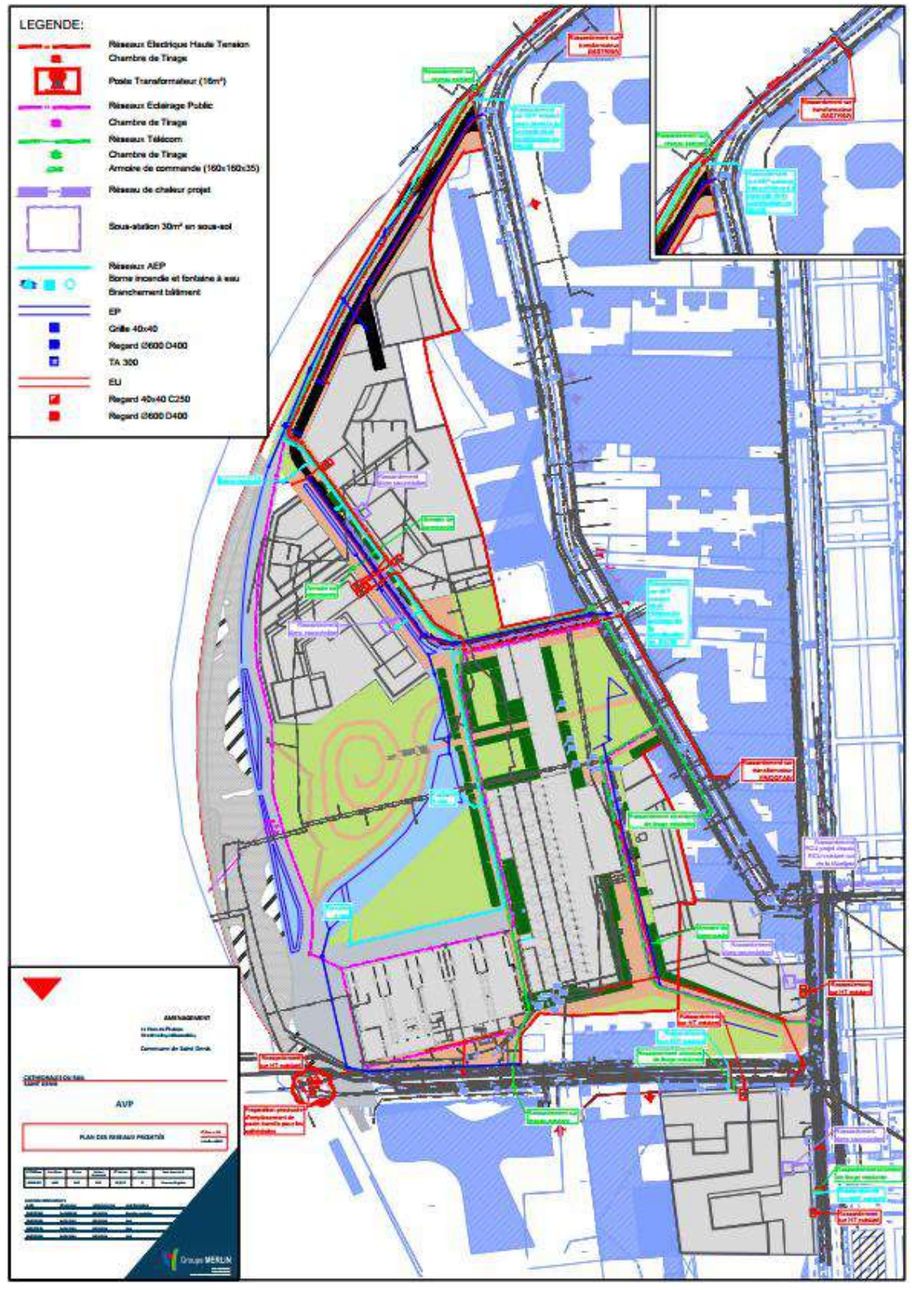


Figure 323 : Plan des réseaux projetés - Merlin - Permis d'aménager

3.7. Montage du projet

Au regard des travaux nécessaires au renouvellement urbain du site des Cathédrales du Rail, les opérations composant le projet d'ensemble sont soumises aux autorisations d'urbanismes suivantes :

- Projet des « Cathédrales du Rail » sous maîtrise d'ouvrage de de la SAS Cathédrales du Rail (composée d'EIFFAGE Aménagement et Aire Nouvelle : Permis d'aménager au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de construction de logements accession libre et BRS au sein des lots Cœur de Ville, Parc sous Maitrise d'ouvrage de SCCV constituées d'Eiffage Immobilier et Aire Nouvelle : Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de construction de logements accession libre, BRS et parking silo au sein du lot des Enfants sous Maitrise d'ouvrage d'un promoteur à déterminer : Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de réhabilitation et reconversion des Cathédrales du Rail sous maîtrise d'ouvrage de la SAS Cathédrales du rail structure, clos-couvert) : Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de réhabilitation et reconversion des Cathédrales du rail sous maitrise d'ouvrage Aérosol (Travaux d'aménagement intérieurs) Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de construction d'une résidence sociale étudiante au sein du lot Parc sous maîtrise d'ouvrage de Plaine Commune Habitat : Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de construction de logements sociaux au sein du lot Cœur de Ville sous maitrise d'ouvrage d'ICF La Sablière : Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de construction de l'ilot Faubourg / TKE sous Maîtrise d'ouvrage SPL Plaine Commune Développement
- Aménagement du parc sous maîtrise d'ouvrage de Plaine Commune : Permis d'aménager au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;
- Projet de construction de l'ilot Activité sous maitrise d'ouvrage d'un promoteur à déterminer : Permis de construire au titre du code de l'urbanisme (articles L421-1 et suivants ; R421-1 et suivants) ;

Concernant le permis d'aménager auquel est soumis le projet des « Cathédrales du Rail », celui-ci est déposé en février 2026 par Eiffage Aménagement et Aire Nouvelle pour le compte de la société SAS Cathédrales du Rail.

Ce permis d'aménager n'intègre pas :

- Le lot à aménager sur l'ancien foncier TKE et le parvis attenant
- Le Chemin des Petits Cailloux
- L'ilot Cœur de Ville

Figure 324 : Délimitation du Permis d'aménager intégrée au Plan Directeur – D&A – Janvier 2026

Pour information, la conception du projet d'aménagement préalable au dépôt de ladite autorisation administrative, a été travaillée par les aménageurs dans une démarche partenariale aux côtés des services de la Ville de Saint-Denis et de Plaine Commune afin de garantir la conformité du projet aux attentes des Collectivités.

La SAS Cathédrales du Rail sera chargée des travaux d'espaces communs du lotissement suivants :

- Les ouvrages d'encapsulage d'une partie des terres polluées au sein du lot cœur de parc
- Les ouvrages de gestion des eaux pluviales à l'échelle du quartier au sein du lot cœur de parc.
- Les structures de voiries permettant la desserte pompière du Projet d'Aménagement au sein du lot cœur de parc ;
- Le parvis des Cathédrales ;
- La voie nouvelle ;
- La lisière de biodiversité destinée à accueillir les mesures ERC liée à la biodiversité impactée par le Projet d'Aménagement ;
- Des réseaux divers (éclairage, assainissement, …).

Elle réalisera en outre les travaux de réhabilitation structurels et de clos-couverts des deux halles.

La société commune d'aménagement aura pour responsabilité de viabiliser le terrain et de délimiter les lots à construire. Les travaux de viabilisation comprennent principalement la réalisation de la rue nouvelle, de l'assainissement des eaux usées, de l'assainissement des eaux pluviales ou encore des réseaux divers (adduction d'eau potable, réseau de chaleur, haute tension et basse tension, télécommunication, éclairage).

En ce sens, les travaux d'aménagement permettront en partie la construction des futurs programmes immobiliers portés distinctement par Eiffage Immobilier et Aire Nouvelle qui s'inscrivent tout de même dans une cohérence d'ensemble marquée par l'élaboration d'un cahier de prescriptions urbaines, architecturales, paysagères et environnementales (CPAUPE), lequel est annexé au permis d'aménager. A noter que le projet porté par la SPL Plaine Commune Développement s'intègre de même dans la cohérence d'ensemble du projet notamment par l'application d'une fiche de lot élaborée à partir du CPAUPE.

Au sein du périmètre du permis d'aménager Plaine Commune réalisera sous sa maitrise d'ouvrage les travaux de revêtements qualitatifs, de finition, de plantation du parc et d'équipement du parc. Pour ce faire Plaine Commune déposera son propre permis d'aménager précisant ces travaux.

Au-delà du permis d'aménager, Plaine Commune prévoit de requalifier la rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux bordant le périmètre du permis d'aménager.

La ville de Saint-Denis réalisera également des travaux d'extension de la cour d'école du groupe scolaire Aimé Césaire.

Figure 325 : Périmètre travaux SAS

Figure 326 : Périmètre travaux Plaine Commune

3.7.1. Montage réglementaire du projet

Le projet d'aménagement compile deux secteurs du PLUi :

- UVP
- UMGP

En application de la règlementation attenante aux secteurs, le projet se décompose en lots. Sont distingués ci-après :

- Espace public et parc :
  - le lot 1 Parc, qui correspond au cœur de parc
  - le lot 2 Parc, qui correspond au parvis des enfants
  - le lot Lisière qui répond à la règlementation de l'autorité environnementale au titre de des mesures de réduction et d'évitement
- Espace constructible :
  - Ilot des Enfants : 2 unités foncières constituant 2 à 3 permis de construire
  - Ilot Parc : 2 unités foncières constituant 2 permis de construire (lot de logement et lot dédié à de l'activité)
  - Ilot Faubourg/TKE : 1 seule unité foncière constituant 1 seul permis de construire
  - Ilot Cœur de Ville : 2 unités foncières constituant 2 à 3 permis de construire
  - Ilot Cathédrales : 3 unités foncières constituant 2 permis de construire

© TERAO 2026

Figure 327 : Décomposition des emprises du projet – Espaces constructibles - D&A, COLOCO, Merlin

Figure 328 : Décomposition des emprises du projet – Espaces publics - D&A, COLOCO, Merlin

Au sein du Permis d'aménager, on trouve l'application suivante :

- Ilots privés : UMGP
- Voie Nouvelle et Parvis : UMGP
- Parc et Lisière :
    - Partiellement UVP
    - Partiellement UMGP

En dehors du Permis d'aménager, on trouve l'application suivante :

- Ilots privés : UMGP
- Chemin des Petits Cailloux et Parvis : Partiellement UMGP

En matière de réglementation, le projet d'aménagement répond à plusieurs échelles règlementaires :

- les mesures d'évitement et de réduction (lisière de biodiversité & report sur le parc)
- PLUi selon les secteurs UVP et UMGP et liés aux lots privés et publics
- la compensation des arbres abattus telle que règlementée au PLUi
- la règlementation pompiers pour un équipement recevant du public tel que les Cathédrales du Rail

© TERAO 2026

A l'échelle du projet urbain, des espaces publics et des parcelles à construire, des calculs sont développés selon les règles UVP et UMD du PLUi, notamment en ce qui concerne le chapitre 3 – « Nature en ville ».

3.7.2. Aménagement de la lisière de biodiversité

3.7.2.1. Rappel de l'état existant et des enjeux

A l'état existant, la friche ferroviaire des Cathédrales du Rail, désaffectée depuis 25 ans, se compose d'un milieu d'espaces ouverts et de fourrés arbustifs. En parallèle, on retrouve majoritairement des substrats remaniés et des dépôts de déchets anciens, caractéristiques d'une emprise post-industrielle fortement anthropisée. Le site a été en partie terrassé et retravaillé lors des travaux du Charles de Gaule Express.

Ce contexte a favorisé une dynamique de réenfrichement progressif marqué par une recolonisation spontanée à dominante arbustive, quasi exclusivement composée d'espèces exotiques envahissantes (notamment *Buddleja davidii* et l'*Ailanthus altissima*).

Pour identifier les enjeux écologiques du site existant et tenant compte du compte historique de cette friche, BIOCOR a réalisé une étude faune-flore 4 saisons et une étude de phytosanitaire des arbres existants sur la parcelle.

Le recensement faune-flore 4 saisons réalisé par BIOCOR a permis de mettre en évidence la présence de plusieurs espèces à enjeu dont la Drave des Murailles – *Draba muralis L.*, espèce protégée à fort enjeu.

Cette description et le détail des enjeux relatifs à la faune et à la flore sont détaillés dans le chapitre 2 « Etat initial » de cette présente étude.

Pour l'aménagement du projet et l'accès au terrain dans ce contexte écologique et fonctionnel, le projet prévoit une phase de défrichement. Les opérations réalisées n'apparaissent pas pouvoir être assimilées à une destruction d'état boisé, mais relèvent davantage d'un :

- défrichement de végétation opportuniste issue d'une dynamique de friche post-industrielle. Elles s'inscrivent, de surcroît, dans les objectifs de la stratégie nationale de lutte contre les espèces exotiques envahissantes
- enjeu de sécurité publique et de protection des biens. Des sujets isolés d'*Ailanthus altissima* présentent un développement plus avancé et se développent au contact immédiat des fondations des structures bâties, générant des désordres mécaniques (affouillements, contraintes racinaires, risques de chutes de branches…). Leur maintien n'était pas compatible avec la stabilité des ouvrages ni avec les impératifs de sécurité.

Ainsi, au regard de ces éléments, les opérations réalisées relèvent d'une gestion nécessaire et règlementaire de végétation invasive en milieu anthropisé et ne s'inscrivent pas dans une opération de défrichement affectant un état boisé (au sens réglementaire de l'état boisé).

3.7.2.2. Mesure de réduction

Ces opérations permettent d'aménager de manière anticipée une zone de biodiversité localisée en continuité fonctionnelle immédiate du site d'étude du permis d'aménagement. Ces opérations constituent des mesures de réduction et se font en amont des travaux d'aménagement du permis d'aménager. La première phase de travaux a été réalisée entre décembre 2025 et février 2026 et permet de reconstituer l'ensemble des habitats impactés. La seconde phase déroulera à partir du T3 2027 après l'acquisition des terrains. Une ultime phase de réalisation d'un complément de prairie et de buissons sera réalisée lors des travaux d'aménagement du parc.

Bien que créée à proximité et non strictement in situ, cette zone a été considérée comme mesure de réduction par les services de l'État au regard de la forte dégradation du site d'implantation. L'objectif est non seulement de réduire directement les incidences, mais également de renforcer le niveau de fonctionnalité écologique, allant ainsi au-delà de la simple équivalence fonctionnelle visée à l'article L. 163-1 du Code de l'environnement. Le phasage prévoit en outre une réalisation préalable à l'ouverture du chantier, de manière à garantir les reports écologiques.

Ces mesures sont rappelées dans le Chapitre 6 « Description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement et mesures associées » du présent document.

Tableau 50 : Cahier des charges pour l'aménagement de la lisière écologique - BIOCOR

Habitats actuels	Surface ou quantité affectée	Mesures de réductions associées (MR6 à MR12)	Réservoir de biodiversité		Cathédrales ou autour du site	Gain / Perte ou équivalence écologique
			Prévu au sein de la lisière de biodiversité	Prévu au sein du parc		
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	0.746 ha	➢ Plantation de haies et bosquets arbustifs d'espèces locales de 0.173 ha, soit 1 737 m²	>737 m²	1 000 m²	-	Gestion des Espèces végétales exotiques envahissantes + équivalence écologique
Arbres isolés	6 arbres	➢ Plantation de 13 arbres	➢13 arbres		-	Gestion des Espèces végétales exotiques envahissantes + gain écologique
Plateaux formés par des gravats, blocs de béton, bois et déchets	0.42	➢ Création de pierriers et zone de thermorégulation pour les reptiles de 0013 ha soit 129 m2 ➢ Transplantation de la Drave des murailles dans cette zone favorable à son développement	➢ 70 m² de pierriers gabions ➢ 38 m² de zones gravillonnées ➢2 hibernacula de 6 m² chacun ➢3 m² déplacement Drave des murailles	-	-	Gestion des déchets + gain écologique
Zone de friche dominée par les fonciers	1.773	Création de prairies : ➢ Prairie mésophile de 0.352 ha soit 3 520 m² ➢ Prairie xérophile de 200 m² ➢ Dans cette zone et à proximité de haies arbustives, création d'un hibernaculum petits mammifères	➢3 520 m² prairie mésophile ➢200m² de prairie steppique) ➢1 hibernaculum petits mammifères 6 m²	-	-	Gain écologique
Surfaces imperméabilisées anthropiques	2.8488 ha	➢4 nichoirs pour le Faucon crécerelle	➢1 nichoir à Faucon crécerelle sur mât.	-	➢1 nichoir sur les toits des Cathédrales ➢ 2 nichoirs dans un rayon de 5 km	Gain écologique
Zone arborée dominé par de l'Ailante glanduleux	0.5865 ha	-	-	-	-	-
TOTAL	5.3006 ha	0.358 ha + 3 520 m² + 13 arbres + 4 nichoirs à Faucon	4 586 m²	1 000 m²	-	Gain de fonctionnalité par amélioration du faciès écologique de la zone

3.7.2.3. Conception de la lisière

La conception de cette lisière suit les principes suivants :

- concevoir une lisière de biodiversité en retrouvant l'ensemble des décomptes du rapport GAIN – PERTE dans le cadre des mesures d'évitement et de réduction :
  - 4 267 m² dédiés aux mesures décrites dans le tableau 50 « Cahier des charges pour l'aménagement de la lisière écologique » de BIOCOR
    En parallèle, des emprises des mesures de biodiversité sont prévues en dehors de la lisière écologique : 925 m² de haies et bosquets sur le parc, 449 m² de prairie mésophile en toiture de la résidence étudiante et 3 nichoirs sur le toit des Cathédrales et des écoles
  - 1 132 m² dédiés à la servitude du CDGX

- un réservoir de biodiversité (inaccessible pour le public) en continuité du parc comme un espace même du parc
- des axes visuels qui donnent à voir des horizons et perspectives d'ouvertures
- des milieux à reconstituer qui se combinent et sont en continuité du parc
- anticiper la gestion de l'ensemble de la zone clôturée

Par conséquent, l'aménagement de cette lisière réservée à la biodiversité vient compiler les enjeux faune-flore de la friche au projet urbain à terme.

Figure 329 : Conception de la lisière écologique - COLOCO

3.7.2.4. Calendrier de l'aménagement de la lisière écologique

Un phasage sera nécessaire pour la mise en œuvre des mesures selon :

- A l'hiver 2025-2026 et hiver 2026-2027 : à court terme, sur la lisière
- Travaux 2029 : à moyen terme, sur le parc
- A plus long terme, sur la résidence étudiante

Le planning des travaux a ainsi été conçu afin de respecter les sensibilités liées aux cycles biologiques de la faune, notamment en évitant les périodes de reproduction, et en privilégiant une réalisation avant mars. Le défrichage doit impérativement respecter deux conditions :

- La création effective des habitats au sein de la lisière de biodiversité (phase 1 - MR6 à MR12) ;
- Une intervention en dehors des périodes de sensibilité de la faune, à savoir durant la période automne-hiver (avant mars)

Le planning prévisionnel détaillé des travaux est inscrit au sein de la partie 3.6 « Planning prévisionnel » du présent chapitre.

3.7.2.5. Etat des lieux des travaux en cours d'exécution

Pendant la réalisation des différents travaux réalisés et décrits ci-dessous, les différentes zones refuges au sein du site d'étude sont mises en défens, sont préservées et clairement identifiables sur le site. Aucune intervention n'y est réalisée à ce stade. Elles continuent ainsi de constituer des habitats fonctionnels pour la faune présente sur le site.

Suite à la réalisation de ces travaux, des mesures de défavorabilisation sont et seront mises en œuvre sur les habitats existants avant leur destruction.

❖ **MR 6 – Plantation de haie arbustive et bosquets**

La plantation des haies et des bosquets est en cours sur le site. Un paillage du sol a été mis en place au pied des plantations. Cette opération permet de limiter la concurrence des adventices, de conserver l'humidité du sol, de protéger les jeunes plants contre les variations thermiques et de favoriser une meilleure reprise végétative

Les baliveaux plantés au sein des bosquets prévus dans la lisière de biodiversité sont accompagnés d'un système de tuteurage. Chaque jeune arbre est maintenu par un tuteur, assurant sa stabilité face aux vents et limitant les risques de basculement ou de déchaussement durant la phase d'enracinement.

Ce dispositif permet de favoriser une croissance droite et harmonieuse du tronc, tout en sécurisant la reprise des plantations.

Figure 330 : Plantation de jeunes arbres au sein des bosquets - BIOCOR

❖ **MR 8 – Création de zones refuges et pierriers**

Le matériel et les matériaux nécessaires à la réalisation des gabions ont été réceptionnés sur site par l'entreprise SMDA. Une première assise au sol a d'ores et déjà créée en date du 04 février 2026. Le choix de différentes granulométries de pierres permet la création d'interstices variés, favorables à l'installation et au refuge des reptiles au sein de la lisière de biodiversité.

Les gabions ainsi que la zone gravillonnée adjacente ont été réalisés le 12 février 2026.

Figure 331 : Aménagement du pierriers - Murs en gabions - BIOCOR

Ces aménagements permettront d'établir un nouvel habitat pour les lézards présents actuellement au sein de pierriers (tas de déchets et de gravats) qu'il est prévu d'enlever en mars 2026.

❖ **MR 10 – Transplantation de la Drave des Murailles**

Une opération de transplantation de la Drave des murailles (*Draba muralis L.*) a été réalisée le 12 février 2026 par l'entreprise SMDA avec le suivi écologique de BIOCOR. Cette opération s'inscrit dans la mesure de réduction qui vise à déplacer cette espèce afin de conserver la flore à enjeu sur le site (« MR10 – Déplacement d'espèces flore »).

Cette espèce est classée Vulnérable (VU) à l'échelle de la région et est protégée au niveau régional selon l'article 1 de l'arrêté du 11 mars 1991 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Ile-de-France.

L'espèce a été observée sous forme de pieds en 2023. Lors du repérage réalisé pour préparer la transplantation, aucun pied n'a été observé, ce qui indique que la population est désormais présente principalement sous forme de graines dans le sol. Celles-ci sont localisées au sein de l'horizon superficiel, correspondant aux 20 premiers centimètres du substrat. L'opération cible donc spécifiquement la banque de graines.

Le protocole prévoit le déplacement de l'espèce selon les étapes définies dans le document : « Compte-rendu – Suivi de transplantation de la Drave des murailles – BIOCOR – 13 /02/2026 ».

Les opérations se sont correctement déroulées en suivant ce protocole, avec la supervision de BIOCOR.

Figure 332 : Opération de transplantation de la Drave des murailles – BIOCOR

Le prélèvement de la couche superficielle du sol sur 20 cm de profondeur a permis de transférer la banque de graines dans des conditions adaptées, en conservant la structure pédologique et l'humidité du substrat.

Le site receveur, localisé à proximité immédiate du site prélevé et présentant des caractéristiques écologiques similaires (exposition ensoleillée, substrat minéral drainant), offre des conditions compatibles avec les exigences de l'espèce. La surface finale de 23 m², avec une épaisseur homogène d'environ 15 à 20 cm de substrat transféré sur une couche drainante de gravillons, garantit un volume de sol suffisant pour permettre la germination et l'installation durable de la Drave des murailles.

Dans le cadre du suivi écologique du chantier, une surveillance spécifique sera mise en place afin de vérifier la bonne reprise de l'espèce, notamment par le contrôle de la germination et du développement des individus. Ce suivi permettra, le cas échéant, d'adapter les mesures de gestion afin de garantir la pérennité de la station transplantée.

Un suivi sera poursuivi en phase exploitation dans le cadre du plan de gestion sur 15 ans.

Figure 333 : Site receveur à la fin de l'opération - BIOCOR

❖ MR 11 – Mise en place de nichoirs à Faucon Crécerelle

Le mât destiné au nichoir du Faucon crécerelle a été solidement implanté sur un socle stable, assurant sa stabilité à long terme. Le nichoir lui-même sera fixé au sommet du mât dans les prochains jours, offrant ainsi un poste d'observation sécurisé et optimal pour la nidification, favorisant le retour et l'établissement de l'espèce sur le site.

Figure 334 : Installation d'un nichoir à Faucon crécerelle sur mât au sein de la lisière de biodiversité – BIOCOR

3.8. Calendrier prévisionnel du projet

3.8.1. Phasage des travaux de la lisière de biodiversité

3.8.1.1. Phasage du chantier

- A. De novembre 2025 à février 2026 : mises en œuvre des militions sur le secteur Nord, surface de 3 152 m²
- B. De février 2026 à octobre 2026 : Défrichage de la zone pour déplacement des espèces cibles en fonction des périodes de nidification, hibernations, propres à chaque espèce
- C. A partir du T3 2027 :
    - Tri de la butte existante et secteur C libéré
    - Dépollution des terres et de la friche
    - mise en œuvre des milieux sur le secteur Sud, surface de 2 206 m²

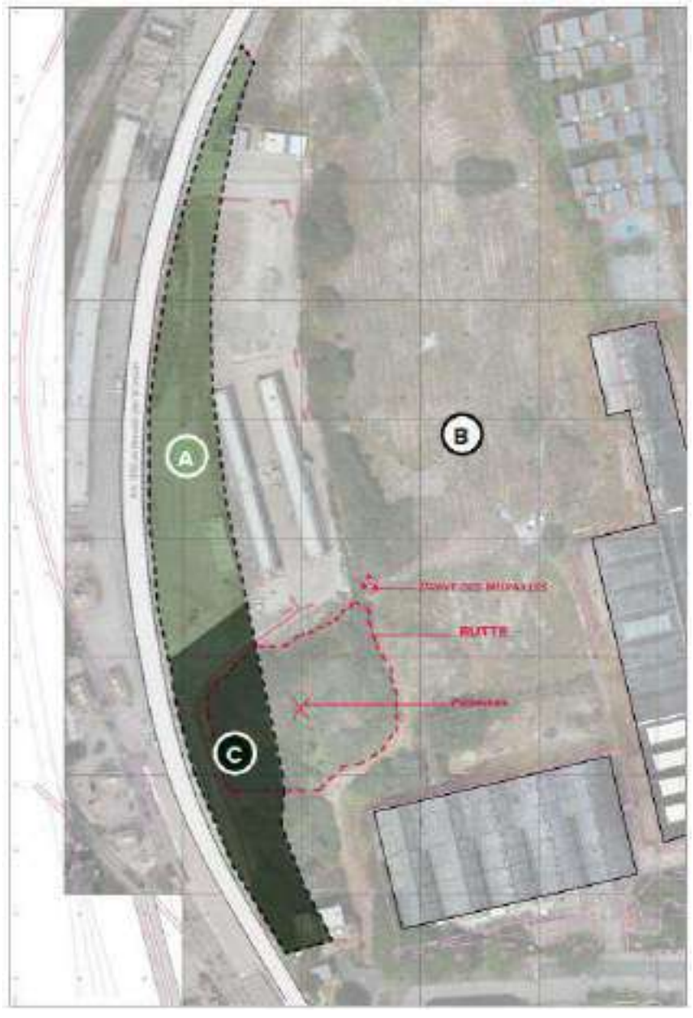


Figure 335 : Phasage du chantier de la lisière de biodiversité - COLOCO et BIOCOR

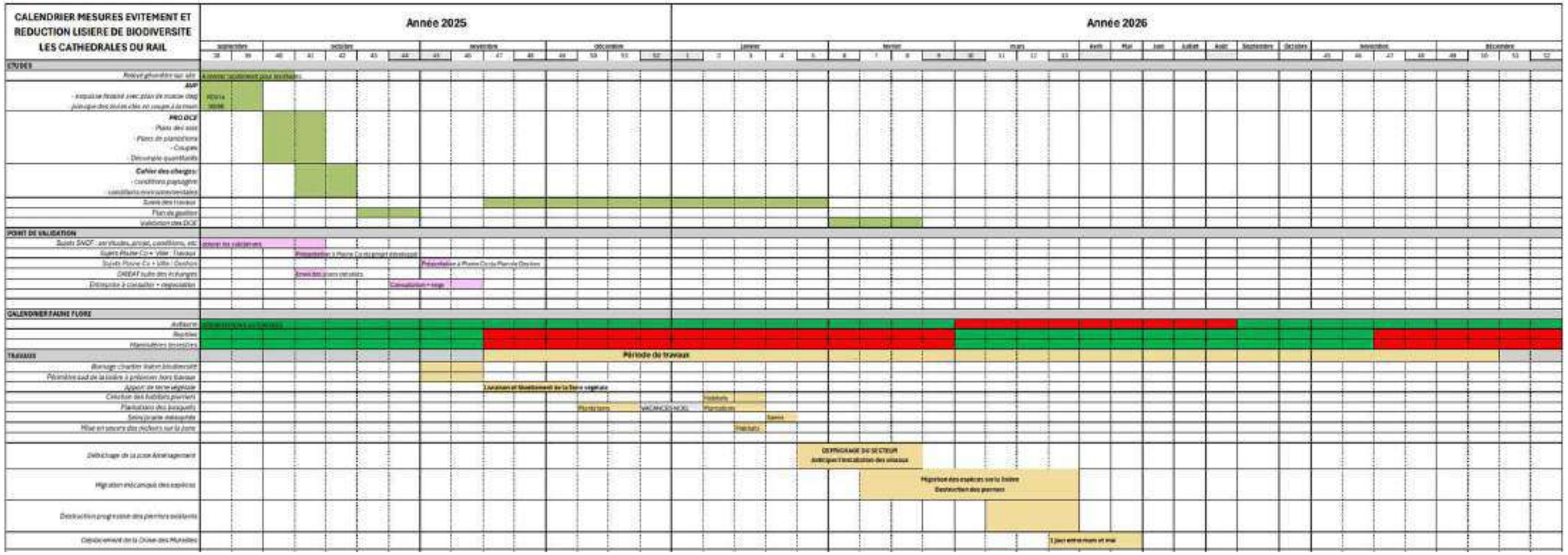


Figure 336 : Calendrier détaillé des travaux de la lisière de biodiversité - COLOCO et BIOCOR

3.8.2. Phasage de travaux du projet des Cathédrales du Rail

La lisière de biodiversité est mise en œuvre en 2 phases de travaux tel que convenu avec l'autorité environnementale.

Pour cela, une première phase est mise en œuvre au T1 de l'année 2026. La seconde phase sera réalisée au T3/T4 de 2027.

Cette lisière constitue un des équipements communs du lotissements. Elle sera transférée à Plaine Commune selon les conditions de la convention de transfert du permis d'aménager après 3 ans de gestion par l'Aménageur afin de s'assurer de la reprise des espèces. L'Aménageur accompagnera les services gestionnaires de Plaine Commune sur la formation aux modes de gestion de cette lisière de biodiversité.

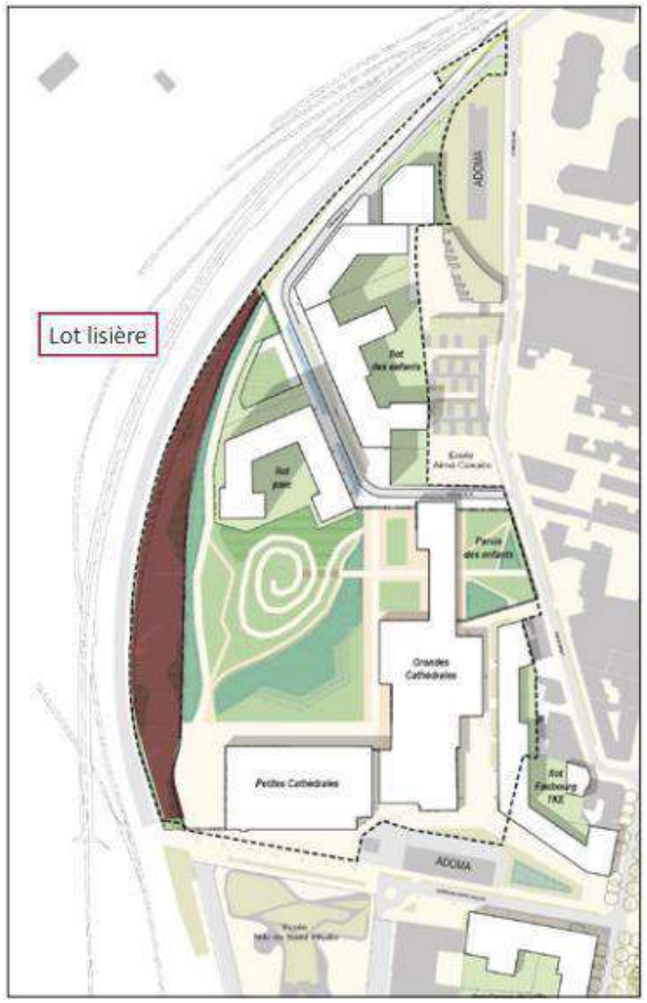


Figure 337 : Lot lisière de biodiversité - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

VULNERABILITE DU PROJET AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET AUX CATASTROPHES MAJEURS

4. VULNERABILITE DU PROJET AUX CHANGEMENT CLIMATIQUES ET AUX CATASTROPHES MAJEURS

4.1. Le risque majeur

Le risque majeur est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société.

L'existence d'un risque majeur est liée :

- D'une part à la **présence d'un événement**, qui est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique ;
- D'autre part à **l'existence d'enjeux**, qui représentent l'ensemble des personnes et des biens (ayant une valeur monétaire ou non monétaire) pouvant être affectés par un phénomène. Les conséquences d'un risque majeur sur les enjeux se mesurent en termes de vulnérabilité.

Un risque majeur est caractérisé par **sa faible fréquence** et par **son énorme gravité**.

Un événement potentiellement dangereux : un aléa, n'est un risque majeur que s'il s'applique à une zone où des enjeux humains, économiques ou environnementaux sont en présence.

Figure 338 : Evolution d'un aléa (à gauche) à risque majeur (à droite) (Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable)

Les trois catégories de risques majeurs sont :

- **Les risques naturels** : avalanche, feu de forêt, inondation, mouvement de terrain, cyclone, tempête, séisme et éruption volcanique ;
- **Les risques technologiques** : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaires, biologiques, liés aux ruptures de barrages...
- L**es risques de transports collectifs** (personnes, matières dangereuses), qui sont assimilables à des risques technologiques.

4.2. Risques naturels et enjeux du changement climatique dans le cadre du projet

Dans un contexte de dérèglement climatique croissant, la compréhension des notions d'adaptation et de résilience est devenue essentielle pour orienter les choix d'aménagement du territoire. L'étude de résilience permet d'anticiper les impacts des aléas climatiques physiques — dont la fréquence et l'intensité augmentent sous l'effet du changement climatique — et d'y répondre de manière stratégique.

Le diagnostic de résilience vise à évaluer la capacité d'un territoire à faire face aux risques climatiques futurs en identifiant ses vulnérabilités, qu'elles soient environnementales, sociales ou économiques. L'analyse a été réalisée sur la base de projections climatiques à horizon moyen (2041-2070) sur la base du scénario RCP 8.5 du GIEC. Ce scénario considère qu'aucune mesure d'atténuation des changements climatiques supplémentaire n'est prise sur l'horizon 2050 et que les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter au rythme actuel.

Nous analysons ici la résilience climatique du projet face aux aléas climatiques identifiés. Le diagnostic a été réalisé en 3 étapes : Évaluation de l'exposition, Évaluation de la sensibilité et Évaluation de la vulnérabilité.

Cette analyse réalisée par le bureau d'étude et de conseil TERAO est basée sur la méthodologie suivante :

<u>Etape 1 : Evaluation de l'exposition</u>

A cette étape, nous évaluons l'ampleur des aléas naturels auxquels le territoire d'étude est soumis et devra faire face, ainsi que la probabilité d'occurrence de ces aléas. Cette évaluation passe par :

- Une analyse de l'exposition actuelle, en s'appuyant sur différentes ressources telles que des cartographies et des documents réglementaires.
- Une analyse de l'exposition future en s'appuyant sur des indicateurs prospectifs disponibles sur la plateforme DRIAS. Nous avons étudié les projections à horizon moyen (2041-2070), prenant ainsi en compte les projections des trente prochaines années, dans un scénario pessimiste avec des émissions de GES très élevées (RCP8.5).

Le scénario RCP 8.5 considère qu'aucune mesure d'atténuation des changements climatiques supplémentaire n'est prise et que les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter au rythme actuel. Il prédit une augmentation de près de 4 degrés à la fin du siècle par rapport aux normes préindustrielles.

3 niveaux d'exposition sont possibles par aléa : **Faible, Moyen et Fort**.

<u>Etape 2 : Evaluation de la sensibilité</u>

A cette étape, nous évaluons la sensibilité du projet d'aménagement **selon la présence ou non de facteurs déclenchants ou aggravants de l'aléa**. L'évaluation prend en compte les **caractéristiques du projet** (présence de sous-sol, matériaux utilisés…), les **caractéristiques de l'environnement du projet** (imperméabilisation, végétation, terrain en pente, etc.), **les usages projetés du projet** et le **profil de ses occupants.**

3 niveaux de sensibilité sont possibles par aléa : **Faible, Moyen et Fort**.

<u>Etape 3 : Evaluation de la vulnérabilité</u>

La vulnérabilité désigne le degré auquel le projet et ses occupants sont affectés par les effets des aléas climatiques. Elle correspond au croisement entre les conclusions de l'exposition et de la sensibilité du bâtiment.

Niveau de vulnérabilité		Niveau de sensibilité		
		Faible	Moyen	Fort
Niveau d'exposition	Faible	Très faible	Faible	Moyen
	Moyen	Faible	Moyen	Fort
	Fort	Moyen	Fort	Très fort

Etape 4 : Recommandations de mesures d'adaptation à intégrer (intégrer dans le chapitre sur les impacts et mesures de l'étude d'impact)

Nous conclurons cette analyse par une proposition de solutions d'adaptation pour les aléas dont le niveau de vulnérabilité est supérieur ou égale à moyen. Les recommandations sont variées : besoin d'études complémentaires et faire intervenir un expert, des recommandations techniques (en chantier, en conception, en exploitation), des recommandations d'usages.

Limites de cette analyse :

La présente étude de vulnérabilité climatique a été réalisée sur la base des données disponibles à la date de sa rédaction, notamment les projections climatiques issues des scénarios TRACC et RCP, les documents d'urbanisme et les diagnostics territoriaux existants (PCAET, PPR, BRGM, etc.). Elle repose sur des hypothèses et modèles scientifiques susceptibles d'évoluer.

Cette étude a pour vocation d'éclairer les choix d'aménagement en intégrant les enjeux d'adaptation au changement climatique, mais ne constitue ni une garantie absolue contre les risques identifiés, ni un document réglementaire au sens strict. Elle ne saurait engager la responsabilité de son auteur en cas d'événement futur imprévu, ou en cas d'interprétation ou d'usage inadapté des recommandations qui y figurent.

L'analyse devra être réévaluée périodiquement, en fonction de l'évolution des connaissances, des données locales disponibles et du contexte réglementaire.

4.3. Rappel de la conclusion sur l'exposition du site face aux aléas climatiques

Le présent chapitre, s'appuie particulièrement sur des données extraites du portail DRIAS et sur les premières analyses du GREC francilien.

Le climat de la région Île-de-France est de type tempéré. Toutefois, il est marqué par une certaine variabilité, s'exprimant notamment par les observations effectuées sur les températures et les précipitations. Concernant les températures, on note une grande amplitude de variations, et une grande variabilité d'un mois à l'autre, d'une année à l'autre pour la même saison. Les précipitations moyennes varient peu au cours d'une année mais sont caractérisées par une grande variabilité d'une année sur l'autre (avec des cumuls pouvant être 3 fois plus importants ou 10 fois moins élevés que la moyenne). Ces variabilités s'expliquent principalement par l'influence du climat océanique de la façade ouest de l'Europe (irrégularité de la circulation des vents sur l'Atlantique Nord).

4.3.1. Aléas retenus pour le site d'étude au regard de son contexte géographique et météorologique

Les aléas climatiques pouvant impacter un projet immobilier en Ile-de-France sont les suivants :

- Vagues de chaleur
- Phénomènes de vent : tempêtes et tornades
- Sècheresse / Retrait gonflement des argiles
- Débordement des cours d'eau
- Remontée de nappe
- Ruissellement
- Affaissement et glissement de terrain
- Séisme

4.3.2. Evaluation de l'exposition du projet face aux aléas climatiques retenus selon les éléments de l'état initial

Evaluation de l'exposition		
Thèmes	**Aléas**	**Niveau d'exposition**
Aléas liés à la température	Vague de chaleur	Fort
	Vague de froid	Faible
	Feu de forêt	Faible
Aléas liés au vent	Tempête	Faible
	Tornade	Moyen
Aléas liés à l'eau	Retrait-gonflement des argiles	Moyen
	Débordement de cours d'eau	Faible
	Remontée de nappe	Faible
	Ruissellement	Moyen
Aléas liés aux masses solides	Erosion des sols (hors côtière)	Faible
	Glissement de terrain	Moyen
	Affaissement et effondrement	Fort

Figure 339 : Synthèse de l'exposition du site aux aléas climatiques naturels

.

4.4. Sensibilité du projet d'aménagement aux aléas climatiques naturels

L'évaluation de la sensibilité du projet d'aménagement est réalisée seulement sur les aléas ayant un niveau d'exposition supérieur ou égale à Moyen. Elle prend en compte les **caractéristiques des bâtiments** (présence de sous-sol, matériaux utilisés…), les **caractéristiques de l'environnement du bâtiment** (imperméabilisation, végétation, terrain en pente…), **l'usage des bâtiments** et le **profil des usagers du quartier.**

Aléas	Niveau de sensibilité	Justifications des forces du projet	Justifications des faiblesses du projet
Vague de chaleur	Fort	Les espaces extérieurs sont végétalisés et arborés Les couleurs de façade seront claires et permettront la réflexion. Bâtiments neufs avec du double vitrage voire triple vitrage et un niveau RE. L'inertie des bâtiments est supposée moyenne. Logements traversant	Les bâtiments ne sont pas climatisés. Absence d'informations sur le traitement solaire des vitrages et la mise en place de protection solaire. Le projet présente des surfaces d'espaces publics encore soumises fortement à l'ensoleillement (parvis des cathédrales par exemple) et le choix des revêtements n'est pas encore défini.
Phénomène de vent	Moyen		Des bâtiments assez hauts Des arbres assez hauts sont présents à proximité immédiate des bâtiments. Absence d'information sur la protection des ouvertures, des équipes, des façades, etc.
RGA	Faible	Un géotechnicien a été consulté Les bâtiments seront hauts et avec des sous-sols, ils sont donc peu impactés par ce risque	
Remontée de nappe	Faible	L'assainissement pluvial sera essentiellement basé sur la gestion intégrée des eaux pluviales pour respecter les écoulements naturels ; stocker l'eau au plus proche du lieu de précipitation ; favoriser l'infiltration naturelle et/ou le débit régulé et veiller à la prise en compte des épisodes pluvieux exceptionnels ou à la répétition d'épisodes pluvieux. Le niveau de la nappe est situé à environ 6m à 8m de profondeur et le projet prévoit au maximum 2 niveaux de sous-sol uniquement sur l'ilot cœur de ville.	
Ruissellement	Moyen	Stockage des eaux pluviales sur les parcelles publiques et privés. Création des jardins de pluie.	Sol argileux et peu perméable.
Mouvement de terrain	Faible	Une étude spécifique sur la problématique du gypse a été réalisée, elle indique que la majorité de ces sondages montre un bon état de conservation des niveaux gypseux, à l'exception de 4 sondages dont deux localisés au nord de la ZAC (SD102 et SD104) et les deux autres au sud (SD122 et SD125). Des recommandations sont dictées dans les mesures.	

4.4.1. Sensibilité du projet à la chaleur

La Maitrise d'ouvrage du projet d'aménagement a souhaité réaliser une étude bioclimatique et de caractérisation de l'effet d'ilot de chaleur urbain afin de connaitre les points forts et les points faibles de son projet afin d'améliorer sa conception au travers de mesures à intégrer en phase AVP et dans les projets de construction.

Ensoleillement : L'objectif est d'étudier l'exposition au rayonnement solaire, sur les espaces publics, sur les jardins privés, les terrasses et sur les façades des bâtiments.

Au 21/06, date du jour le plus long (et donc de la solarisation la plus longue) avec un soleil beaucoup plus vertical. En été, les apports solaires ont cette fois un impact potentiellement négatif sur le confort thermique et les éventuels besoins de refroidissement, il est donc nécessaire de s'en protéger.

La majorité des surfaces du projet sont très ensoleillées en été. En particulier autour des Cathédrales sur les parvis où il n'est pas possible de planter des arbres. Ces zones sont donc sensibles à la surchauffe et créent de grandes zones sans abri contre la chaleur. Le choix de revêtements de sol sur ces zones aura donc un impact important sur le potentiel de captation et conservation de la chaleur du site.

C'est également le cas des revêtements de toitures car celles-ci sont pour la grande majorité ensoleillée toute la journée.

Les zones les plus protégées du soleil sont les cœurs d'îlots où les bâtiments et les arbres ombragent les espaces extérieurs.

Figure 340 : Ensoleillement maximum du périmètre du projet au 21 juin. TERAO 2025

Caractérisation du projet à l'effet d'ilot de chaleur urbain :

L'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) est un facteur aggravant des vagues de chaleur et en particulier des épisodes de canicule. La ville par sa minéralité, ses matériaux, sa rugosité, ses carences en eau et en végétation, ses activités anthropiques émettrices de chaleur et de polluants, est source de perturbations radiatives, thermiques, hydrologiques et aérologiques qui influent sur le climat en réchauffant l'atmosphère. À l'inverse, les zones de cultures ainsi que les îlots pavillonnaires ont un faible impact sur l'aggravation du phénomène ICU pendant la nuit. Bien qu'ils puissent atteindre des hautes températures pendant la journée, la surface de sol perméable facilite l'évacuation de la chaleur, ce qui permet de limiter l'impact sur l'effet ICU pendant la nuit.

L'analyse du confort thermique à l'extérieur présente des intérêts majeurs en matière de santé et de bien être dans la ville, d'adaptation au changement climatique et de conception d'espaces de qualité. Néanmoins, elle représente une donnée complexe à modéliser parce que plusieurs paramètres entrent en jeu sur des conditions climatiques très variables : La température d'air, l'humidité relative, l'ensoleillement (radiations directes et diffuses), la température radiante, la vitesse d'air, l'activité et l'habillement.

Il n'est donc pas pertinent de mesurer le confort extérieur avec une simple température d'air. Des indicateurs ont été définis sur la base du modèle biométéorologique humain, qui mesure la réponse du corps humain (ressenti de confort) à ces différents facteurs de stress thermique. Les indicateurs d'évaluation de l'efficacité en termes de rafraîchissement sont :

- **La température de l'air :** En général, la circulation de l'air en ville permet une diminution du réchauffement des espaces publics grâce à une dispersion constante de la chaleur.
- **La température de surface :** elle varie très fortement en fonction de l'exposition au soleil et du vent, ainsi que des caractéristiques des matériaux. Cette grandeur impacte le confort thermique par le biais de la température moyenne radiante et sur la température d'air par le biais du phénomène de convection.
- **Les indices de confort :** permettent de calculer le ressenti en température d'un passant ou d'un habitant. Il calcule les échanges de chaleur entre le corps humain et son environnement, en intégrant les paramètres météorologiques de température, humidité, vent et rayonnement. Les indices UTCI (universal thermal climate index) et PET (physiological equivalent temperature) sont les plus utilisés.

Caractérisation du model ICU :

Les conditions de simulation des ambiances thermiques sur le quartier ont été définies sur la base d'un horizon temporel moyen (2050), en s'appuyant sur les hypothèses du scénario climatique RCP 8.5. Ce scénario, bien qu'étant le plus pessimiste parmi les quatre trajectoires du GIEC, est aujourd'hui considéré comme l'un des plus plausibles compte tenu de l'évolution actuelle des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale. Il traduit une dynamique de réchauffement climatique soutenue, sans inflexion majeure des politiques climatiques internationales.

La simulation a été menée en intégrant l'élévation des températures moyennes attendue selon ce scénario. Les projections pour Saint-Denis à cet horizon estiment environ 14 jours de vague de chaleur par an. Toutefois, afin de privilégier une approche représentative du confort thermique durant la majeure partie de l'été, la modélisation a été réalisée sur la base d'une journée estivale chaude « typique » (01/08/2050), en dehors d'un épisode de canicule.

Actuellement le seuil d'alerte canicule de Seine-Saint-Denis considère des températures de 21°C pour la nuit et 31°C en journée. Les températures seront toujours au-dessus de la moyenne en 2050 mais seront beaucoup plus communes en 2100 (Selon le scénario RCP 8.5).

Ce choix méthodologique permet d'évaluer le fonctionnement thermique du quartier dans un contexte fréquent et non exceptionnel, ce qui facilite l'interprétation des résultats et leur transposition à l'échelle opérationnelle. Il convient néanmoins de souligner que ces résultats restent partiellement optimistes : en conditions extrêmes — notamment lors d'épisodes de vague de chaleur —, les effets de l'îlot de chaleur urbain (ICU) seraient très probablement amplifiés, conduisant à une dégradation plus marquée des conditions de confort, en particulier pour les usagers vulnérables ou les espaces minéralisés.

Date et durée de la simulation :	De 05 :00 h 01/08 à 05 :00h 02/08 (simulation sur 48h)	**Direction du vent :**	Ouest, en prenant les conditions fréquentes les plus défavorables.	**Humidité de l'air :**	48% à 85%
Vitesse du vent :	3,3 m/s à 10 m du sol	**Température min de l'air :**	T min=21°C à 5h	**Couverture nuageuse :**	Ciel dégagé
		Température max de l'air :	T max=31°C à 16h		

❖ TEMPERATURE DE SURFACE EVALUEE SUR LA 2EME JOURNEE DE SIMULATION EN PERIODE CHAUDE

- Dès 8h du matin, les différences de température de surface entre les zones ensoleillées/ombragées et les matériaux minéraux/végétation sont déjà perceptibles. Malgré leur inertie les surfaces au sol minérales ensoleillées peuvent atteindre 30 °C, tandis que celles situées à l'ombre restent à 26 °C. Les surfaces végétales exposées au soleil matinal atteignent 33 °C, et les espaces végétalisés ombragés se maintiennent à 25 °C, bénéficiant de l'effet rafraîchissant de l'évapotranspiration.
- À midi, les écarts de température se prononcent plus nettement et beaucoup de surfaces atteignent leurs températures maximales. Les espaces végétalisés se situent entre 28 °C à l'ombre et 46 °C en plein soleil. Les surfaces situées sous des groupements d'arbres affichent les températures les plus basses. Les surfaces minérales atteignent 30°C à l'ombre et peuvent dépasser 50°C lorsqu'elles sont exposées en plein soleil depuis la matinée.

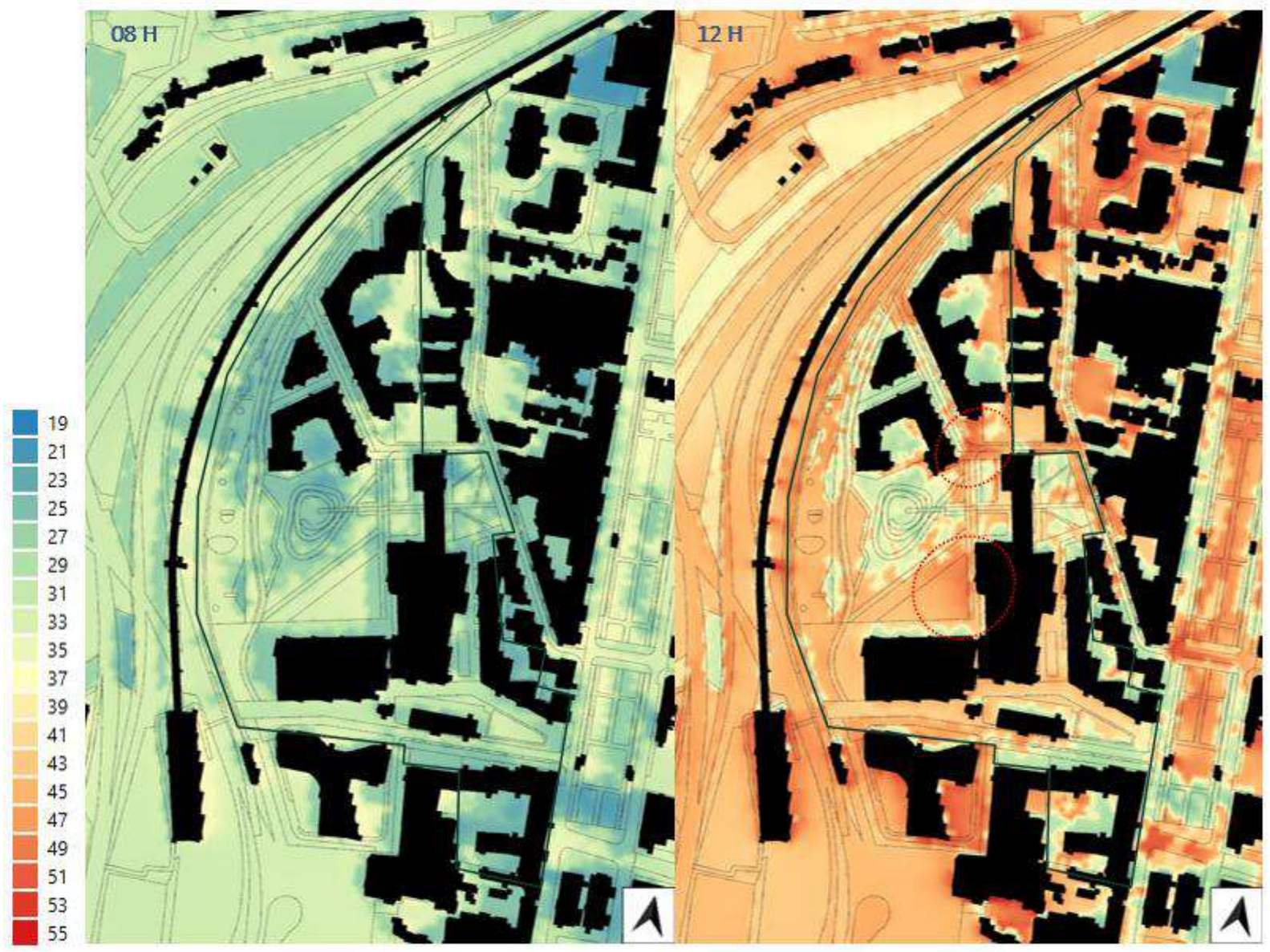


Figure 341 : Modélisation des températures de surface projetées, TERAO 2025

- À 16h, les températures de surfaces commencent à redescendre. Les espaces bitumés encore exposés en plein soleil sont à 45°C. Les surfaces à l'ombre peuvent rester à 32°C. Les espaces végétalisés peuvent conserver une température jusqu'à 40-42°C en absence d'ombrage, et peuvent maintenir des températures basses jusqu'à 26°C dans les cœurs d'îlot les plus ombragés.
- À 20h, les surfaces libèrent la chaleur cumulée pendant la journée. Les températures des surfaces descendent significativement, avec des réductions allant jusqu'à 10°C par rapport aux températures à 16h. Ainsi, les surfaces minérales ayant emmagasinées le plus de chaleur se situent entre 30 et 33°C et les espaces verts se situent entre 24 et 28°C. La distinction entre surface minérale et végétale devient nette.
- À minuit, la restitution thermique de la chaleur cumulée dans les matériaux continue et les températures sur l'ensemble du site sont plus homogènes. Les surfaces minérales continuent de libérer la chaleur emmagasinée, et approchent les 26°C. Les surfaces végétalisées redescendent plus rapidement grâce à leur faible capacité de stockage thermique, entre 22°C-24°C.
- À 4h, au point le plus froid de la journée, les surfaces minéralisées ont libéré une grande partie de leur chaleur stockée et elles atteignent des températures entre 23-24°C. Malgré ce refroidissement, elles restent encore légèrement plus chaudes que les surfaces végétalisées. Sur le projet, c'est autour de la grande cathédrale que les surfaces conservent le plus de chaleur. Les surfaces végétalisées se refroidissent plus rapidement se stabilisent près de la température d'air vers 21°C.

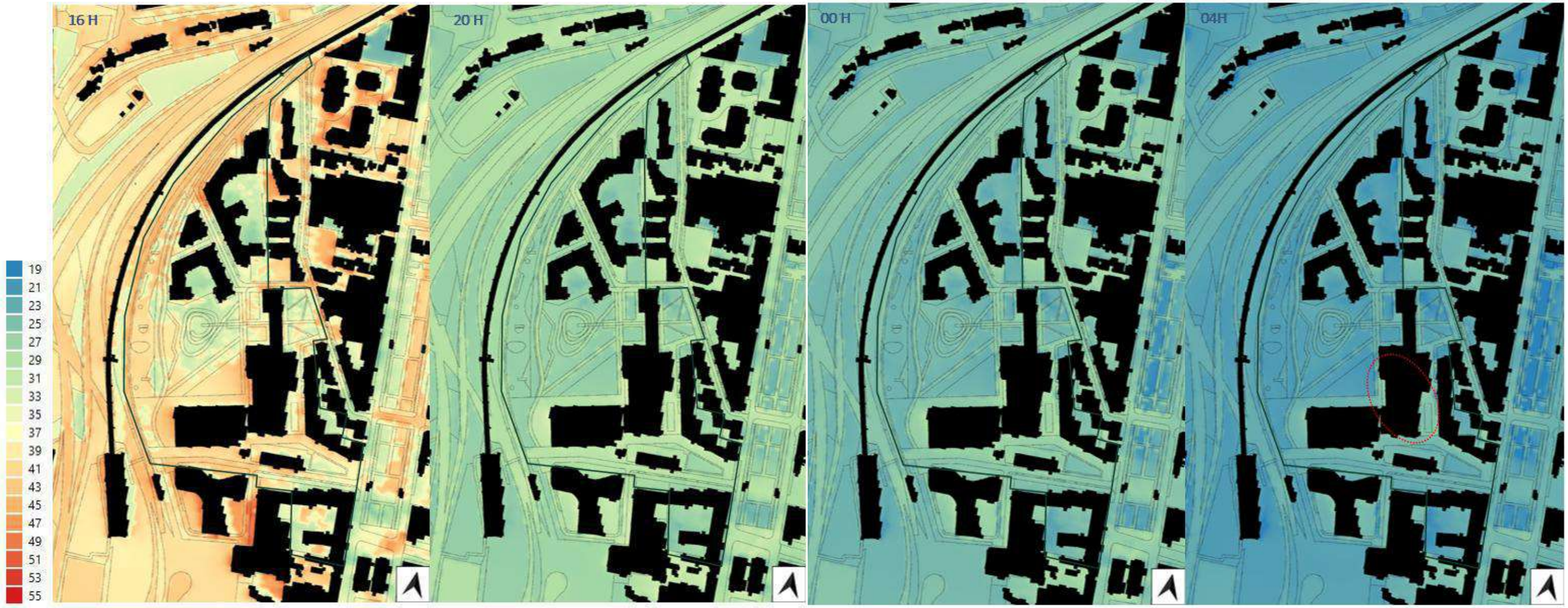


Figure 342 : Modélisation des températures de surface projetées, TERAO 2025

❖ ACCUMULATION DE CHALEUR

La simulation a été réalisée sur 2 jours consécutifs avec les mêmes conditions climatiques. L'objectif de cette simulation est d'analyser les espaces où la chaleur arrive à se dissiper et les espaces où la chaleur s'accumule. Les images ci-contre montrent les différences de température à une même heure entre le deuxième et le premier jour. Les différences étant positives cela montre les zones où la chaleur s'est accumulée.

- À 16h, les températures d'air sont à leur maximum. L'image de gauche montre la différence de température d'air à 16h. On peut remarquer que le site a accumulé de la chaleur et que les températures d'air sont plus élevées (jusqu'à 0,6°C) sur certains espaces dans le site notamment sur les zones les plus fraiche à 16h : la butte et dans les cœurs d'îlot.
- Entre 4h et 6h, c'est le moment le plus frais de la journée. Les sols ont libéré la chaleur stockée dans la journée. Cependant une partie de cette chaleur peut ne pas être évacuée. L'image de droite montre la différence de température des sols à 4h après la première et la deuxième journée de simulation. On peut voir que des zones ont conservé jusqu'à 1,5°C de plus que la nuit précédente. La majorité de ces surfaces sont minérales mais on trouve également les surfaces des cœurs d'îlot.
- La localisation de ces accumulations de chaleur dans l'air ou au sol montrent que **plus les jours chauds s'enchaînent plus les cœurs d'îlot se réchaufferont** et l'inconfort sera d'autant plus présent dans ces zones notamment la nuit. L'image de droite montre également l'importance de limiter les surfaces minérales et sombres car ce sont elles qui accumulent le plus de chaleur de jour en jour. Enfin, plus les jours chauds s'accumulent, moins les zones végétalisées sont fraiches car les arbres peuvent limiter localement la ventilation et leur canopée peut limiter la perte de chaleur vers le ciel la nuit. C'est notamment ce qui est visible aux niveaux de la butte et aux pieds de l'ilot Parc.

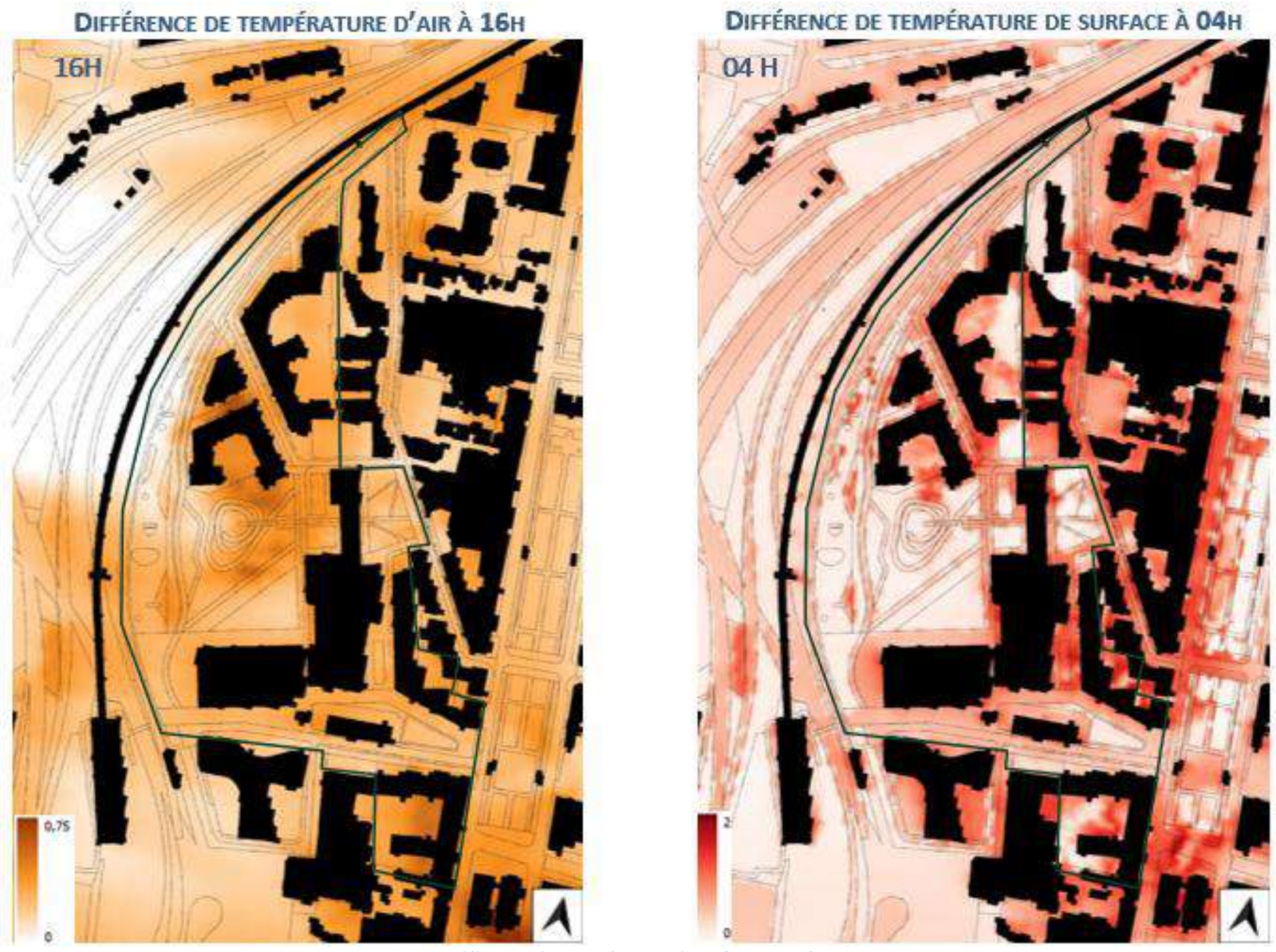


Figure 343 : Modélisation des températures de surface projetées - TERAO, 2025

❖ MODELISATION DU CONFORT THERMIQUE EN PET (TEMPERATURE PHYSIOLOGIQUE EQUIVALENTE)

La température de l'air et l'humidité ne suffisent pas à exprimer le confort d'une personne. Pour se rapprocher au mieux du ressenti d'un passant ou d'un habitant, on peut utiliser des indices de confort thermique.

Différents indicateurs sont utilisés pour évaluer la réponse physiologique du corps humain à différentes conditions de confort, notamment le PET.

La température physiologique équivalente (PET) est un indice de confort thermique, qui contrairement à la température de l'air, considère plusieurs facteurs supplémentaires comme l'humidité de l'air, la vitesse du vent et le rayonnement solaire. Même des facteurs individuels comme le sexe, la taille, le poids et le métabolisme peuvent être pris en compte.

L'indice PET comprend plusieurs niveaux de stress physiologique définis, qui permettent de contextualiser vos résultats.

PET	Thermal perception	Grade of physiological stress
4°C	Very cold	Extreme cold stress
8°C	Cold	Strong cold stress
13°C	Cool	Moderate cold stress
18°C	Slightly cool	Slight cold stress
23°C	Comfortable	No thermal stress
29°C	Slightly warm	Slight heat stress
35°C	Warm	Moderate heat stress
41°C	Hot	Strong heat stress
	Very hot	Extreme heat stress

Tableau 51 : Valeurs de l'indicateur PET. ENS Paris Saclay

- À 8h, sous un ensoleillement modéré, un inconfort thermique est déjà présent dans certaines zones. Les différences selon les types d'aménagement se mettent en évidence grâce au PET. Sur les surfaces ensoleillées, le stress thermique est de modéré à extrême et sur les surfaces ombragées le stress est réduit. Sous les groupements d'arbres, le stress thermique est faible.
- À 12h, l'inconfort par un stress thermique extrême est généralisé car le soleil est haut, il y a donc très peu d'espace ombragé et le rayonnement solaire est beaucoup plus intense. L'ombrage des plus grands bâtiments et des groupements d'arbres, notamment ceux sur la butte, créent quelques îlots de fraîcheur et peuvent réduire le stress thermique jusqu'à un niveau modéré.

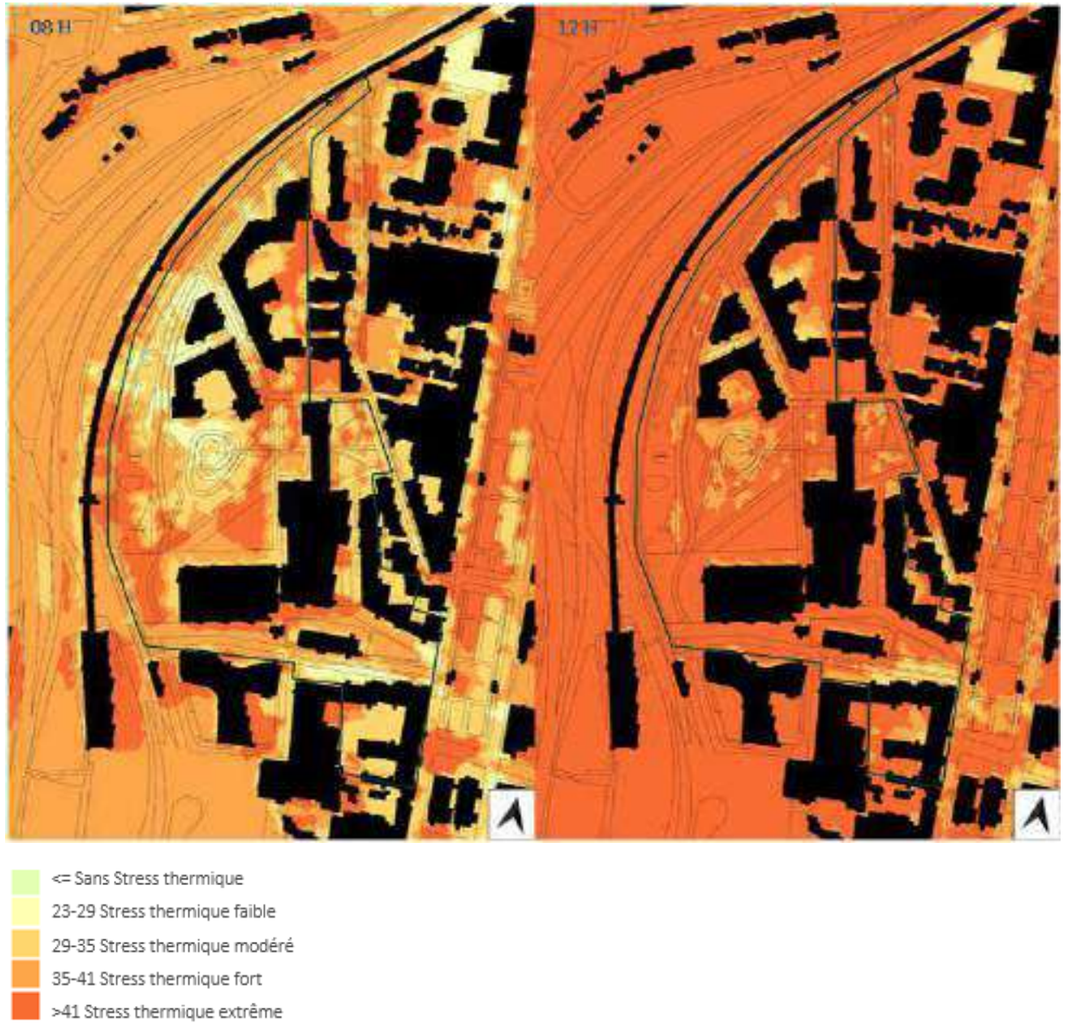


Figure 344 : Modélisation du PET, TERAO 2025

- À 16h, le stress thermique reste dans la catégorie extrême à cause des conditions d'ensoleillement fortes et de l'augmentation de la température de l'air. L'ombrage et les îlots de fraîcheur s'étendent. Le choix d'aménagement du projet montre des avantages sur le confort thermique des espaces extérieurs au niveau du parc, du jardin des enfants mais aussi les cœurs d'îlots des enfants et l'îlot Parc.
- À 20h, avec la diminution du rayonnement solaire, le stress thermique s'atténue et devient faible en bordure Ouest du site, sur le chemin des petits cailloux et sur le parc notamment grâce au vent. Les zones autour des bâtiments créent un microclimat moins confortable en raison de la restitution thermique des surfaces échauffées durant la journée, présentant un stress thermique modéré.
- A minuit avec une absence total d'ensoleillement, le stress thermique est majoritairement faible. A ce moment le phénomène d'ilot de chaleur urbain est présent, les bâtiments bloquent la ventilation qui limite l'évacuation de la chaleur restituée par les matériaux. Un inconfort thermique modéré est maintenu aux abords des bâtiments même la nuit.
- À 4 h, le stress thermique a fortement diminué et les espaces extérieurs les plus dégagés ne présentent plus aucun inconfort thermique. Cependant, les espaces urbains fermés, qui limitent la ventilation nocturne, ont un peu plus de mal à dissiper la chaleur, ce qui provoque un léger inconfort thermique autour des espaces bâtis.

Figure 345 : Modélisation du PET, TERAO 2025

❖ CONCLUSION DE L'ETUDE DE LA SENSIBILISATION DU PROJET D'AMENAGEMENT A LA CHALEUR

En conclusion, l'étude ICU a permis d'analyser le comportement du site dans des conditions climatiques chaudes simulées selon le scénario RCP 8.5 à horizon 2050.

Dans un premier temps l'étude a permis d'analyser les conditions d'ensoleillement et confort aéraulique au sein du projet. L'étude montre que toutes les surfaces, toitures comme sols, sont très ensoleillées en été. Les zones les plus protégées du soleil sont les cœurs d'îlots où les bâtiments et les arbres ombragent les espaces extérieurs. Les arbres de la butte créent également un espace ombragé dans le parc. La simulation est modélisée avec un vent d'Ouest présent toute l'année et très majoritaires en été. Le site n'ayant pas d'obstacle en bordure de site de ce côté, il est donc globalement bien ventilé, à l'exception des cœurs d'îlot pour lesquels les bâtiments créent une barrière.

Dans une deuxième partie, l'étude ICU a permis d'analyser le comportement du site dans des conditions climatiques chaudes simulées sur un horizon moyen. Grâce à l'observation de paramètre comme la température de l'air, la température des surfaces et le confort thermique, la simulation a permis de mettre en évidence l'hétérogénéité du site.

L'analyse montre que le parc, le jardin des enfants et les cœurs d'îlot sont des zones fraîches en journée avec un stress thermique moindre notamment grâce à leur végétation. A l'inverse la plaine évènementielle et l'espace capable sont des points chauds par manque d'ombrage. Ce défaut peut être traiter par des solutions pérennes ou temporaires en fonction de l'usage de chaque zone.

L'étude de l'accumulation de chaleur après un deuxième jour chaud met en avant l'augmentation de chaleur dans les cœurs d'îlot. Les cœurs d'îlot se rafraichissent effectivement moins la nuit que d'autres zones du site à cause du manque de ventilation. Cela combiné à l'inertie des bâtiments, les cœurs d'îlot auront donc tendance à se réchauffer au fur et à mesure de l'enchaînement de jours chauds. Ce qui risque d'accentuer l'inconfort la nuit et réduire le rafraichissement par ventilation des logements donnant sur cour. Il est donc important de favoriser les logements traversants.

La création d'un nouveau quartier sur une friche ne peut pas être totalement neutre vis-à-vis de l'îlot de chaleur puisque la création de bâtiments et de voiries augmente l'inertie du site. Cependant le projet limite ces surfaces minérales à ce qui est nécessaire pour les usages et créer des surfaces végétalisées qualitatives en particulier au niveau de la butte.

Il convient maintenant de poursuivre les réflexions à l'échelle des projets de bâtiments pour lesquels des premières mesures sont listées dans la présente étude d'impact.

❖ ETUDE STATISTIQUE DES MOYENNES ANNUELLES DES VENTS PROJETES SUR LE NOUVEAU QUARTIER

Les résultats de l'étude aéraulique et la rose des vents montrent que les vents dominants sont d'une orientation ouest et sud-ouest pendant toute l'année.

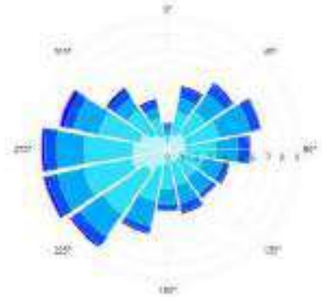


Figure 346 : Rose des vents annuels - Station Paris-Montsouris - Fichier INCLIBATI adapté à Gennevilliers - TERAO

Figure 347 : Modélisation du vent d'Ouest en m/s sur site toute l'année - TERAO

Contrairement à la majorité des sites urbains, le site n'a pas d'obstacle en bordure de site du côté de la provenance principale des vents du fait de la présence du grand faisceau de voie ferrée à l'ouest du site. Ainsi, dans l'ensemble, les vents ouest sont présents toute l'année et très majoritaires en été.

Le vent parcourt le parc et s'engouffre dans le Chemin des Petits Cailloux ce qui est une chose positive en été lors des fortes chaleurs. Les espaces publics pourront ainsi être rafraîchis. Sur ces espaces, en cas d'usages statiques, il est conseillé de prévoir des aménagements paysagers spéciaux pour garantir le confort sur des stations prolongées.

Ainsi, le site est donc globalement bien ventilé, à l'exception des cœurs d'îlot pour lesquels les bâtiments créent une barrière. La chaleur aura donc tendance à s'accumuler dans les cœurs d'îlot.

4.5. Evaluation de la vulnérabilité du projet d'aménagement face aux aléas climatiques

La vulnérabilité désigne le degré auquel le projet et ses occupants sont affectés par les effets des aléas climatiques. Elle correspond au croisement entre les conclusions de l'exposition et de la sensibilité du projet d'aménagement.

Evaluation de la vulnérabilité

Thèmes	Aléas	Niveau de vulnérabilité
Aléas liés à la température	Vague de chaleur	Très fort
	Vague de froid	Faible
Aléas liés au vent	Phénomène liés au vent	Moyen
Aléas liés à l'eau	Retrait-gonflement des argiles	Faible
	Débordement de cours d'eau	Très faible
	Remontée de nappe	Faible
	Ruissellement	Moyen
Aléas liés aux masses solides	Erosion des sols (hors côtière)	Très faible
	Mouvement de terrain	Moyen

Au regard de la vulnérabilité du projet face à certains aléas climatiques, des mesures sont proposées dans le chapitre ah doc.

4.6. Vulnérabilité du projet aux risques anthropiques

Aléas	Niveau d'exposition	Justifications	Mesures /stratégies de réduction des risques	Vulnérabilité du projet après mesures
ICPE et site SEVESO	Faible	Le site d'étude est inscrit dans un contexte avec des nombreuses ICPE situées toutefois à plus de 1 km du site, mais sans installation SEVESO.	-	Faible
Installations nucléaires	Faible	Le site est à 14 km environ du CEA (Commissariat de l'Energie Atomique) de Fontenay-aux-Roses, mais ce site est en cours de démantèlement depuis 1999 pour se consacrer uniquement à la recherche et à l'innovation.	-	Faible
Etablissement déclarant des rejets de polluants	Faible	5 installations industrielles rejetant des polluants dans la commune. A 550m à l'est du projet. Cependant, au vu de l'écoulement hydraulique de la nappe s'effectuant vers l'extérieur du site d'après les études hydro géotechniques déjà effectuées, ces installations sont peu susceptibles d'exercer une influence sur la zone d'étude dans le cas d'une contamination des sols et/ou de la nappe, bien qu'ils pourraient contaminer leur entourage extérieur.	-	Faible
Transport de matières dangereuses	Faible	Le site n'est pas traversé par une canalisation de matière dangereuse, bien qu'une conduite passe à 190m à l'Est. Le projet est à distance de la voie ferrée et globalement à distance de l'avenue du président Wilson sauf pour le cœur de Ville.	-	Faible
Pollution des sols par des sites industriels	Fort	Le périmètre opérationnel est concerné par un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics (BASOL). Il a fait l'objet d'études de sol appelant à appliquer des dispositions spécifiques pour rendre son usage compatible à son environnement.	La gestion des terres pollués sera assuré sur site selon leurs seuils de pollution : • Les terres inertes de type I, conforment aux seuils inertes, seront réutilisées au droit du projet sans prescriptions particulière pour un usage récréatif (hors cultures de végétaux comestibles) ; • Les terres de type II, conformes aux seuils de réhabilitation, seront réutilisées au droit du site avec un simple recouvrement par 50 cm de terre inerte et sous voirie si leurs propriétés mécaniques le permettent • Les terres non inertes de type III, dépassant les seuils de réhabilitation, seront dépolluées sur site par biopile et une fois l'atteinte des seuils définis dans le plan de gestion ces terres deviendront des terres de type II et pourront être remblayées. • Les terres non inertes de type IV, dépassant les seuils de réhabilitation et ne pouvant pas être traitées en biopile, seront encapsulées dans deux alvéoles d'environ 4 000 m² prévues à cet effet.	Faible
Pollution par pyrotechnie	Fort	Lors de la deuxième guerre mondiale, des bombardements ont eu lieu au droit du site et à proximité de l'emprise de notre projet. Depuis, différentes parties du site ont subi plusieurs phases de réaménagement (démolition, construction, extension) au fil des années. Toutefois, le site reste dans une zone à risque pyrotechnique avéré, en raison d'un bombardement lors de la seconde guerre. En effet, d'après l'étude de risque réalisé par ELENKHOS en novembre 2019, des engins de guerre (bombes) seraient présents au droit du site.	Mesures à mettre en œuvre leur du chantier	Modéré
Amiante	Nul			Nul

ANALYSE DU DEVENIR DES ENJEUX ET SENSIBILITES DU TERRITOIRE

5. ANALYSE DU DEVENIR DES ENJEUX ET SENSIBILITES DU TERRITOIRE

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement, l'étude d'impact intègre « une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet ».

Le tableau ci-dessous décrit pour chaque thématique de l'environnement :

- Les caractéristiques actuelles du site et de son environnement ;
- Les perspectives d'évolution dans un scénario « tendanciel » au fil de l'eau, c'est-à-dire en l'absence du projet des Cathédrales du rail
- Les perspectives d'évolution dans le cadre de la mise en œuvre du projet objet de la présente étude d'impact.

Les tableaux reprennent chacune des thématiques de l'environnement étudiées dans le chapitre « synthèse des enjeux du site ».

Pour chacune de ces thématiques, l'analyse propose une évolution probable du site des Cathédrales du rail selon le scénario fil de l'eau et selon le scénario de référence.

Lorsque l'évolution est jugée positive pour le territoire, elle est surlignée en vert. Lorsqu'elle est jugée négative fort, elle est surlignée en rouge, négative modéré elle est surlignée en jaune et en gris lorsqu'elle est neutre.

En l'absence d'aménagement dans un site déjà très artificialisé, les principales tendances discernables seraient :

- Croissance et évolution de la végétation présente dont des essences invasives.
- Détérioration par vieillissement des 2 halles ;
- Appropriation non encadrée des bâtiments présentant un risque important sur la santé humaine par des usagers

En résumé, sous réserve d'un entretien régulier, le site se maintiendrait dans un état pseudo-stable voire instable sans contrôle humain.

La réalisation du projet modifiera fortement la configuration du lieu : c'est son objectif. Quatre effets majeurs sont attendus :

- Du point de vue humain : la redynamisation du site (aujourd'hui à l'abandon et inaccessible) et de la vie de quartier autour de celui-ci ;
- Du point de vue paysager : un espace plus qualitatif et propice à l'amélioration des conditions de vie des habitants et usagers du quartier ;
- Du point de vue patrimoniale, la mise en valeur des Cathédrales du Rail grâce à leur réhabilitation et aux trames urbaines du plan masse, intégrant un parc public
- Du point de vue de la biodiversité : l'intensification des qualités écologiques du site et la préservation des continuités écologiques (intégration de la trame verte et bleue)
- Du point de vue santé : le désamiantage des halles et dépollution généralisée des sols pour une mise en conformité avec les usages projetés.

Finalement, cette analyse montre que :

Le projet des Cathédrales du Rail présente des évolutions largement positives pour l'environnement par rapport à l'état actuel du site notamment ce qui concerne la dépollution du site, l'aménagement d'un projet paysager diversifié au profit des usagers tout en venant répondre à des besoins du territoire avec l'aménagement d'une nouvelle offre diversifiée de logement, un équipement culturel d'envergure, des commerces et services, un espace vert structurant à l'échelle du territoire, une volonté de maintenir et diversifier la végétation et les milieux naturels et un meilleur accès à un site désenclavé.

THEMATIQUES :	CARACTERISTIQUES DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	SCENARIO AU FIL DE L'EAU (EVOLUTION DE L'ETAT INITIAL SANS PROJET)	SCENARIO DE REFERENCE AVEC LE PROJET
OCCUPATION DU SITE	• Le terrain est occupé par 2 anciens halles ferroviaires constituant aujourd'hui une friche ferroviaire. Les Cathédrales du Rail sont aujourd'hui fermées au public et dans un état de dégradation important depuis leur désaffection en 1990. L'accès au site est fermé et les espaces extérieurs sont en friche.	• Dégradation et à terme effondrement du patrimoine historique avec les bâtiments des halles à l'abandon.	• Réhabilitation des bâtiments des cathédrales, aujourd'hui inscrites à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques. • Création d'un quartier mixte et d'une offre culturelle • Création d'un espace vert public dans un territoire (partie sud de Saint-Denis) caractérisé par une faible présence en espaces verts publics propices à la qualité de vie et au développement de la biodiversité.
MILIEU PHYSIQUE, ET RISQUES NATURELS	• Présence d'un aquifère caractérisé par une nappe localisée à 6-8 m de profondeur avec des sols peu perméables • Présence de sols anthropisés artificialisés • Absence de zone humide caractérisée par l'étude pédologique et floristique. • Topographie relativement plane • Exposition moyenne au retrait/gonflement des argiles	• Evolutions probables liées au réchauffement climatique : augmentation des précipitations pluvieuses fortes (orages= et des temps de sécheresse, spécifiquement en été, augmentant le risque d'exposition au retrait/gonflement des argiles pouvant • Fonction de drainage de la friche mais sans amélioration de gestion	• Augmentation de la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales • Excavations de terres pour la construction des bâtiments • L'aléa au risque notamment retrait-gonflement par définition est augmenté par la présence de personnes exposées, mais le projet identifie les recommandations à mettre en œuvre pour limiter les risques et adapter les constructions
CLIMAT, CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ILOT DE CHALEUR	• Sol végétalisé en surface et artificialisé en raison de l'occupation historique du site (surfaces imperméabilisés) • Présence d'arbres isolés et zone arbustive dominée par les espèces végétales exotiques envahissantes • Site inséré dans un contexte urbain dense exposé au phénomène d'ilot de chaleur urbain	• Maintien des habitats identifiés par l'étude faune-flore • Augmentation du phénomène d'ilot de chaleur	• Conception bioclimatique des bâtiments dans un objectif de résilience urbaine et d'adaptation au changement climatique • La plantation d'arbres, la création d'espaces végétalisés (publics et privés), la gestion de sol sur site permettent de conserver le plus possible la résilience à l'ICU du site. • Aménagement des nouveaux bâtiments qui risquent de couper les vents
MILIEU NATUREL	• Six typologies d'habitats sur site ❖ Zone de friche dominée par les ronciers ❖ Zone arbustive dominée par des espèces végétales exotiques ❖ Arbres isolés (habitats potentiels pour l'avifaune, la petite faune et les chiroptères) ❖ Zone arborée dominée par l'Ailante glanduleux ❖ Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets (habitats pour les reptiles) ❖ Surfaces imperméabilisés anthropiques pouvant être constituées ponctuellement de végétations de milieux piétinés	• Maintien des habitats identifiés par l'étude faune-flore • Pas d'évolution probable de la biodiversité sur le site • Développement et propagation des espèces végétales envahissantes sur l'ensemble du site et donc perte potentielle de la biodiversité à terme	• Destruction ou altération d'une partie des habitats écologiques en place (notamment les pierriers) lors des travaux. Toutefois des mesures ERC sont proposées pour les recréer et ainsi maintenir les espèces de faune associées sur le site. Ces mesures sont mises en œuvre avant toute défavorabilisation et destruction d'habitat. • Réduction des espèces végétales invasives présentes sur le site • Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales (plaine inondable) générant un nouveau biotope • Diminution de la trame noire existante. Le projet implique un éclairage de nuit mais qui sera néanmoins conçu de manière à limiter ses impacts sur la faune nocturne (éclairage vers le bas, réduction de l'éclairage à partir d'une certaine heure…).
PAYSAGE ET PATRIMOINE	• Grand paysage ouvert et visible depuis le site, bien que caché par les voies du Charles de Gaulle Express. • Alentours du site avec bâtis, avec des immeubles de taille moyenne (habitat) et groupe scolaire • Paysage d'une friche urbaine • Présence de 2 halles classées comme monuments historiques	• Maintien du paysage ouvert, vue dégagée sur les voies ferroviaires et les monuments historiques, pas d'évolution probable • Dégradation et à terme effondrement du patrimoine historique	• Insertion du site dans son environnement conservé voire amélioré par de nouvelles accroches sur les rues existantes (rue du Bailly) et par un traitement plus qualitatif (Chemin des Petits Cailloux) • Implantations et volumétries pensées pour s'accrocher au tissu existant (Cathédrales ; Groupe scolaire Aimé Césaire ; bâtiments Faubourien)

			• Création d'un parc offrant des nouveaux usages aux habitants de la commune • Mise en valeur et en lumière des monuments historiques dont les façades seront intégralement visibles au public.
ACTIVITES ECONOMIQUES, COMMERCIALES ET EQUIPEMENTS	• Le site est une friche ferroviaire, vierge d'activités humaines	• Pas d'évolution probable concernant les activités et usages du site	• Redynamisation de l'offre de logements sur le territoire • Ouverture d'un équipement culturel de rayonnement supra-communal Création d'emplois avec cette programmation • Aménagement de commerces, espaces d'activités, services et équipements publics aux services des habitants du territoire Création d'emplois avec cette programmation • Aménagement d'un parc public attractif à l'échelle de la Ville • Création d'emploi pendant le chantier pour l'aménagement des espaces publics et la construction des lots mais pas de façon pérenne
MOBILITE ET DEPLACEMENTS	• Le site dispose d'un accès unique depuis le Chemin des Petits Cailloux • Le site est actuellement fermé et non accessible au public	• Les projets connexes au site entrainent une augmentation des conditions de circulation sur les rues et carrefour adjacents au projet. Néanmoins, les impacts sont estimés comme limités par l'étude trafic, les conditions de circulation restent satisfaisantes.	• Aménagement du quartier en zone 30 permettant une circulation apaisée • Aménagement de nouveaux accès au site depuis la rue du Bailly et l'avenue du Président Wilson • Aménagement d'une nouvelle rue pour irriguer le site et ouvrir des accès au parc • Aménagement d'un axe Nord-Sud accessible aux piétons et cyclistes lors des horaires d'ouverture du parc, qui permet de traverser le site le long des voies ferrées • L'aménagement du quartier a pour effet la génération de déplacements de personnes, sans dégrader les conditions de circulation du site et des voiries et carrefours adjacents (génération de trafic très faible aux heures de pointe ; impact des trafics limité ; desserte en transport en commun renforcée)
RISQUES ANTHROPIQUES, SANTE, SECURITE ET SALUBRITE	• Pollution des sols, des gaz du sol et des eaux souterraines, notamment aux COHV et hydrocarbures • Présence d'amiante au sein des 2 halles • Absence de nuisances électromagnétiques sur le périmètre	• Pas d'évolution probable en matière de risque anthropique	• Le projet prévoit une stratégie spécifique et appuyée pour la gestion des terres polluées • Le projet de réhabilitation des halles ferroviaires prévoit un désamiantage du bâtiment
AMBIANCE ACOUSTIQUE	• Ambiance sonore affectée par la présence des voies ferroviaires et l'Avenue du Président Wilson	• La situation future sans projet tient compte de l'évolution des trafics routiers ainsi que de la mise en service de la ligne ferroviaire CDGx. • D'après l'étude acoustique réalisée par Impédance en 2026, les niveaux sonores sur l'ensemble du site sans projet à l'état futur seraient globalement compris entre 50 et 65 dB(A) de	• Les niveaux sonores sur le périmètre du site à l'état futur avec projet seront globalement compris entre 60 et 65 dB(A) de jour et entre 55 et 60 dB(A) la nuit. L'ambiance sonore restera donc modérée au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)).

		jour et entre 45 et 60 dB(A) la nuit. L'ambiance sonore resterait très proche de la situation actuelle et restera modérée au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)). • Les niveaux sonores routiers seraient assez proches de la situation actuelle car les accroissements de trafics routiers seront modérés, de l'ordre de +3% maximum, sans influence acoustique majeure. • En revanche, la mise en service de la ligne du Charles-de-Gaulle Express viendront augmenter la contribution sonore ferroviaire sur le site d'environ +1 à +2 dB(A) aux abords directs des voies.	• Les valeurs des niveaux sonores autour du site sont représentatives d'une ambiance sonore urbaine. • A l'intérieur des lotissements, dans la partie Nord du projet, les nouveaux logements proches des voies viennent faire écran aux sources ferroviaires, ce qui permet d'avoir une ambiance calme au centre du lotissement, globalement avec des niveaux sonores entre 45 et 50 dB(A) de jour, à moins de 45 dB(A) la nuit. Et donc une amélioration de la qualité acoustique au sein de l'école Aimé Césaire et dans ses cours. • On retrouve ce même effet dans la partie Sud du projet vis-à-vis de l'avenue du Président Wilson, les nouveaux logements proches feront écran pour l'intérieur du lotissement, avec des niveaux sonores entre 45 et 50 dB(A) également de jour, à moins de 45 dB(A) la nuit.
QUALITE DE L'AIR	• Qualité de l'air affectée par la présence des voies ferroviaires et l'Avenue du Président Wilson	• La situation future sans projet tient compte de l'évolution des trafics routiers ainsi que de la mise en service de la ligne ferroviaire CDGx. • Par rapport à la situation actuelle, les concentrations maximales baissent en situation sans projet (-32,7% pour le NO_2, -11,5 % pour les PM10 et -16,7 % pour les PM2.5). • À l'horizon 2032, les seuils réglementaires applicables en 2030 pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5 sont respectés au niveau de l'emprise projet, des bâtiments vulnérables existants/créés et des habitants hors projet. • En termes de recommandations sanitaires de l'OMS, le NO_2, les PM10 et les PM2,5 demeurent un enjeu en 2032.	• Comparativement à la situation future sans projet, l'influence de la hausse de trafic en situation projetée sur la qualité de l'air est non significative en termes réglementaires et en termes d'exposition des populations à la pollution atmosphérique. • La réglementation applicable à partir de 2030 pour le NO_2, les PM10 et PM2.5 est respectée pour les résidents du projet et pour les enfants fréquentant la crèche relocalisée. • Les habitants / travailleurs (actuels et/ou futurs) de l'emprise projet sont légèrement moins exposés que les habitants hors emprise projet (déjà présents en l'état actuel et en l'état fil de l'eau sur l'aire d'étude élargie). • À l'horizon de la mise en place du projet, les seuils OMS (NO_2, PM10, PM2.5) sont dépassés au niveau des résidents (actuels et projetés).
RESEAU D'ENERGIES ET POTENTIELS DES ENERGIES RENOUVELABLES	• Le site est une friche ferroviaire, vierge d'activités humaines. Les halles ne consomment pas d'énergie actuellement	• Pas d'évolution probable en matière de consommation énergétique	• Le projet a dominante résidentielle va être consommateur en énergie • Potentielle production énergétique par des énergies renouvelables
GESTION DES DECHETS	• Le site étant vierge d'activés humaines, il ne produit pas de déchets • Une butte de déchets du BTP est présente sur site. Celle-ci n'est plus alimentée aujourd'hui.	• Pas d'évolution probable en matière de production de déchets	• En phase chantier, production de déchets lié à la construction des lots notamment • En phase de fonctionnement, production de déchets ménagers : OMR, emballage, verre et biodéchets
RESEAUX ET GESTION DE L'EAU	• Absence de réseau sur le site actuel • Le site étant vierge d'activités humaines, il n'y a pas de consommation d'eau potable • Gestion des eaux pluviales par infiltration au niveau des espaces végétalisés existants, toutefois le site est peu perméable et sujet au ruissellement • Les eaux de toiture des halles se rejettent au réseau	• Pas d'évolution probable en matière de gestion des eaux pluviales et de consommation d'eau potable	• Le projet va générer des eaux complémentaires notamment des eaux grises et eaux usées • Les consommations d'eau potable seront limitées par la mise en place d'équipements hydro-économes • Le projet paysager et urbain est dimensionné pour gérer les pluies du projet par des ouvrages hydrauliques à ciel ouvert y compris concernant les eaux de toiture des halles

DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT ET LES MESURES ASSOCIEES

6. DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES

6.1. Principes du dossier d'incidences

Le projet d'aménagement a été établi en fonction des sensibilités et enjeux locaux identifiés dans l'état initial du site afin d'éviter autant que possible d'avoir des impacts sur l'environnement. La solution d'aménagement finale présentée dans le dossier correspond ainsi à celle de « moindre impact » au regard des enjeux techniques, environnementaux, paysagers et économiques.

L'évaluation des impacts est le résultat du croisement entre l'analyse de l'état initial réalisée, le projet d'aménagement et nos retours d'expérience.

Toutefois, des impacts potentiels du projet sur l'environnement et sur la santé humaine peuvent subsister. Ces impacts seront traités dans leur ensemble dans le présent chapitre conformément à l'article modifié R.122-5 du Code de l'Environnement, qu'ils soient directs, indirects ou induits, temporaires ou permanents. Selon ce même article, de nouvelles mesures complémentaires et adaptées visant à éviter, réduire ou compenser les impacts identifiés doivent par conséquent être proposées.

Afin de faciliter la lecture, les chapitres concernant les impacts et les mesures ont été regroupés, et traités par thématique.

Les impacts sur l'environnement imputables à un projet sont de 2 types :

- **Les impacts temporaires**, dus essentiellement à la période de chantier (passage d'engins, poussières, bruit, etc.). Il s'agit généralement d'inconvénients ponctuels qui peuvent être évités ou réduits par l'application de règles pratiques.
- **Les impacts permanents** qui sont rendus définitifs par la modification de l'environnement consécutive à la réalisation du projet. Certains de ces effets sont pratiquement inévitables dans la perspective d'un aménagement mais ils peuvent toutefois être atténués par la mise en œuvre de mesures poursuivant les deux objectifs suivants :
    - Optimiser la conception du projet à la source ;
    - Diminuer les effets résiduels inévitables.

Ce chapitre est découpé en 3 parties correspondant aux 2 phases de la vie du projet, à savoir la phase travaux et la phase exploitation, et à un récapitulatif des mesures « éviter, réduire, compenser » (mesures ERC), dont le principe est explicité ci-après.

L'évaluation des impacts en phase travaux tient compte :

- Du planning de travaux ;
- De la phase préalable de démolition des bâtiments ;
- De la phase construction de l'opération.

L'évaluation des impacts en phase exploitation tient compte :

- De la phase opérationnelle des aménagements projetés ;
- Des effets cumulatifs avec d'autres projets connus.

Pour chacune des thématiques présentées, des mesures sont définies. Leur définition suit une hiérarchisation des résultats :

- **Les mesures d'Evitement (E)** sont les seules mesures qui n'ont pas d'impact sur les entités considérées, celles-ci étant laissées en l'état. Ces mesures recouvrent généralement trois modalités : l'évitement lors du choix d'opportunité, l'évitement géographique et l'évitement technique. Elles sont prises en réponse à un impact identifié afin de retenir la solution de moindre impact environnemental. Cela ne signifie pas que la solution retenue, avec mise en œuvre de la mesure d'évitement identifiée, n'engendrera pas d'impacts sur d'autres thématiques environnementales ou sur d'autres composantes du milieu naturel, paysager, voire humains, mais cela implique qu'elle constituera le meilleur compromis possible au regard des différents enjeux et qu'elle assurera la prise en compte d'un enjeu majeur.
- **Les mesures de Réduction (R)** sont définies si l'impact ne peut être évité. Elles visent à réduire les impacts négatifs permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement qui n'ont pas pu être évités. Elles peuvent avoir plusieurs effets sur l'impact identifié (sur sa durée, son intensité, son étendue, ou la combinaison de plusieurs éléments) et peuvent constituer une réduction géographique, technique ou temporelle.
- **Les mesures Compensatoires (C)** s'appliquent en dernier recours aux effets négatifs notables résiduels, directs ou indirects du projet, qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles seront mises en œuvre de préférence sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux. Il existe trois modalités de compensation : création, restauration / réhabilitation et évolution des pratiques de gestion.

Le pétitionnaire peut également présenter des mesures dites « **d'Accompagnement » (A).** Elles peuvent être définies pour améliorer l'efficience ou donner des garanties supplémentaires de succès environnemental aux mesures d'évitement, de réduction ou compensatoires (hors cadre réglementaire ou législatif), mais elles ne sont pas elles-mêmes suffisantes pour assurer une compensation. Dans cette catégorie se retrouvent donc toutes les mesures qui ne peuvent se rattacher ni à l'évitement, ni à la réduction, ni à la compensation.

Le respect de l'ordre de cette séquence « Eviter (E), Réduire (R), Compenser (C) » (ERC) constitue une condition indispensable, obligatoire et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans la conception du projet des Pépinières. Elle s'applique à un champ élargi de considérations environnementales, notamment à la biodiversité, la pollution, le bruit, le paysage, mais également au bruit ou à la santé.

Les moyens mobilisés pour mettre en œuvre ces mesures dans le respect de la réglementation (obligations réelles environnementales, opérateurs de compensation, etc.) relèvent de choix des maîtres d'ouvrage qui doivent assurer l'application des mesures identifiées.

Le projet, et plus spécifiquement la lisière de biodiversité, fait l'objet de mesures d'évitements et de réduction tel que convenu avec la DRIEAT en amont du dépôt de l'étude d'impact. Ces travaux ont débuté cet hiver et suivent un protocole spécifique validés par l'autorité environnementale

6.1.1. Objet du chapitre

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'environnement, ce chapitre présente une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement.

- Les impacts négatifs, négligeable et positifs,
- La hiérarchisation des enjeux identifiés : faible, modéré et fort
- Ainsi que l'impact : directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long terme du projet.

Description de l'impact Négatif / Neutre / Positif	Faible / Modéré / Fort	Direct / Indirect Temporaire / Permanent Court / Moyen / Long terme

Les mesures d'évitement et de réduction des impacts négatifs seront numérotés selon :

- **Thématique** : numéro fixe (1 à 15). Par exemple :
  - 01. Organisation du chantier
  - 02. Santé et sécurité sur les usagers et les compagnons
  - 03. Climat
- **Phase** : lettre pour phase :
  - C = Chantier
  - E = Exploitation
- **Mesure** : Type de mesure
  - E = Eviter ;
  - R= Réduire ;
  - C = Compenser ;
  - A = Accompagner
- **Ordre séquentiel** : (01,02,03,04,05)

Par exemple :

03.C.A.01 Thématique **03** ; Phase **C**hantier ; mesure d'**A**ccompagnent ; n°1

6.2. Phase chantier : impacts et mesures Eviter-Réduire-Compenser (ERC)

6.2.1. Eléments de contexte sur le projet en phase travaux

Le site dit des « Cathédrales du Rail » s'étend sur plusieurs fonciers appartenant initialement à 4 acteurs :

- Les parcelles n°15 et 48p appartenant à SNCF Mobilités (24 762 m²)
- Les parcelles n°31, 32 et 48p, propriété de SNCF Réseaux (26 892 m²)
- La parcelle n°04 appartenant à la Ville de Saint-Denis (1 666 m²)
- Les parcelles n°06, 07 et 81, propriété de l'Etablissement Public Foncier d'Ile-de-France ou EPFIF (3 579 m²).

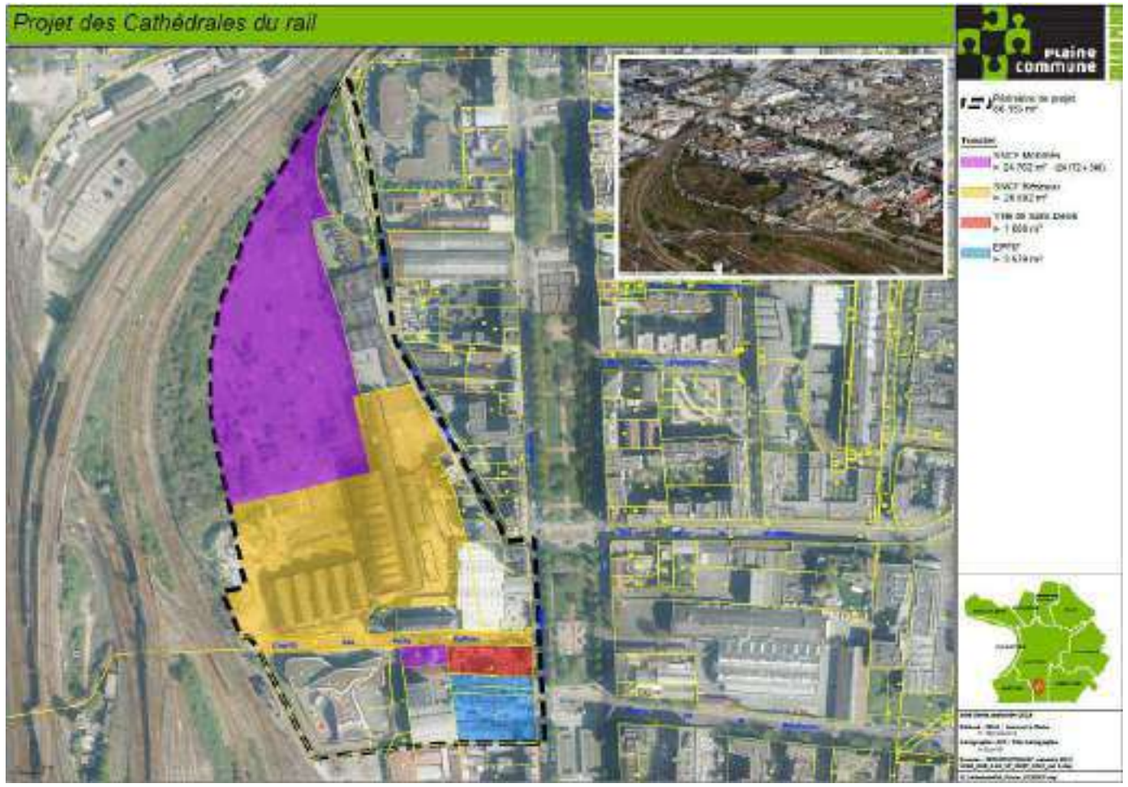


Figure 348 : Répartition du foncier du projet des Cathédrales du Rail, Saint-Denis, Septembre 2018

L'intégralité du foncier a été racheté par la SAS Cathédrales pour constituer le projet.

Le site dans son état actuel est constitué des deux anciennes halles industrielles que sont les Cathédrales du Rail, d'un terrain en fiche et d'une partie bâtie au Sud du site, accueillant actuellement la Maison du Petit Enfant La Marelle et un garde meuble, Une Pièce en Plus.

Les Cathédrales feront l'objet de travaux de réhabilitation, car leur structure en béton a été fragilisée par les années passées à l'abandon. Pour les restaurer tout en respectant leur valeur patrimoniale, un Architecte des Bâtiments de France (ABF) a été associé au projet. L'évaluation des travaux s'appuie à la fois sur les enjeux patrimoniaux relevés et sur l'état des lieux structurel et l'évolution des pathologies réalisé par François Châtillon et Roux Ingénierie en 2017, afin de cibler les interventions d'urgence et de restauration. Le laboratoire technique des monuments historique sera également associé à la validation des formulations des bétons de restauration.

Des diagnostics complémentaires sont en cours de réalisation concernant le repérage amiante et plomb avant travaux.

La partie Sud accueillant les activités sera démolie, selon le périmètre défini en phase concours par SNCF Immobilier. En tant que groupement lauréat et aménageur, la SAS Cathédrales du Rail est en charge des démolitions au Sud du site.

En tant que lauréat du concours lancé en 2018 par SNCF Immobilier, le groupement de maitrise d'ouvrage EIFFAGE Aménagement et Aire Nouvelle formant la SAS Cathédrales du Rail, ont signé des promesses de vente avec les différents propriétaires en juin 2025 pour des fonciers partiellement bâtis d'environ 8 ha constitués des immeubles existants, des Cathédrales du Rail et des espaces extérieurs associés.

Figure 349 : Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024

Figure 350 : Planning des travaux des espaces et équipements communs du lotissement et des lots

Dans le cadre des travaux d'aménagement préalables, le parc sera livré à – 50 cm d'altimétrie au niveau global (butte et ensemble de l'espace vert) afin de permettre à Plaine Commune l'apport de 50 cm moyen de pleine terre

6.2.1.1. Défrichement et mesures de réduction relative à la biodiversité

La première phase des travaux de réduction validés par la DRIEAT a débuté à l'hiver 2025 (uniquement sur le foncier SNCF Voyageurs (hors butte)). La deuxième phase est prévue à l'hiver 27-28 et une troisième phase lors de l'aménagement du projet.

6.2.3. Organisation du chantier et mesures globales d'évitement et de réduction des impacts négatifs du projet

IMPACT NEGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT AU SENS GENERAL DU TERME	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME
IMPACT NEGATIF SUR LE CADRE DE VIE DANS LE QUARTIER EN PHASE TRAVAUX	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME

6.2.3.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Le projet étant réalisé au sein de la Plaine Saint Denis, dans un milieu dense et urbanisé accueillant des usages résidentiels et d'activités, les Dionysiennes et Dionysiens seront probablement affectés par les nuisances temporaires du projet. Ces espaces sont impactés dès à présent par les nuisances sonores générées par les faisceaux ferrés. Les quartiers résidentiels et les équipements publics comme les écoles qui jouxtent le site seront davantage impactés et les opérations de démolition et de construction peuvent impliquer une perturbation temporaire de la qualité de vie du quartier (bruit, circulation de poids lourds, émission de poussières, vibration etc.).

Le groupe scolaire Niki de Saint-Phalle et le groupe scolaire Aimé Césaire seront particulièrement affectés par les nuisances du chantier, car ils sont situés à proximité immédiate du site. Les palissades de chantier sépareront néanmoins ces espaces.

6.2.3.2. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

Suivant l'article R.122-5 du Code de l'Environnement, cette partie traite des effets temporaires du projet sur l'environnement et sur la santé humaine, qu'ils soient négatifs ou positifs, directs, indirects ou induits. Ces effets temporaires sont essentiellement liés à la phase de démolition et de réalisation des travaux d'aménagement du site.

En effet, si l'on considère le cycle de vie complet d'un bâtiment, la phase chantier est de courte durée mais peut constituer, avec la démolition, une source de nuisances majeure pour l'environnement qu'il convient de prendre en compte.

On distingue plusieurs types d'impacts temporaires (sanitaires, qualité des sols, de l'eau et de l'air, etc.) selon différentes nuisances (visuelles, sonores, etc.) dont il faut estimer la gravité en fonction des atteintes possibles sur l'environnement. En zone urbaine dense, la bonne gestion des chantiers est un enjeu d'autant plus important que :

- D'une part, le nombre de riverains dont la vie quotidienne est impactée, est considérable à l'image du bruit des véhicules de chantier et de la pollution atmosphérique latente qui engendrent une sensibilité accrue des habitants.
- D'autre part, les différentes nuisances engendrées par les déchets de chantier, quels qu'ils soient, peuvent avoir de fortes conséquences sur les conditions de vie des habitants et sur l'environnement dans un large périmètre.

Afin de limiter le plus en amont possible les impacts issus de l'ensemble des nuisances identifiées sur site pendant la réalisation des travaux, le chantier de l'opération des Cathédrales du Rail sera encadré par deux « Chartes chantier à faibles impacts environnementaux », et plus précisément :

- Une charte chantier pour l'aménagement global des voies et espaces verts comprenant la démolition des ouvrages existants à la charge de la SAS Cathédrales du rail ;
- Un charte chantier spécifique à la construction des lots privés.

Ces deux chartes définissent les mesures préventives à mettre en œuvre sur le chantier afin d'éviter tout impact sur l'environnement. De manière plus détaillée, les actions découlant de l'application des deux chartes chantier durant les travaux visent à :

- Limiter les consommations (eau, énergie, transport) et les nuisances (poussières, boues, bruits, livraisons et stationnement de véhicules, changement du plan local de circulation, abords du chantier, etc.) ;
- Limiter les risques pour la santé des ouvriers du chantier (bruit, utilisation de solvants, etc.) ;
- Limiter les pollutions de proximité (sol, eau, air) ;
- Réduire les déchets de chantier et en assurer une gestion différenciée ;
- Protéger la biodiversité ;
- Sécuriser l'accès au site.

Le respect de ces chartes est une condition de contractualisation de la maitrise d'ouvrage avec les entreprises. Elles sont par conséquent intégrées au marché de travaux des entreprises. Une fois signée, elles cristallisent l'engagement de toutes les entreprises intervenant sur le chantier (titulaires, cotraitantes et sous-traitantes) à respecter les mesures fixées.

Les objectifs traités dans la rubrique « Chantier à Faibles Nuisances » sont :

6.2.3.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Rédaction d'une Charte Chantier à Faibles Impacts Environnementaux (01.C.A.01)

Celle-ci traitera des thématiques suivantes, à savoir, à minima :

- Des objectifs de la charte chantier à faibles nuisances,
- Des responsabilités et missions des intervenants sur le chantier,
- Du rôle du responsable environnement de chantier,
- Des actions de communication et sensibilisation sur l'application de la charte,
- Des documents du chantier à faibles nuisances,
- De l'implantation des éléments du chantier,
- De la préservation de la biodiversité,
- De la gestion des déchets,
- De l'évitement des pollutions,
- De la réduction des nuisances,
- De l'économie des ressources,
- Des mesures favorables à l'insertion par l'emploi
- Des pénalités en cas de non-respect de la charte.

Nommer un responsable environnement du chantier pour le suivi des exigences de la Charte Chantier à Faibles Impacts Environnementaux (01.C.A.02)

- Conformément aux chartes chantier, il sera désigné par les entreprises ou groupement, un responsable environnement. Il sera l'acteur garant au quotidien de la qualité environnementale sur le chantier, de la mise en place et du respect des dispositions des chartes, ainsi que de son amélioration continue. Il travaillera en étroite collaboration avec les différents intervenants tout au long des étapes du chantier. Il devra être présent dès sa préparation et y assurer une permanence, jusqu'à la livraison. Au quotidien, il aura pour rôle principal de mettre en place les dispositions prévues par la présente Charte chantier faibles nuisances et de contrôler leur application au sein de son entreprise et par ses sous-traitants.

- Au début du chantier, ses missions seront de :
  - Produire une estimation des déchets résultant des travaux de construction et définir un Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED) ;
  - Mettre en place l'organisation et l'encadrement nécessaire pour l'application de la démarche chantier à faibles nuisances, notamment le Plan d'Assurance Environnement (PAE) ;
  - Réaliser et distribuer un livret d'accueil destiné à tout le personnel de l'entreprise présent sur le chantier, et faire signer les feuilles d'émargement.

Tout au long du chantier, ses missions seront de :

- Communiquer la Charte chantier faibles nuisances à tous ses sous-traitants et co-traitants éventuels ;
- Mettre en place une stratégie de limitation des impacts environnementaux sur le chantier ;
- Mettre en place toutes les dispositions prévues dans la Charte à faibles impacts environnementaux ;
- Sensibiliser et informer les intervenants dont l'entreprise est responsable sur le chantier ;
- Entreprendre toute démarche visant à améliorer le respect des dispositions prévues dans la Charte ;
- Participer à toutes les réunions relatives au chantier pour lesquelles l'entreprise est convoquée ;
- Réaliser, mettre à jour et laisser à disposition sur le chantier, un classeur incorporant l'ensemble des documents relatifs à ses obligations décrites dans la Charte, notamment les documents relatifs à la gestion des déchets et permettant leur traçabilité, les mesures acoustiques (le cas échéant), les relevés des consommations d'eau et d'électricité du chantier, le suivi des émissions CO_2 liées aux livraisons et aux déchets, le livret d'accueil, l'enregistrement des remarques des riverains, etc.
- Il réalisera un rapport mensuel dont le modèle sera annexé à son contrat. Ce rapport suivra les attentes de la Charte notamment en matière de productions de déchets par famille et de leur taux de valorisation (énergétique, matière), de relevés des consommations d'eau et d'électricité du chantier, de gestion des terres, etc.
- En fin de chantier, ce référent rédigera un bilan de chantier selon le modèle fourni dans son contrat.

- Une personne compétente en suivi environnemental pour la MOA sera également désignée afin de suivre le bon respect des mesures par les entreprises. Un passage tous les 3 mois, du début à la fin de la réalisation des travaux, permettra de juger convenablement de l'avancée des travaux et du respect des mesures préconisées.

Nommer un écologue pour le suivi du chanter (01.C.A.03)

Dans le but de s'assurer de la bonne mise en place des mesures de l'étude faune-flore, un suivi de chantier sera réalisé sur les espaces réceptacles des mesures en lien avec la biodiversité (certains périmètres du parc autour de la butte, toiture de la résidence étudiante etc.) . Ce suivi sera réalisé par une personne compétente en écologie qui veillera à la bonne mise en place des mesures et conseillera les agents de chantier.

Cet écologue s'assurera de la mise en œuvre des mesures ERC, du suivi de la gestion des terres et des exigences biodiversité issues du plan d'action Biodiversité du Groupe. Il interviendra :

- Avant la phase DCE pour réaliser l'inventaire précis des espèces végétales exotiques envahissantes ou EVEE présentes et définir le protocole approprié
- Avant démarrage des travaux lors de la réunion de lancement environnemental pilotée par l'AMO DD pour rappeler les prescriptions et s'assurer des moyens prévus
- En cours de chantier, pour s'assurer du respect et de l'évolution des mesures ERC, du plan de plantation et de la notice paysagère, , valider les actions correctives en cas d'accident et participer aux réunions mensuelles de pilotage si besoin
- En fin de chantier et d'opération, pour participer à l'élaboration du bilan de chantier environnemental et réaliser un dossier de recollement.

Un rapport de suivi sera réalisé et transmis aux autorités compétentes. Un passage régulier du début à la fin de la réalisation des travaux, permettra de juger convenablement de l'avancée des travaux et du respect des mesures préconisées.

.

Nommer un Responsable Environnement de chantier pour chaque entreprise (01.C.A.04)

Chaque entreprise titulaire ou sous-traitante désignera un Responsable Environnement qui sera l'interlocuteur privilégié du Responsable Environnement et sera en charge de la collecte documentaire et de la sensibilisation.

Il devra en outre porter une attention spécifique sur la thématique de la biodiversité :

- Préserver la lisière de biodiversité constituée
- Avant la phase DCE pour réaliser l'inventaire précis des espèces végétales exotiques envahissantes ou EVEE présentes et définir le protocole approprié

- Avant démarrage des travaux lors de la réunion de lancement environnemental pilotée par l'AMO DD pour rappeler les prescriptions et s'assurer des moyens prévus
- En cours de chantier, s'assurer du respect et de l'évolution du plan de plantation et de la notice paysagère, collecter les données mensuelles de gestion des terres, valider les actions correctives en cas d'accident et participer aux réunions mensuelles de pilotage si besoin

En fin de chantier et d'opération, réaliser le bilan de chantier environnemental

Préparer en amont le chantier (01.C.A.05)

- Lors de la préparation du chantier et de sa mise en route, le Responsable Environnement Principal du Chantier, nommé en amont du chantier, et la maîtrise d'œuvre auront pour mission de prendre toutes les dispositions nécessaires permettant le respect de la charte dès le début du chantier.
- Un organigramme de chantier devra être réalisé et distribué à toutes les entreprises.
- L'entreprise générale ou l'entreprise de Gros-Œuvre devra fournir le Plan d'Installation de Chantier (PIC) incluant notamment tous les dispositifs liés à la charte chantier à faibles nuisances, et plus particulièrement :

- La limite de chantier (qui sera matérialisée par une palissade) ;
- La végétation et les éléments les protégeant ;
- Aire de stationnement et parking ;
- Aire des cantonnements (positionnement, contenu quantitatif en sanitaires, vestiaires, WC, cantine) ;
- Aire de livraison et stockage des approvisionnements ;
- Aire de fabrication ou centrale à béton, avec localisation zone de lavage de benne avec utilisation de bac de décantation et possibilité de recyclage réglementaire d'eau ;
- Aire de tri et stockage des déchets ;
- Aire de lavage (décrotteurs) avec nettoyage-séparateur à hydrocarbures pour les roues de camions en sortie de chantier : Il est à prévoir une récupération réglementaire et un traitement des eaux chargées de lavage ;
- Le sens des circulations à l'intérieur et à l'extérieur du chantier (avec si possible un sens unique et une zone tampon servant de parking temporaire) ;
- La zone de manœuvre des engins (engins de terrassement, grues, etc.) ;
- L'arrivée des énergies et des fluides (avec point d'arrêt et compteur) ;
- La prise en compte de l'environnement proche (écoles, hôpital, maisons de retraite, etc.) en cas de nuisances sonores et pollution de l'air (poussière, etc.) ;
- L'impact sur les équipements de la collectivité et les précautions à prendre (trafic routier, nettoyage des voies, aires de stationnement, etc.) ;
- Tout élément pouvant être impacté par l'activité de chantier.
- NB : le plan d'installation chantier (P.I.C.) est opposable à l'ensemble des entreprises.

Adapter les accès et les horaires de chantier (01.C.A.06)

- Toutes les entreprises intervenant sur le chantier devront respecter les exigences règlementaires et administratives (cf. arrêté municipal sur les horaires de chantier) et adapter les accès et horaires de chantier en conséquence. Le Conducteur de travaux et le Responsable chantier environnement veilleront à organiser les plages horaires au mieux pour l'approvisionnement du chantier et les enlèvements par la mise en place d'un protocole de chargement et de déchargement (voir annexe) en concertation avec les services administratifs de la ville.
- La préparation du chantier devra définir ses conditions d'accès des intervenants du chantier compagnons et autres prestataires (attestation, port des équipements de protection individuelle, etc.)

Former le personnel du chantier aux enjeux environnementaux du site (01.C.A.07)

Il est demandé aux entreprises d'assurer la formation de tout leur personnel sur le chantier par l'intermédiaire de leur responsable qualité environnement. La formation comprendra une première partie de sensibilisation à l'environnement et d'explication des grands enjeux de la prise en compte de l'environnement dans la construction. La seconde partie, plus opérationnelle, s'attachera à décrire le système de collecte sélective des déchets, la nécessaire propreté du chantier, la volonté de réduire les pollutions potentielles du site et les nuisances sonores.

Assurer une communication et information régulière auprès des riverains (01.C.A.08)

- L'acceptabilité des travaux passe par une bonne communication auprès des riverains subissant les nuisances.
- Les maîtres d'ouvrage veilleront à informer la population riveraine sur l'avancement du chantier et ses incidences sur le fonctionnement du secteur.
- Plusieurs moyens de communication : mise en place d'une boite aux lettres sur la palissade à l'entrée du chantier, accessible à l'ensemble des riverains, création d'une adresse mail redirigée automatiquement vers la boîte mail du Responsable Environnement à disposition des riverains, mise en place d'un panneau de communication sur la palissade de chantier, visible depuis la rue, site Internet, supports papier, supports multimédia, panneaux d'informations de chantier, réunion d'information et numéro/adresse mail d'un contact pour la gestion des remarques, etc. afin de permettre aux riverains et aux usagers du quartier d'avoir une bonne visibilité sur le déroulement et l'avancement des travaux (planning) et d'appréhender au mieux les gênes occasionnées (planification des tâches bruyantes, etc.).
- Organisation d'une réunion avec les riverains à chaque nouvelle phase de travaux.

6.2.3.4. Modalités de suivi du chantier et des mesures définies dans la charte chantier à faibles impacts environnementaux

- Mise en place d'une remontée d'informations mensuelle auprès de la maîtrise d'ouvrage sur le suivi des mesures en phase chantier par le Responsable Environnement Principal Chantier ;
- Elaboration d'un dossier de suivi du chantier (il pourra prendre la forme d'un classeur environnemental de chantier ou une version dématérialisée, mais l'important est que les différents documents de suivi soient tous recensés dans un endroit unique) ;
- Suivi du chantier par un écologue
- Programmation de réunions de chantier fréquentes, avec un point sur le déroulement du chantier « exemplaire », pour analyser les éventuels incidents environnementaux survenus, les plaintes reçues des riverains, de veiller à la bonne évacuation des déchets de chantiers, etc.
- Réalisation d'un bilan de chantier en fin de chantier (dépenses, consommations, émissions, carbone, etc.), pour en tirer des enseignements, auquel participent tous les responsables environnement de chaque lot et le responsable chantier côté maitrise d'ouvrage.
- Mise en place des modalités de communication avec les riverains dans un document contractuel de gestion du chantier de type « charte chantier à faibles impacts environnementaux » ;
- Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental qui sera vérifié par les maîtres d'ouvrage ;
- Identification par les maîtres d'ouvrage d'une personne responsable de l'information des riverains et de l'élaboration d'un tableau de gestion des plaintes les recensant et indiquant les actions correctives mises en place.

6.2.4. Effets temporaires sur les usagers du secteur et les compagnons en matière de santé et sécurité et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA SECURITE DES USAGERS DU QUARTIER ET DES COMPAGNONS EN PHASE CHANTIER	MODERE	DIRECT / TEMPORAIRE / COURT TERME
IMPACT POSITIF EVENTUEL LIE AU RISQUE PYROTECHNIQUE	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / COURT TERME

6.2.4.1. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

La santé-sécurité des personnes présentes sur le chantier (encadrement, compagnons, intervenants, sous-traitants) doit être une priorité pour le projet. Le chantier sera soumis aux dispositions de la loi n°93-1418 du 31 décembre 1993 concernant la sécurité et la protection de la santé des travailleurs, du décret n°94-1159 du 26 décembre 1994 relatif à l'intégration de la sécurité et à l'organisation de la coordination et du décret n°95-543 du 4 mai 1995 relatif au collège interentreprises de sécurité, de santé et de conditions de travail.

Les causes d'insécurité aux abords du chantier sont multiples. Les impacts attendus sur la sécurité des usagers et des travailleurs seront de natures suivantes :

- La confrontation entre engins de chantier, circulation générale et circulation piétonne ;
- Les voiries servant d'accès au chantier peuvent être rendues glissantes en raison des dépôts de matériaux ;
- La présence d'amiante et de pollution importante sur le chantier constitue un risque pour la santé des ouvriers.

Il est à noter que la sécurité du chantier concernera aussi bien le personnel travaillant sur le chantier que les usagers et les riverains de l'espace public. Le chantier visera « 0 prise de risque pour 0 accident ».

A noter que lors de la deuxième guerre mondiale, des bombardements ont eu lieu au droit du site et à proximité de l'emprise de notre projet. Depuis, différentes parties du site ont subi plusieurs phases de réaménagement (démolition, construction, extension) au fil des années. Les bâtiments existants concernés par une réhabilitation ont été construits entre les années 1946 et 1949. Toutefois, le site reste dans une zone à risque pyrotechnique avéré, en effet, d'après l'étude de risque réalisé par ELENKHOS en novembre 2019, des engins de guerre (bombes) seraient présents au droit du site.

6.2.4.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Assurer la sécurité de toute personne intervenant sur le chantier et des riverains (02.C.R.01)

- Mettre en place des panneaux d'information indiquant les coordonnées des secours les plus proches ;
- Sensibiliser les ouvriers aux atteintes irréversibles des bruits de chantier sur leur capacité auditive, en collaboration avec la médecine du travail ;
- Généraliser le port de protections individuelles, surtout pour les ouvriers travaillant en poste fixe ;
- Les chantiers seront clôturés par un dispositif matériel fixe (de type palissade) s'opposant efficacement aux chutes de personnes, aux chocs (automobiles) et aux intempéries (vent notamment) ;
- Le maintien en parfait état et l'entretien de la signalisation seront impératifs pendant toute la durée des travaux ;
- L'éclairage public sera maintenu au droit des emprises de chantier par d'éventuels dispositifs provisoires déplaçables ;
- Un plan de circulation provisoire des voitures, camions et piétons aux abords du chantier pourra être mis en place pour éviter les conflits et les risques d'accidents ;
- La mise en œuvre du chantier protégera systématiquement : chaussées, trottoirs, rampes, caniveaux, regards, tampons, avaloirs, bordures, revêtements et autres ouvrages utilisés ou franchis sur le domaine public aux abords du chantier par ses engins ou ses personnels.
- Tout stockage, de quelque nature que ce soit (matériaux, matériels, produits polluants), sera prévu dans des zones prédéfinies dans les plans d'emprise des travaux et dans les conditions de la charte chantier
- Les services de secours et d'assistance (SDIS, secours médical d'urgence, ambulances, police, gendarmerie) pourront accéder en tous lieux du chantier en cas d'urgence. L'accessibilité au chantier sera donc maintenue en permanence.
- Le site met en place les mesures de prévention réglementaires au risque d'exposition à des agents chimiques dangereux, notamment des kits anti-pollution

Lors des travaux de dépollution, mettre en place des dispositions de protection des travailleurs en fouilles telles que l'extraction et le traitement des gaz en fouille (02.C.R.02)

Compte tenu de la présence potentielle de forte concentration en hydrocarbures et COHV et les travaux se réalisant en milieu confiné et restreint, il sera nécessaire de mettre en place des dispositions de protection spécifique conformément à la réglementation.

Former le personnel du chantier au risque spécifique pyrotechnique (procédures d'arrêt immédiat, évacuation, balisage) (02.C.R.03)

6.2.4.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies :

- Analyse de la conformité du Plan d'Installation du Chantier (PIC) par la maitrise d'ouvrage ;
- Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures de la charte chantier par le Responsable Environnement Chantier ;
- Mise en place des modalités de communication dans un document contractuel de gestion du chantier de type « charte chantier à faibles impacts environnementaux » ;
- Visites de chantier régulières par les maîtres d'ouvrages ou leurs représentants ;
- Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental.
- Contrôle sur place de la sensibilisation faite aux compagnons par le Responsable Environnement Chantier ;
- Recensement des incidents et des mesures correctives appliquées.

6.2.5. Effets temporaires sur le climat et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGLIGEABLE SUR LE CLIMAT	NEGLIGEABLE	DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME

6.2.5.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Concernant les phénomènes météorologiques extrêmes, le secteur d'étude peut être concerné par :

- Les phénomènes de grand froid et de canicule ;
- Les orages ;
- Les vents violents.

Ces phénomènes qui restent relativement exceptionnels font l'objet d'une vigilance météorologique (METEO-FRANCE) et d'actions locales déclenchées par le préfet pour assurer la protection des personnes les plus sensibles.

Concernant les incidences locales liées au changement climatique, selon les études réalisées par METEO-FRANCE sur la base des résultats des projections du GIEC, les modifications qui pourraient être observées à l'échelle du secteur étudié d'ici 2100 sont :

- Une augmentation du nombre de jours avec température maximale supérieure à 35°C (12 supplémentaires à l'année par rapport à la référence) ;
- Une augmentation des précipitations annuelles d'environ 5% s'accompagnant d'une augmentation de l'intensité des précipitations extrêmes ;
- A l'opposé, une diminution des précipitations estivales d'environ 14% et des épisodes de sécheresse 1 jour plus long

Les principaux enjeux associés au climat, concernent donc à la fois la prise en compte des aléas météorologiques actuels mais aussi l'anticipation des incidences associées au changement climatique dans la conception du projet urbain.

6.2.5.2. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

Compte-tenu des caractéristiques des travaux et de la typologie du projet (opération d'aménagement d'un quartier à vocation dominante culturelle et d'habitat), le projet n'aura pas d'incidence (directe ou indirecte) temporaire sur le contexte météorologique local ou régional ou sur les phénomènes associés aux risques naturels météorologiques. En effet, le projet n'est pas de nature à entrainer une modification de la fréquence ou de l'intensité des risques naturels météorologiques identifiés sur le territoire.

Cependant, les conditions climatiques locales pourraient impacter le bon déroulement de la phase chantier et entrainer des risques matériels et humains (accidents de travail liés au vent ou au verglas, exposition des ouvriers à des températures extrêmes, etc.).

6.2.5.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Adapter les conditions de travail dans le respect des prescriptions du code du travail pour éviter les risques engendrés par les conditions météorologiques lors de la phase chantier (03.C.E.01)

- Si des intempéries rendent la réalisation des travaux dangereuse ou impossible, le chantier sera sécurisé et les opérations de construction seront interrompues.
- En cas de canicule, les horaires de travail pourront être ajustés avec notamment l'objectif de limiter l'exposition des compagnons entre 12h et 16h.

Mettre en œuvre des procédures d'intervention préventive et de sensibilisation des ouvriers pour limiter les risques d'accident en cas de neige, de verglas ou de canicule (03.C.R.01)

6.2.5.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse de la conformité du Plan d'Installation du Chantier (PIC) par la Maîtrise d'Ouvrage ;
- Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures de la charte chantier par le Responsable Environnement Chantier ;
- Mise en place des modalités de communication dans un document contractuel de gestion du chantier de type « charte chantier à faibles impacts environnementaux » ;
- Visites de chantier régulières par les MOA ou leurs représentants ;
- Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental ;
- Contrôle sur place de la sensibilisation faite aux compagnons par le Responsable Environnement Chantier ;
- Recensement des incidents et des mesures correctives appliquées.

6.2.6. Effets temporaires sur le sol et le sous-sol et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME
IMPACT NEGATIF SUR LA TOPOGRAPHIE ET PRODUCTION DE DEBLAIS SUR LA PHASE CHANTIER	MODERE	DIRECT / PERMANENT / COURT TERME
IMPACT POSITIF SUR LA GESTION DES TERRES EXCAVEES PRESENTANT UN CARACTERE INERTE	FORT	DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME
IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES SOLS	FORT	DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME

6.2.6.1. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

La société ATLAS Géotechnique a été mandatée par les maitres d'ouvrage pour réaliser une étude géotechnique G1 + G2 selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013), en date de juin 2024 ainsi qu'une étude G5 de dissolution du gypse réalisé en septembre 2025, afin de dresser le contexte géologique du site. Dans ce cadre 26 sondages destructifs ont été réalisés jusqu'à 55,0 m de profondeur, afin de rechercher les éventuelles poches de dissolution de gypse au sein des formations antéludiennes.

L'analyse de l'état initial a permis d'identifier un certain nombre de contraintes déterminantes dans le choix des méthodes d'exécution des travaux de construction :

- Le sol est constitué de plusieurs couches lithologiques aux propriétés variables, notamment de remblais contenant des débris divers et de marnes et sables infragypseux. Du fait des remblais, des surépaisseurs peuvent apparaître à différents endroits du site.
- Les derniers sondages de septembre 2025 confirment que le site montre un bon état de conservation des niveaux gypseux, à l'exception de 4 sondages dont deux localisés au nord du projet (correspondant à l'emplacement de la future Centrale des Mobilités) et les deux autres au sud (correspondant à l'emplacement du futur Ilot Cœur de Ville).
  Les anomalies observées sont situées au toit des Marnes et Caillasses (en partie nord) globalement entre 34,0 et 38,0 NGF de profondeur et à la base des Sables de Beauchamp entre 30,0 et 34,0 NGF de profondeur (en partie sud).
- Les caractéristiques mécaniques sont très hétérogènes entre 0 et 3,0 m de profondeur sur le site, avec des remblais très peu compacts opposés à des zones à compacité élevée
- Les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau

Par ailleurs, le site est soumis à un risque moyen de retrait-gonflement des sols argileux, et à une zone à risque de dissolution de gypse antéludien. Ces risques ont pour conséquence d'engendrer des risques des effondrements, des fissurations des structures, des distorsions des portes et des fenêtres, un décollement des bâtiments annexes, une dislocation des dallages et des cloisons, une rupture des canalisations enterrées, etc.

La prévention de ces risques retrait-gonflement des sols argileux n'interdit pas la constructibilité d'un terrain mais implique des règles de construction et de prévention à adapter en fonction de la nature du sol rencontré et du type de bâti.

De plus, le site présente :

- La pollution suivante dans les sols :
  - Au droit de la zone en friche du site actuel : à l'issue d'une première dépollution intervenue en 2005 et 2009, des impacts résiduels ainsi que des zones non dépolluées expliquent la présence d'un bruit de fond en hydrocarbures (HCT/HAP) observé au droit de l'ensemble de la zone.
  - Au droit de la Petite Cathédrale : une première source de pollution est localisée au droit d'une ancienne fosse de récupération et de stockage des huiles et des produit chimiques présente en bordure sud-ouest de la Petite Cathédrale. Elle est caractérisée par la présence de concentrations importantes en composés organohalogénés volatils (COHV jusqu'à 22 mg/kg - TCE et PCE) et ponctuellement en HCT (jusqu'à 2 700 mg/kg) dans les sols. Une seconde source est caractérisée par des concentrations significatives en HCT dans les sols et des contaminations modérées en COHV, BTEX et hydrocarbures dans les gaz des sols.
  - Au droit de la Grande Cathédrale : une source de pollution est caractérisée par des concentrations importantes en HCT en surface dans les remblais et dans une moindre mesure dans le terrain naturel. VALGO a considéré une surface impactée de 100 m² sur 7 m de profondeur.
- La pollution suivante dans les gaz de sol, au droit des 2 Cathédrales : seules des teneurs significatives en solvants chlorés ont été mesurées au droit de la Petite Cathédrale, après application des facteurs d'atténuation. Néanmoins, un impact notable est présent dans les grandes cathédrales en TCE.

Enfin, un merlon de terre de 13 500 m^3 a été identifié sur le site.

Dans son étude A19.1645.B, TESORA a caractérisé le volume correspondant :

- Environ 1/3 du merlon est constitué de fraction grossière pouvant être géré autrement que par évacuation en filière (DIB, recyclage, réutilisé sur site ou géré avec les déchets béton provenant de la démolition du site).
- 2/3 du merlon est constitué de terre pouvant être réutilisées sur place sans traitement car ne présentant pas de dépassement sur des paramètres organiques (seulement lixiviats).

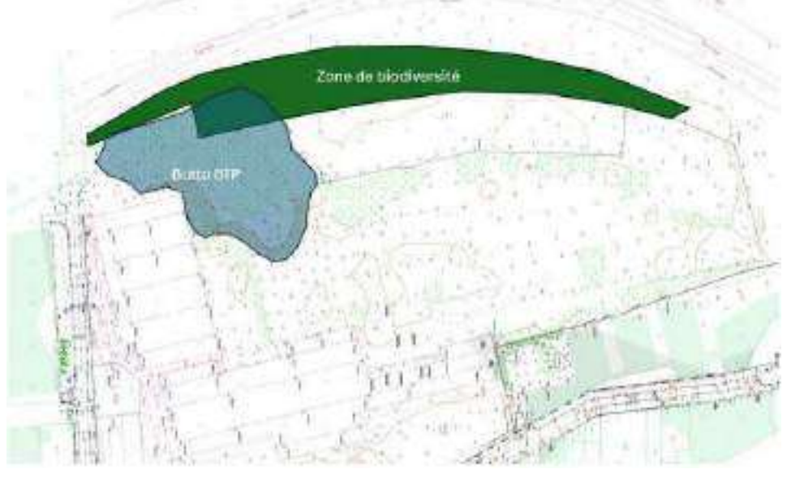


Figure 351 : Localisation du merlon des déchets du BTP - VALGO

6.2.6.2. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

En l'état actuel, le site étant fermé, aucune cible n'a été considérée. Cependant, il peut être retenu les voies d'expositions potentielles suivantes en cas d'éventuelle présence de cibles (occupation illégale, …) :

- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct prolongé avec les sols peut être retenue dans la mesure où les espaces végétalisés présents peuvent contenir des éléments polluants ;
- La voie d'exposition par inhalation peut être retenue au regard de la présence d'éventuels composés volatils dans les sols et/ou dans la nappe phréatique.

Les travaux de terrassement concernent le creusement pour l'application du plan de gestion de dépollution des terres, les fondations et la construction des parkings souterrains. Le site présente une topographie plutôt plane avec des cotes altimétriques comprises en 38,1 et 35,7 GF, soit un dénivelé d'environ 2,4 m entre le point le plus haut et le point le plus bas du site (il y a également la présence d'un talus de gravats en partie sud-ouest du site avec des altimétries atteignant 41,3 NGF au sommet).

Les volumes prévisionnels à terrasser, basés sur le plan déblais/remblais de février 2026 réalisé par Merlin, sont les suivants :

Tableau 52 : Volume prévisionnel de déblais-remblais - Merlin - Permis d'aménager

Zone	Volume de Décapage h=50cm (m^3)	Volume de Déblais (m^3)	Volume de Remblais (m^3)	Delta Déblais-Remblais (m^3)
Parc (fini -0,5m)	4 380	7 675	10 741	-3 066
Parvis des Cathédrales	1 812	1425	123	1 302
Voie Nord Sud	1 205	3 120	206	2 914
Voie Nouvelle	2 791	1 032	576	456
Contour des Cathédrales	2 488	3 267	201	3 066
Parvis des Enfants	963	810	11	799
Parking Ilot Privé Parc	997	3 227	45	3 182
Total	**14 636**	**20 556**	**11 903**	**8 653**

Pour le criblage de la butte du BTP, VALGO a estimé la composition du merlon suivante :

Tableau 53 : Estimation du résultat du criblage de la butte des déchets du BTP - VALGO

Gestion déchets BTP	Volume (m3)
DIB (10%)	1353
béton à concasser (30%)	4058
terre à remblayer sans traitement (60%)	8116
Total	**13527**

Pour le traitement des terres, VALGO a dimensionné :

- Les terres à traiter en biopile sont celles dont l'impact en HCT et/ou COHV dépasse le seuil de coupure fixé dans le plan de gestion et dont les essais laboratoire ont permis en conclure sur leur traitabilité.

  Il a été évalué 6 761 m^3 en tout, soit environ 12 200 tonnes de terres à traiter.

  Au stade avant Plan Gestion / Plan de Conception Travaux, seront traitées en biopile :
  - Les terres issues des sources 10, 14, 15 et dans la petite cathédrale
  - 10% environ des terres terrassées dans le cadre des terrassements généraux

- Concernant la localisation de l'aire de traitement des terres, le foisonnement pour la lithologie identifiée (remblais et marnes) est de 20 % d'après VALGO. Il faudrait donc stocker 8 112 m^3 foisonnés. Il est proposé de traiter ces matériaux sur deux piles. L'aire de traitement sera créée avec les dimensions suivantes : 140m x 40m.

Tableau 54 : Dimensions des tertres - VALGO

Biopile	Dimension (L x l)	Hauteur max.	Volume de matériaux (m^3)*
Biopile n°1	120 x 15 m	3 m	4 010
Biopile n°2	120 x 15 m	3 m	4 010
Total			**8020 m^3**

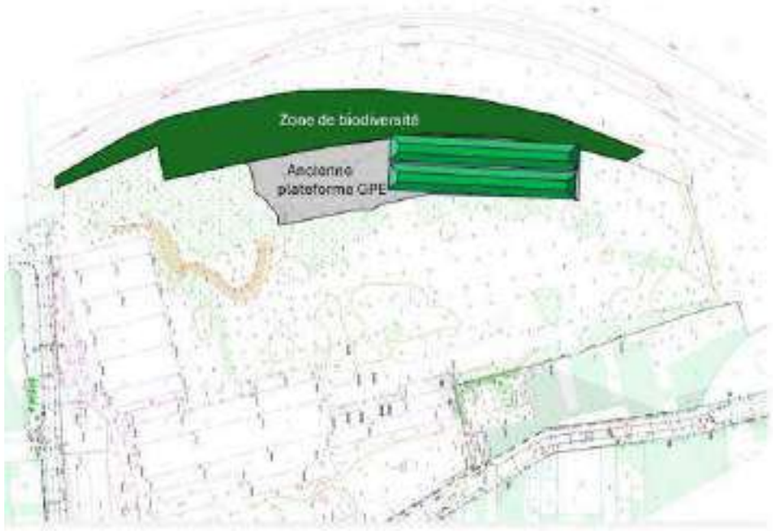


Figure 352 : Plan de localisation des zones de traitement - VALGO

Les travaux de terrassement seront réalisés dans des remblais hétérogènes de sable fin et caillouteux, couvrant des couches plus profondes de marnes et sables infragypseux, calcaire de Saint-Ouen, sables de Beauchamp. Ils devraient donc pouvoir être réalisés avec des moyens classiques de terrassement et nécessiter éventuellement des engins spécifiques dans le cas de rencontre d'éléments enterrés ou vestiges d'anciennes constructions. La portance du fond de fouille pourra baisser sensiblement en cas d'humidification excessive par manque de protection vis-à-vis des intempéries ou de remontées de la nappe. Un rabattement de nappe pourra avoir pour conséquence d'engendrer une augmentation de la contrainte effective du sol et ainsi créer des tassements parasites sous les existants mitoyens.

Pour les travaux de dépollution des sols, le zonage de chantier prévoira l'aménagement et l'identification d'une zone rouge : zones polluées avant et pendant excavation des terres contaminées ; zone de stockage des terres polluées. Elle sera a priori située à l'entrée du chantier chemin des petits cailloux, au Sud des cathédrales.

L'objectif de la SAS des Cathédrales du Rail est d'optimiser la gestion des terres du site. Ainsi, une fois un premier décapage de dépollution réalisé, le potentiel réemploi de terres (par exemple au niveau de la butte paysagère) sera étudié en fonction de l'état sanitaire des sols et de la compatibilité des usages.

6.2.6.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Eviter toute possibilité de contact direct prolongé avec les terres contaminées laissées en place (04.C.E.01)

- En accord avec la méthodologie nationale, envisager de simples mesures de gestion afin d'annuler tout risque sanitaire :
- Pour les sols impactés en métaux uniquement, la réalisation d'un simple recouvrement par des terres saines (minimum 30 cm) ou par une couche minéralisée (enrobé, dalles béton…) ;
- Pour les sols impactés par des composés organiques, l'excavation des terres impactées selon la faisabilité technique et si nécessaire le remblaiement avec des terres saines. Dans le cas d'apport de terres saines, un grillage avertisseur devra être mis en place afin d'assurer la mémorisation physique.
- Dans des zones de futurs jardins privés et potagers, il est recommandé de réaliser des excavations d'au moins 50 cm, voire 1 m et de créer des fosses au droit de futurs arbres fruitiers afin de garantir une approche sécuritaire.

Prévoir des équipements de protection individuel pour le personnel de chantier intervenant sur l'excavation des terres (04.C.E.02)

Les terres vouées à être excavées présentent des teneurs notables en éléments polluants. Il y aura lieu de maîtriser les risques d'exposition aux polluants en phase travaux par le port des EPI adaptés et des mesures de protections collectives adaptées.

Mettre en œuvre des dispositions constructives spécifiques afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment en cas de présence avérée de composés volatils (04.C.E.03)

À titre d'exemple, ces dispositions peuvent être les suivantes :

- Mettre en place d'une ventilation mécanique continue au sein du niveau de sous-sol ;
- Ajouter un vide de construction aéré / ventilé ;
- Mettre en place un système de dépressurisation des sols (SDS) et/ou d'étanchéité sous dallage.

Définir dans la charte chantier à faibles impacts environnementaux des mesures et des bonnes pratiques pour éviter la diffusion de pollution liée au chantier dans les sols et les eaux (04.C.E.04)

- Les effluents (huile de décoffrage, laitance de béton, solvants et produits de nettoyage ou de dégraissage, etc.) seront contrôlés et collectés, traités de manière appropriée (pH) ;
- Un plan d'assainissement des eaux de ruissellement sera établi ;
- Le stockage des produits polluants se fera sur bacs de rétentions correctement dimensionnés ;
- Le nettoyage des engins se fera sur une aire de lavage identifiée, bétonnée et équipée d'un bassin de rétention pour boue et d'un dispositif permettant la retenue des huiles et graisses ;
- Les effluents collectés devront ensuite être dirigés vers des entreprises spécialisées ou prétraités sur le site avant d'être rejetés dans le réseau d'eaux usées ;
- Pour chaque lot, l'entreprise constitue un kit d'intervention d'urgence permettant d'absorber ou de neutraliser tout déversement accidentel (carburant, huile, graisse, solvant, acide, peinture, vernis...) ;
- En cas de pollution non maîtrisable et non traitable, les autorités locales doivent être informées dans les meilleurs délais.

7 solutions complémentaires de gestion des terres polluées sont envisagées pour la dépollution du site :

- Terrassement des sources concentrées
- Criblage de la butte du BTP
- Traitement par biopile des sources sols HCT / COHV
- Criblage/Chaulage des source sols COHV
- Enfouissement des terres en alvéole étanche
- Evacuation hors site
- Traitement des par ventilation in-situ des petites et grandes cathédrales
- Traitement de la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique

Une 8e solution est définie pour le traitement de la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique.

A ce jour, ces solutions ne sont pas validées. Une sélection sera établie au bon endroit lors de la conception du plan de gestion et du plan de travaux qui seront réalisés ultérieurement.

Solution envisagée n°1 –Terrassement des sources concentrées :

- **Etablir un plan de maillage pour le terrassement en fonction de la catégorie des terres (04.C.A.01)**

  Un plan de maillage sera établi et chaque maille à terrasser sera orientée selon sa catégorie :

  - Les terres inertes de type I, conforment aux seuils inertes, seront réutilisées au droit du projet sans prescriptions particulière pour un usage récréatif (hors cultures de végétaux comestibles) ;
  - Les terres de type II, conformes aux seuils de réhabilitation, seront réutilisées au droit du site avec un simple recouvrement par 50 cm de terre inerte et sous voirie si leurs propriétés mécaniques le permettent ;
  - Les terres non inertes de type III, dépassant les seuils de réhabilitation, seront dépolluées sur site par biopile et une fois l'atteinte des seuils définis dans le plan de gestion ces terres deviendront des terres de type II et pourront être remblayées.
  - Les terres non inertes de type IV, dépassant les seuils de réhabilitation et ne pouvant pas être traitées en biopile, seront encapsulées dans deux alvéoles d'environ 4 000 m² prévues à cet effet.

- **Pour les terrassements profonds des sources concentrées de la Petite et de la Grande Cathédrale, prévoir une étude géotechnique G2 PRO pour valider l'accessibilité à ces terres et le dimensionnement des terrassements (04.C.A.02)**

Au droit des sources identifiées dans les petites et grandes cathédrales, les terres pourront être excavées, si elles sont accessibles, afin d'être envoyées en traitement par biopile ou enfouissement dans les alvéoles, selon leur catégorie.

Tableau 55 : Volumes prévisionnels de terres impactées à traiter provenant des Petits et Grandes Cathédrales - VALGO

zone concernée	volume (m3)
Zone 14	450
Zone 15	450
Zone 10	700
grandes cathédrales	1000
Total	2600

Le cas échéant, ces terrassements dans ou proche des bâtiments seront contraints et devront donc faire appel à des moyens de soutènements.

Figure 353 : Exemple de terrassement en blindage bois (pour zone 14) et blindage coulissant (zone 15)

Si le plan de gestion et/ou l'étude géotechniques concluent de l'inaccessibilité des sources, elles pourront être laissées en place, sous réserve de vérifier la compatibilité sanitaire

Solution envisagée n°2 – Adapter les méthodes de criblage de la butte (04.C.R.01)

- Le criblage de la butte est envisagé de deux manières :
  - Soit par un crible mobile.
  - Soit par une pelle équipée d'une pince et deux techniciens en pied de pelle pour le tri.

- Ces travaux seront réalisés en période estivale.

  - Les matériaux seront séparés dans des bennes ou sur des tas :
  - Les terres criblées qui seront remblayées sans traitement (reprise et remblaiement dans le marché terrassements)
  - Les bétons, brique, carrelage et enrobés… qui seront concassés et réutilisés sur site ou stockés (pistes de chantier par exemple).
  - Les plastiques et autres déchets non putrescibles pour être évacués hors site
  - Le bois non traité
  - Le bois traité à évacuer hors site
  - Les déchets dangereux à évacuer hors site

Ainsi la quantité à évacuer hors site sera réduite au minimum. L'évacuation de ces déchets est à la charge du Maître de l'Ouvrage.

Solution envisagée n°3 – Adapter les méthodes de traitement des terres en biopile (sources de sols HCT et COHV) (04.C.R.02)

Le principe du traitement par tertre ventilé proposé par VALGO pour ce projet est le suivant : les gaz sont captés par un réseau de tuyauteries d'aspiration installés dans les terres, puis sont traités sur un filtre à charbon actif avant rejet à l'atmosphère. Avant passage sur le média filtrant, les gaz transitent via un dévésiculeur permettant d'assurer la séparation air / eau, et ainsi augmenter la durée de vie des filtres à charbons actifs air. Les lixiviats générés par le traitement (percolation dans le tertre et séparation air/eau dans l'unité) sont collectés et filtrés sur CA eau spécifique avant rejet.

D'après les retours d'expérience de VALGO, l'atteinte d'une vitesse d'écoulement de l'air dans les sols de 0,01 cm/s permet un renouvellement efficace. Sur cette base, et en considérant une hypothèse de porosité de 30 %, le débit d'extraction nécessaire est de 8000 m^3/h.

A ce stade, il est retenu une durée maximale de biotraitement de 12 mois avec une ventilation maintenue sur les 9 mois les plus chauds de l'année. La biodégradation n'est que peu active en hiver (saison froide).

En parallèle, VALGO prévoit la mise en œuvre de 4 containers abritant une unité de traitement d'air de capacité 2 500 m^3/h à -90 mbar. Les unités seront raccordées au tertre par une nourrice principale collectant les drains secondaires.

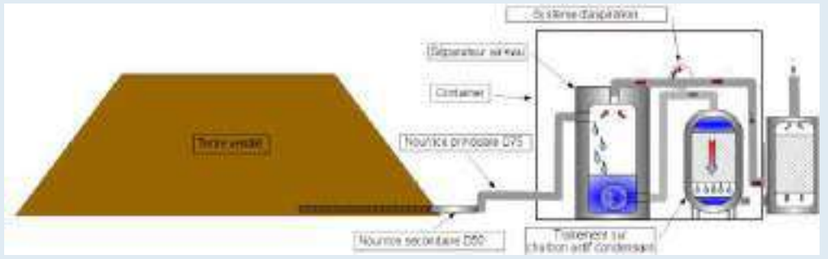


Figure 354 : Schéma de principe d'une unité de traitement au tertre ventilé + filtre à charbon actif - VALGO

Figure 355 : Photographies de biopiles réalisées par VALGO avec biofiltres - VALGO

Des terres de compostage sont mélangées aux terres avant la mise en biopile. Le compost agit sur la biostimulation (apport de nutriments, de carbone, d'azote etc.), la bioaugmentation (apport de bactéries) et l'aération (apport d'agents structurants et d'éléments rigides augmentant la porosité). Les terres redevables d'un biotraitement sur site seront reprises par une pelle mécanique qui mélangera intimement les sols avec du compost vert à hauteur d'un ratio 1/10 soit environ 670 m^3.

La pile de sols aura une hauteur approximative de 3 m et sera soigneusement bâchée puis lestées au moyen de poches de sables. Le but du design trapézoïdal sera avant tout de conserver la chaleur au sein de l'andain afin que les températures optimales soient atteintes et que le compactage des sols des étages inférieurs de la pile soit évité.

Afin d'assurer la traçabilité des terres pendant le traitement par tertre ventilé :

- Les sols excavés et destinés à être traités sur site seront dirigés depuis directement vers l'aire de traitement sur site (tertre ventilé) à l'aide de tracto-bennes pour la mise en pile initiale. Le technicien positionné sur l'aire de traitement réceptionnera un bon à chaque tour pour le suivi et la traçabilité des déblais (ségrégation des matériaux en fonction de leur caractéristique analytique pour optimiser le traitement).
- mise en place et suivi d'un protocole : utilisation d'une nomenclature spécifique pour la dénomination de chaque lot créé. Pour chaque pile, un plan sera établi et mis à jour tout au long du chantier à chaque mouvement de terre. Un panneautage ou un marquage sera réalisé au traceur de chantier reprenant cette nomenclature sera présent sur les lots tout au long du chantier. Chaque lot est dimensionné par 300 m².

Afin de réduire autant que possible l'impact de ces travaux sur l'environnement, prévoir :

- Afin d'éviter tout éventuel de transfert de la pollution dans les sols sous-jacents, mettre en place un complexe d'étanchéité composé d'un géotextile et d'un géofilm sur la plateforme et dans la tranchée.
- Pour les besoins du traitement biopile, une puissance électrique maximale de l'ordre de 80 kW en triphasé (400 V) est requise.

Solution envisagée n°4 – Criblage / Chaulage des sources sols COHV (04.C.R.03)

Afin de traiter les terres impactées au COHV de la zone 15, il est également envisagé la technique de chaulage, permettant une montée en température et un meilleur dégazage des COHV.

Le traitement des déblais sera réalisé avec une machine de type RevalEco. Cette machine dispose de plusieurs équipements en série, permettant un traitement et un mélange optimal des déblais avec de la chaux, permettant une montée en température conduisant à une volatilisation des polluants présents.

Les terres éligibles au traitement sur site par chaulage seront excavées puis stockées sur site sur une aire dédiée avant leur traitement. En fonction de leur degré de contamination nous envisageons le traitement des terres polluées et traitable sur site par la réalisation d'un brassage des terres couplé à l'ajout de chaux à une teneur de 1% à 3%.

Le traitement se déroulera de la façon suivante :

- Chargement des terres depuis le haut de la machine de traitement à l'aide d'une pelle mécanique,
- Mélange intrinsèque de la chaux et des terres à l'intérieur de la machine de traitement,
- Déstockage des terres traitées à la chaux à l'aide du chargeur.

Cette méthodologie permet le traitement de 600 tonnes de terres par jour.

Solution envisagée n°5 – Enfouissement des terres en alvéole étanche (04.C.R.04)

Pour les matériaux ne pouvant être traités sur place, il est prévu 4000 m³ de vide de fouille dans deux alvéoles étanches, qui seront positionnées au droit de la surface capable ci-dessous.

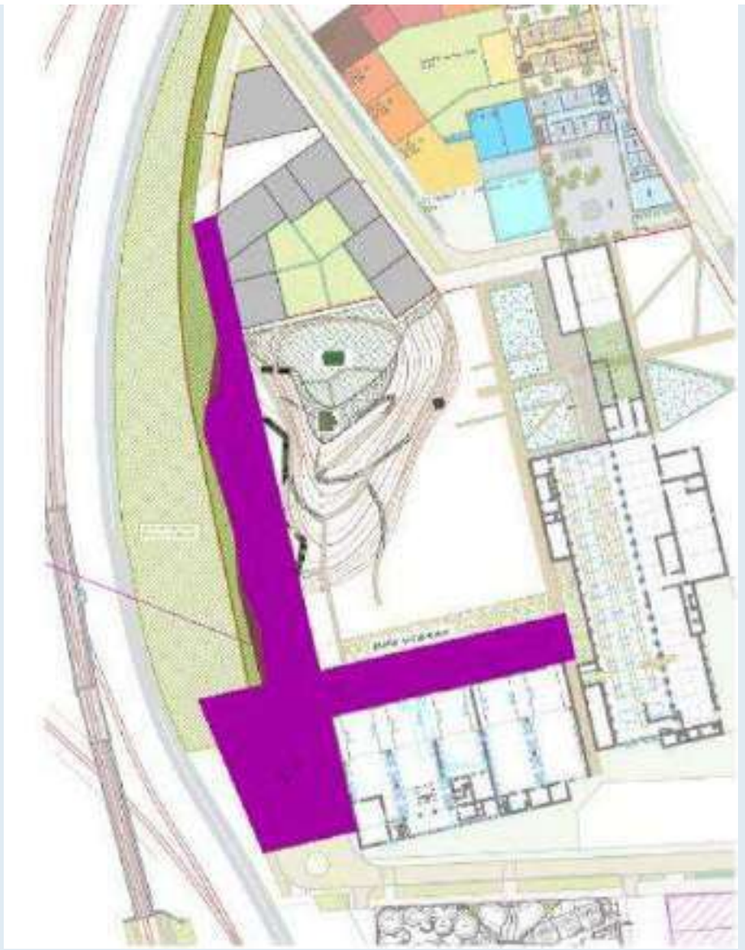


Figure 356 : Emprise de la surface capable d'accueillir les alvéoles de confinement

Cette emprise disponible est estimée à 5 350 m².

A ce stade, la localisation des deux alvéoles et les métrés associés sont présentés ci-dessous :

Tableau 56 : Métrés prévisionnels des alvéoles - VALGO

	Volume (m3)
alvéole 1 parvis	
déblais pour création de l'alvéole 1	3600
Remblais pollués dans l'alvéole 1	2000
couverture de l'alvéole 1 – 30 cm de terre sur la membrane	600
alvéole 2 piste ludique	
déblais pour création de l'alvéole 2	1785
Remblais pollués dans l'alvéole 2	2040
couverture de l'alvéole 2 – 30 cm de terre sur la membrane	382,5

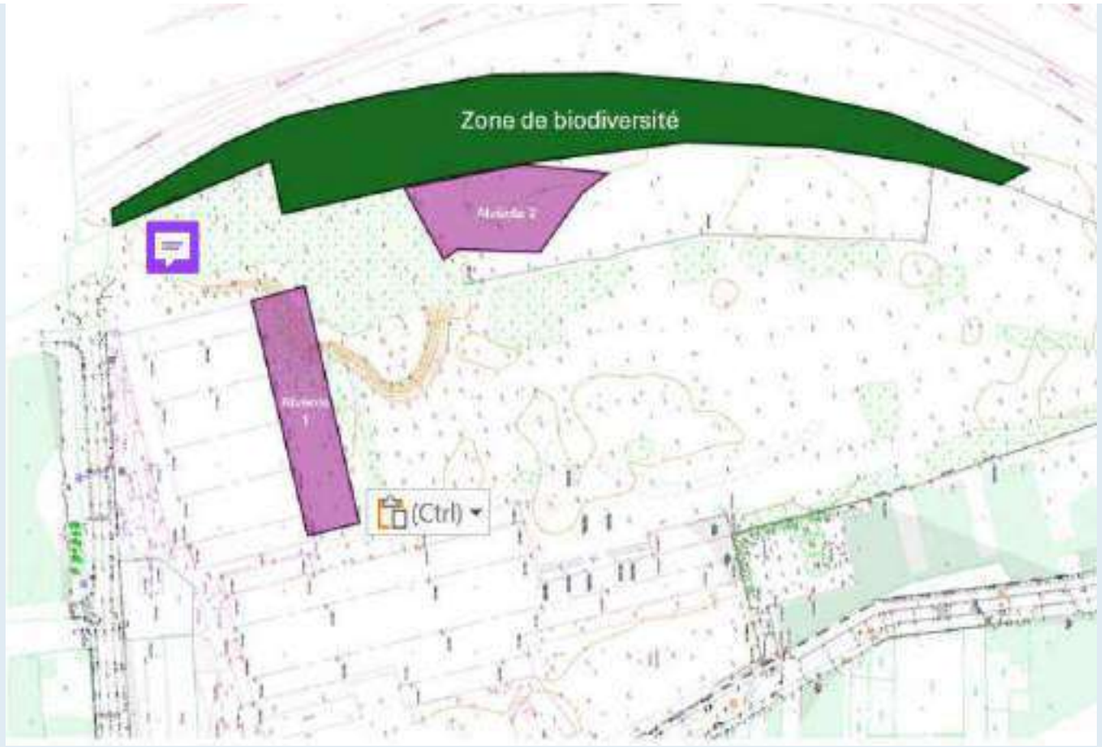


Figure 357 : Localisation prévisionnelle des 2 alvéoles de confinement - VALGO

Afin de garantir l'absence de contact avec l'environnement du site avec des terres de type 3 encapsulées dans les alvéoles, un confinement sera proposé. Il comprendra plusieurs couches de différents matériaux :

- un géotextile anti-poinçonnement (500 g/m²),
- une géomembrane en PEHD (2 mm d'épaisseur) dont les lès seront thermosoudés,
- un géocomposite de drainage,
- une dernière couche de fermeture par un géotextile (densité 500 g/m²).

Solution envisagée n°6 – Traitement de la Petite et Grande Cathédrale par ventilation in-situ (04.C.R.05)

Il est envisagé de mettre en œuvre un traitement des sols non saturées impactés par des COHV et/ou des HCT par venting.

En première instance, sur la base des données récoltées lors des investigations du sous-sol du site préalablement réalisées, le nombre de puits pressentis pour les ventings sont les suivants en se basant sur un rayon d'action de 5 m par puits :

- Petites cathédrales : 36 puits à 2 m de profondeur,
- Grande cathédrale : 65 puits à 2 m de profondeur.

Ainsi, un puits de venting sera mis en place tous les 10 m environ ;

Figure 358 : Plan d'implantation prévisionnelle des puits de venting dans les Cathédrales - VALGO

Les puits de venting seront forés au moyen d'une foreuse mécanique équipée de tarières pleines de 165 mm de diamètre. Les forages seront descendus jusqu'à une profondeur de 2 mètres par rapport au terrain naturel.

Une fois les puits mis en place, ils seront raccordés aux unités de traitement au moyen d'une tuyauterie en PVC. Le réseau sera aérien (posé au sol), c'est-à-dire qu'aucune tranchée ne sera réalisée.

Chaque puits sera relié à une clarinette constituée d'une vanne de ségrégation, d'un bouchon pour mesure du débit d'air circulant dans le tuyau et d'un point de piquage pour mesure qualitative des teneurs en polluants extraits.

© TERAO 2026

Figure 359 : Clarinettes - VALGO

Le réseau sera connecté à un container de traitement. L'air extrait du sol sera épuré par passage sur filtre à charbon actif avant rejet à l'atmosphère.

Pendant toute la durée du traitement (durée estimative d'environ 12 mois), un opérateur réalisera un monitoring des ventings de manière périodique.

Solution envisagée n°7 – Evacuation hors site (04.C.R.06)

L'évacuation de l'excès de déblais sera limitée au maximum. A ce stade, 18 000 m^3 de terres doivent être envoyées hors site. Selon les résultats du diagnostic complémentaire, les filières d'évacuation seront définies et les terres à évacuer choisies pour limiter l'impact financier sur le projet. En effet, les terres au droit du site ne sont pour la plupart pas conformes aux seuils ISDI (a minima impact non organique sur lixiviat, classant els terres en ISDI⁺).

Les pistes d'optimisation des terres sur site sont les suivantes :

- Optimisation des déblais/remblais
- Fertilisation des sols
- Réutilisation des bétons concassés en sous-couche de voirie

Adapter les méthodes d'exécution des travaux de construction aux contraintes de sol (04.C.R.07)

- Les dispositions constructives devront être adaptées aux aléas et risques identifiés. Elles devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 (confiée par l'entreprise) ou G4 (confiée par le Maître d'ouvrage) selon la norme NF P94-500

- Plateforme générale des voiries : en premier lieu, on réalisera un décapage d'au moins 0,20 / 0,30 m (voire plus ponctuellement) afin d'évacuer toute l'épaisseur de la terre végétale et la frange supérieure des terrains superficiels et les remblais en place hétérogènes en nature (à adapter selon leurs épaisseurs). L'entreprise devra effectuer un contrôle visuel avec photographie avant la mise en œuvre de la nouvelle couche de forme pour les futures voiries. L'arase obtenue est constituée de sols sensibles aux variations hydriques, pouvant provoquer des difficultés de circulations des engins de chantier, lors des épisodes pluvieux défavorables. Il sera donc préférable de réaliser les travaux de terrassement en période favorable (période climatique sèche ou de faible précipitation).

- Couche de forme : avant la mise en place de la structure de voirie, il conviendra d'obtenir une couche de forme générale homogène. Celle-ci devra vérifier un critère de réception minimum EV2 ⩾ 50 MPa, avec EV2/EV1 < 2,1 soit une plateforme de classe PF2. Afin d'obtenir ce critère de réception, il conviendra de mettre en place une couche de forme permettant la répartition des sollicitations d'exploitation en phase définitive. La couche de forme doit être compactée selon les règles de l'art à 98,5 % de l'optimum. Son épaisseur sera adaptée en phase exécution en fonction de la portance du fond de forme au moment des travaux et des conditions de mise en œuvre des matériaux. La portance de la plateforme sera vérifiée à l'aide d'essais à la plaque en obtenant au minimum EV2 ≥ 50 MPa avec EV2/EV1 < 2,2 soit une plateforme PF2. Une fois la plateforme réceptionnée, elle devra être protégée par un enduit de cure gravillonné. L'entreprise devra assurer l'identification et l'autocontrôle (ou contrôle externe) afin de mener à bien ces travaux. Dans tous les cas, la mise en remblai ou en couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique SETRA / LCPC « Réalisation des remblais et des couches de forme » de septembre 92.

- Dimensionnement de la voirie : en considérant une plateforme de portance PF2 (EV2 ≥ 50 MPa), le tableau ci-dessous propose deux exemples de structures possibles :

Tableau 57 : Exemples de structure possible pour le dimensionnement de la voirie - ATLAS Géotechnique - Etude Géotechnique G2 AVP

	Trafic cumulé de classe TC0		Trafic cumulé de classe TC1		Trafic cumulé de classe TC2	
	Structure GB3	Structure EME2	Structure GB3	Structure EME2	Structure GB3	Structure EME2
Couche de surface	6 cm*	2,5 cm*	6 cm*	2,5 cm*	6 cm*	2,5 cm*
Couche d'assise (Couche de Base + Couche de fondation)	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm	12 cm	10 cm
Couche de forme	GNT + géotextile (Obtention de EV2 ≥ 50 MPa)					
Sol en place	*Remblais / Marnes et Sables Infragypseux*					

Les entreprises pourront proposer des structures variantes, selon la nature des produits utilisés (dimensionnement ALIZE). Dans tous les cas, les différents dimensionnements et le suivi des travaux pourront être contrôlés et vérifiés par le bureau de contrôle ou le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 selon la norme NF P 94-500.

- Ouvrages de gestion des eaux pluviales : Techniques de terrassements et réalisation des talus

  Des mesures particulières devront être prises vis-à-vis des pentes des bassins à créer. En phase provisoire, leur pente ne devrait pas dépasser 2V/3H dans les Remblais et les Marnes et Sables Infragypseux.

  En phase définitive, la stabilité devra être vérifiée, si la profondeur des bassins est importante. En première approche, les caractéristiques intrinsèques suivantes des différentes formations :

Tableau 58 : Stabilité des terrassements et talus - ATLAS Géotechnique - Etude géotechnique G2 VP

Profil Lithologique	Densité	Angle de frottement interne φ' (°)	Cohésion C' (KPa)
Remblais	1,80	20	0
Marnes et Sables Infragypseux	1,90	25	2

- Ouvrages de gestion des eaux pluviales : ouvrages d'assainissement

  En ce qui concerne les matériaux utilisés pour le remblaiement des tranchées de canalisation, ils seront d'apport. Ces matériaux devront être insensibles à l'eau.

  Pour toute mise en remblai technique, un contrôle à l'aide d'un pénétro-compactomètre devra être réalisé. On vérifiera une densification q4 (95% de l'OPN) pour la partie inférieure du remblai et q3 (98,5% de l'OPN) pour la partie supérieure (couche de forme)
- Fondations – Bâtiments en sous-sol :
  - envisager des fondations superficielles de type semelles isolées et/ou massifs, descendues au-delà des Remblais, et ancrées dans les marnes légèrement argileuses blanc crème à jaunâtre à blocs (*Marnes* et *Sables Infragypseux*) et/ou les marne et calcaire jaunâtre à blanchâtre (*Calcaire de Saint Ouen*)
  - Pour la mise hors intempéries des fondations, et au vu de la sensibilité à l'eau des sols d'ancrage, respecter en tout point un niveau d'assise des fondations situé à une profondeur minimale de -1,2 m/TN actuel et TN extérieur fin
  - Prévoir un rattrapage en gros béton afin de traverser les surépaisseurs de remblais, issus des aménagements antérieurs du site, notamment au droit des anciens bâtiment démolis.
- Fondations – Bâtiments sur sous-sol :
  - Envisager un système de fondations superficielles de type semelles filantes et/ou isolées, ancrées dans les marnes légèrement argileuses blanc crème à jaunâtre à blocs (*Marnes* et *Sables Infragypseux*) et/ou les marne et calcaire jaunâtre à blanchâtre (*Calcaire de Saint Ouen*), au-delà du fond de fouille.
  - Renforcer le système de fondation (semelles filantes renforcées comme des poutres et semelles isolées reliées par des longrines), afin que la structure ait un comportement monolithique qui lui permet de s'opposer à toute déformation éventuelle du sol.
  - En cas de descentes des charges élevées, on s'orientera vers un mode de fondations profondes de type pieux, descendus au-delà des *Remblais*, des *Marnes* et *Sables Infragypseux* et du *Calcaire de Saint Ouen*.
  - A ce stade des connaissances du site en matière d'agressivité des sols, privilégier un béton adapté à milieu de type XA3
- Niveaux bas :
  - Bâtiments sans sous-sol (Ilot des Enfants) : le niveau bas devra être de type plancher porté par les fondations pour des charges inférieurs ou égales à 500 kg/m². Il pourra être coulé en place.
  - Bâtiments avec un niveau de sous-sol : le niveau bas du R-1 pourra être de type dallage sur terre-plein, réalisé sur une couche de frome, en matériaux granulaires et insensibles à l'eau et compactée selon les règles de l'art.

Adapter les règles de construction et de prévention aux endroits présentant un risque avéré de dissolution de gypse antéludien (04.C.R.08)

- Au droit des Lots concernés par les sondages présentant des anomalies : SD102 / SD104 (nord) et SD122 / SD125 (sud), il est nécessaire de prévoir des travaux de confortation des sols par injection selon la notice technique de l'IGC de Paris « Travaux d'injection des anomalies liées à la dissolution du Gypse Antéludien » en date du 31 janvier 2016.

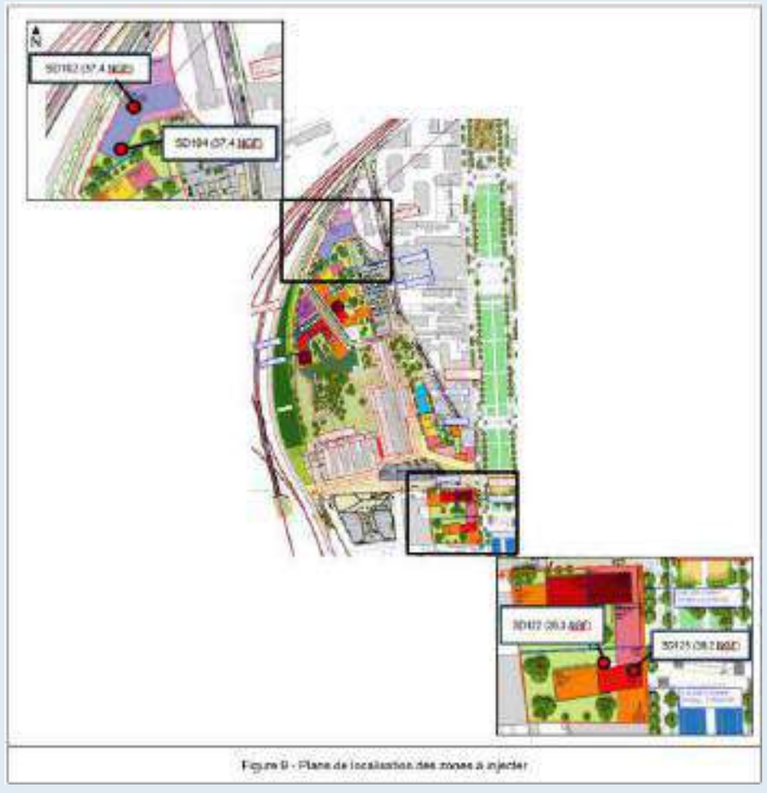


Figure 360 : Plans de localisation des zones d'anomalies de gypse, Atlas Géotechnique, septembre 2025

Elles sont localisées à un horizon compris entre 30 et 34 mNG. Sachant que le TN est à 36m et que le projet prévoit la création de deux niveaux de sous-sols, ces sols décompactés seront vraisemblablement évacués lors des terrassements.

- Une optimisation et/ou une estimation de volumes pourra être envisagée par le biais d'essais de remplissage, afin de circonscrire les quantités et/ou l'extension horizontale de ce phénomène localisé
- Effectuer un sondage pressiométrique au droit de chaque éventuel fontis détecté et traité, afin d'assurer du bon niveau de confortation des terrains traités.

Adapter les règles de construction et de prévention au risque moyen de retrait-gonflement des argiles identifié (04.C.R.09)

- La prévention du risque retrait-gonflement des sols argileux n'interdit pas la constructibilité d'un terrain mais implique des règles de construction et de prévention à adapter en fonction de la nature du sol rencontré et du

type de bâti. Il conviendra de se référer aux plaquettes de la DDT listant les préconisations à mettre en place pour pallier ces risques.

Réaliser les travaux de terrassement en période favorable (période climatique sèche ou de faible précipitation) (04.C.R.10)

- Les sols sont sensibles aux variations hydriques et peuvent provoquer des difficultés de circulations des engins de chantier, lors des épisodes pluvieux défavorables. En effet, en cas d'augmentation de leur teneur en eau (sols dans un état hydrique humide à très humide), ces matériaux deviennent collants avec une chute de leur consistance engendrant un phénomène de matelassage. Ainsi, on portera une attention toute particulière aux conditions météorologiques au moment des travaux.
- Les piézomètres mis en place dans le cadre de la mission G1 PGC portant sur l'aménagement immobilier, ont mis en évidence un niveau d'eau plus ou moins stabilisé, situé entre 6,0 et 8,1 m de profondeur, soit entre 31,4 et 28,6 NGF. Des circulations d'eau anarchiques seront susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en période pluvieuses. L'entreprise devra donc prévoir un système de gestion et d'épuisement des eaux adapté (dispositifs de drainage et de pompage) permettant de travailler à sec.

Viser l'équilibre déblais / remblais en lien avec les travaux de dépollution notamment (04.C.R.11)

Mettre en place des solutions d'optimisation de la gestion des déblais (04.C.R.12)

- Dans le cadre d'une étude de conception, étudier les solutions afin de réduire les volumes de déblais et d'optimiser leur gestion :

- La réalisation d'un tri et un criblage des matériaux au moment des travaux d'excavation ;
- La réutilisation au maximum les déblais d'excavation en remblais sur site (contre-voile, sous voirie, dans les zones de pleine terre...), sous réserve de l'absence de risque sanitaire et d'une validation géotechnique afin de s'assurer que les caractéristiques mécaniques des déblais du site sont bien compatibles à une réutilisation sur site.

Valoriser les déblais hors site (04.C.R.13)

- Au regard du projet, des terres feront l'objet d'excavation pour la création de niveaux d'infrastructures (sous-sols, fondations...). Les possibilités de réutilisation sur site étant limitées, ces déblais devront faire l'objet d'une évacuation hors site.
- Une approche complémentaire sera réalisée par des analyses techniques et de vérification de la possibilité d'appliquer les guides disponibles à ce jour :

- Guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement (BRGM – avril 2020) ;
- Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement (BRGM – avril 2020) ;
- Guide de caractérisation des terres excavées dans le cadre de leur valorisation hors site dans des projets d'aménagement et en technique routière pour des projets d'infrastructure linéaire de transport (BRGM, avril 2020).

Orienter les terres présentant des dépassements aux valeurs limites et donc qui ne seront pas acceptées en installations de stockages de déchets inertes (ISDI) vers des filières spécifiques (04.C.R.14)

- Au regard des pratiques actuelles des filières, la présence de matériaux exogènes (briques, débris, …), une couleur suspecte (noirâtre), une odeur suspecte ou des remblais impactés en métaux, peuvent impliquer un refus d'acceptation en ISDI ou ISDI pour terres sulfatées et donc l'obligation d'une évacuation en filière spécifique

Lancer des études complémentaires pour une connaissance plus approfondie du site compte tenu de la superficie importante du terrain (04.C.A.03)

- Des études complémentaires de type G2AVP/PRO, réalisées par les maitres d'ouvrage pour leurs lots respectifs (ou G3 à la charge de l'entreprise) devra impérativement être lancée afin de veiller à ne pas déstabiliser les éventuelles fondations des ouvrages mitoyens à l'Est et au Sud.
- Si nécessaire, il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

Réaliser des investigations complémentaires pour vérifier la compatibilité des usages futurs : des Cathédrales, des usages sur les espaces publics et privés avec la nature des sols (04.C.A.04)

- Procéder à des mesures des gaz du sol afin d'en mesurer le potentiel de dégazage en effectuant préférentiellement 2 campagnes de mesures dans une période climatique différente (été/hiver) afin de valider les résultats d'analyses.

Le projet prévoyant la réalisation d'un établissement sensible (pôle Santé et relocalisation de la Crèche et PMIe à Rez-de-Chaussée)), procéder à des mesures particulières des gaz du sol au droit du site afin de vérifier la compatibilité du site avec l'usage sensible futur, puis de réaliser une Analyses des Risques Résiduels (ARR).

6.2.6.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Les études géotechniques réalisées en amont et celles à réaliser à des stades plus avancés du projet (dont G2 phase PRO) constituent une mesure de suivi à part entière.
- L'entreprise vérifiera que les typologies de fondation et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues. Le cas échéant, en cas de fondations spéciales, l'entreprise prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les fondations voisines (reconnaissance complémentaire de fondations, déport de la machine, tonnage limité).
- Conformément aux prescriptions de la norme NFP 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance.
- Lors de la réalisation des pieux, la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement seront contrôlées pour s'assurer du bon ancrage dans les formations géologiques existantes.
- Des sondages destructifs de contrôle devront avoir lieu, 28 jours après séchage du mortier / coulis / cendre d'injection pour palier au risque de dissolution du gypse. Le nombre de sondages de contrôle est fixé dans la notice à 1 sondage pour 10 forages d'injection (10%). En outre, un sondage pressiométrique sera effectué au droit de chaque éventuel fontis détecté et traité, afin d'assurer du bon niveau de confortation des terrains traités.
- Afin d'assurer le tri des déblais, un technicien sites et sols pollués est prévu pour suivre les travaux de terrassement (cadence moyenne de terrassement de 300 m^3/jour).
- Suivi du traitement de la dépollution par tertre ventilé (si cette mesure est confirmée) :
    - Pollution de sols (HC C10-C40, HAO, COHV) : fréquence bimestrielle par lot de 300 m^2
    - Pollution des gaz de sol (hydrocarbures C5-C16, Naphtalènes, COHV) : en entrée et sortie d'unité de traitement à fréquence mensuelle

Afin d'agrémenter le bilan de masse du traitement et l'éventuel saturation en CA air, un suivi sera effectué par le technicien VALGO au moyen d'un PID à chaque campagne de suivi.

- Maintenance et suivi des paramètres du traitement de la dépollution par tertre ventilé par un opérateur de manière périodique pendant toute la durée des travaux (si cette mesure est confirmée) :
    - 1er mois : fréquence hebdomadaire
    - 2e mois : fréquence mensuelle

  L'ensemble de ces éléments sera consigné dans une fiche de suivi du traitement qui sera mise à disposition sur le chantier. Une note synthétique sera rédigée tous les mois.
- Réalisation d'un monitoring des ventings au sein des Cathédrales (si cette mesure est confirmée) selon cette fréquence prévisionnelle :
    - 1er mois : hebdomadaire
    - A partir du 2e mois : Mensuelle

  Les suivis consisteront à réaliser des mesures avec des appareils de monitoring afin de suivre l'évolution du traitement et de vérifier la performance d'épuration des gaz extraits.
- Mise en place des dispositions de protection des travailleurs en fouille telles que l'extraction et le traitement des gaz en fouille (compte tenu de la présence potentielle de forte concentration en hydrocarbures et COHV et les travaux se réalisant en milieu confiné et restreint).

- Etablir des bordereaux de suivi des entrées-sorties de terre qu'elles soient considérées comme déchets ou non ;
- Identifier les quantités et natures de terres excavées/ réutilisées/ apportées et évacuées (origine et destination) ;
- Suivre les mesures de la charte chantier à faibles impacts environnementaux ;
- Rédiger un mémoire/un DOE sur le remblaiement des terres.

6.2.7. Effets temporaires sur les eaux souterraines et superficielles et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LES EAUX SUPERFICIELLES DU SITE	FAIBLE	DIRECT / TEMPORAIRE / COURT TERME
IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / LONG TERME

6.2.7.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Des études hydrogéologiques complémentaires à l'étude de sol ont été réalisées sur le site des Cathédrales du Rail par VEOLIA (Sarpi ThinkTech) entre 2020 et 2023 pour surveiller les niveaux et évolutions de la nappe souterraine au droit du site. Ce suivi piézométrique complet vient s'ajouter à des études réalisées par TESORA, SOLEO et ARCADIS entre 2012 et 2019. Les conclusions des différents rapports sont les suivantes :

- Une nappe est présente au droit du site d'étude, la nappe libre du Bartonien, au sein de la formation des Calcaires de Saint-Ouen à environ 6-8,1 m de profondeur.
- Le suivi piézométrique mis en place sur site depuis 2003, 2005 et 2009 montre que la nappe s'écoule vers l'est-nord-est dans la partie nord du site et vers le sud-sud-est dans la partie sud. Un dôme piézométrique est constaté dans la partie sud-ouest du site.
- Le site ne présente pas de risque de remontée de nappe en l'état.
- Les variations de la nappe restent légères. Le suivi piézométrique fait état de niveaux statiques entre 28,5 et 31,5 mNGF entre novembre 2020 et octobre 2023.
- Les sols superficiels sont peu perméables tandis que les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau.
- L'étude G1 sur les Principes Généraux de Construction portant sur l'aménagement immobilier a mis en évidence un niveau d'eau plus ou moins stabilisé, situé entre 6,0 et 8,1 m de profondeur, soit entre 31,4 et 28,6 NGF. Il s'agirait de la nappe de *l'Eocène Supérieur,* baignant le *Calcaire de Saint-Ouen* plus en profondeur. Cette nappe est essentiellement alimentée par la pluviométrie et peut subir des variations saisonnières.L'étude géotechnique G2 AVP Espaces publics précise que :
    - des circulations d'eau anarchiques de ruissellement et/ou d'infiltration peuvent se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.Aucune arrivée d'eau n'a été constatée lors de la réalisation des fouilles à la pelle mécanique jusqu'à 2,6 m de profondeur soit 34,8 NGF

En parallèle, le mémoire technique concernant la stratégie de dépollution du site met en exergue la pollution des eaux souterraines :

- Au droit de la friche : un bruit de fond en solvants chlorés (COHV) est observé au droit de l'ensemble des piézomètres implantés sur le site (10-100 µg/L). Par ailleurs des teneurs modérées en hydrocarbures (HCT) sont observées au droit des zones 3 et 5 (Pz6 et Pz9) issus des résiduels de la dépollution de 2010. Depuis février 2022 aucun ouvrage ne présente de phase flottante. Néanmoins, au droit du Pz6, l'observation de produit flottant est en corrélation avec la baisse du niveau piézométrique. Comme le niveau piézométrique n'a jamais atteint celui de 2020, il est nécessaire de rester vigilant sur le retour de flottant dans le cas d'une baisse du niveau piézométrique. Un film a également été aperçu aux abords de l'ilot Faubourg.
- Au droit de la Petite Cathédrale : un impact en solvants chlorés (de l'ordre de COHV < 2 900 µg/L) est observé au droit de la zone 14 (Pz14, Sud-ouest des Petites Cathédrales extérieur). On observe une diminution des teneurs au droit de cet ouvrage depuis 2015. Depuis 2017 les concentrations un niveau des piézomètre existants semblent s'être stabilisées.

Une barrière de pompage a été disposée par la SNCF en limite de cette pollution pour éviter/limiter l'extension d'un panache de pollution aux COHV/hydrocarbures vers l'école Niki de Saint Phalle. L'eau est pompée via les 3 puits de pompage, puis traitée sur filtre à charbon actif avant rejet au Réseau. Les débits de pompage sur P1, P2 et P3 sont de 1 m^3 /h en moyenne par ouvrage.

Les concentrations en COHV ont diminué depuis 2017 de plus de 20 mg/l, pour se stabiliser stabilisées à 1mg/l en P2. Les teneurs en BTEX restent inférieures aux seuils de quantification du laboratoire depuis mai 2022 sur les trois puits.

Ainsi, pendant le chantier, la nappe phréatique sera vulnérable vis-à-vis d'éventuelles pollutions accidentelles issues du chantier (déversement de produits chimiques, fuite de cuve de carburants). En effet, les incidences sur ces eaux concernent essentiellement l'aspect qualitatif. L'usage pendant le chantier de solvants et d'huiles, en particulier de décoffrage, peut rendre vulnérable l'aquifère.

Les travaux pourront localement impacter les débits ruisselés du fait d'une modification temporaire de l'imperméabilisation du sol, d'une réduction de la capacité d'infiltration des sols suite à du compactage par les circulations d'engins, ou à la suite de la mise en place d'ouvrage de régulation temporaire des ruissellements.

6.2.7.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

En complément des solutions envisagées pour la dépollution des sols, une solution est proposée pour le traitement de la nappe impactée.

A ce jour, cette solution n'est pas encore validée. Celle-ci fera l'objet d'une réflexion en fonction du plan de gestion et du plan de travaux qui seront réalisés ultérieurement.

Solution envisagée – Traiter la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique (05.C.R.01)

Pour traiter l'impact en COHV au droit des zones 14 et 15, il est envisagé un traitement par injection d'oxydant ou de réducteur. Le choix et la quantité d'oxydant ou réducteur sera déterminé au moment du PCT, par les essais en laboratoire et les essais d'injection.

A ce stade, il est envisagé l'injection de :

- Un traitement des sources concentrées (points durs) en COHV par du fer zéro valent colloïdal (réactif de réduction chimique in situ – ICSR – Produit VAGORIS 80) à appliquer ponctuellement et permettre de détruire rapidement les hotspots de pollution concentrée et de prévenir les migrations de polluants vers l'école Niki de Saint Phalle. Il a été estimé une injection de 14 000 kg (7-15 m) à 28 000 kg (7-25 m) de VALGORIS 80 ; à injecter au moyen de puits espacés de 7 à 10 m sur une ligne et de 4 à 5 m entre les lignes (soit 28 puits à 15 m ou 25 m de profondeur).
  Ces injections pourront se réaliser en tube à manchettes tous les 30 cm dans les puits dédiés.
- Un traitement de la nappe par injection d'acide lactique estérifié à libération progressive pendant 3 à 5 ans ou par le VALGORIS 20 pour traiter le panache de COHV résiduel. Leur forme micellaire leur confère la possibilité d'atteindre les polluants dans les fractures et infractuosités les plus inaccessibles de l'aquifère des calcaires de Saint Ouen.

Pendant les travaux d'injection, VALGO se servira des puits de la barrière hydraulique afin de maîtriser l'impact des injections en aval.

Limiter les impacts de l'aménagement quel qu'ils soient en limitant les surfaces décapées (05.C.E.01)

La vulnérabilité du sol et de la nappe est plus importante en phase de travaux du fait de l'enlèvement des couches superficielles (opération de terrassement avec réduction de l'épaisseur de sol au-dessus du toit de la nappe, présence d'engins, …). Également, la diminution des surfaces et profondeur des décapages permet de diminuer l'apport de particules fines (et leur envol).
On cherchera notamment à préserver la qualité des cours d'eau récepteur et de la nappe.

Travailler les parkings des logements afin de ne pas impacter la nappe située à faible profondeur (05.C.E.02)

A ce jour, il n'est pas jugé nécessaire de prévoir des rabattements de nappes en phase de chantier. En cours de terrassement, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors des fouilles (captage). Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec des plateformes de travail à tout moment.

Eviter les risques de pollution accidentelle (05.C.E.03)

- Gestion des fluides polluants (bac de rétention, mode d'utilisation adapté). Tout stockage d'hydrocarbures ou d'autres produits polluants sera strictement défini sur l'aire de chantier et les précautions nécessaires (cuvette de rétention par exemple) seront mises en œuvre au niveau des stocks de polluants potentiels.
- Laitance des bétons à confiner sur des zones étanches
- Utilisation de fiches de suivi pour les produits dangereux
- Formation et délégation pour le personnel de respecter les zones de rétention
- La mise en œuvre du béton est préférentiellement livrée en toupies et prêt à l'emploi. De même, les revêtements bitumineux seront livrés en camion.

Raccorder les équipements générant des eaux usées aux réseaux existants (05.C.E.04)

Les eaux usées liées à l'activité sur le site pendant la durée des travaux ; les sanitaires, vestiaires et réfectoires de la « base-vie » regroupant les bureaux et salles de réunion notamment seront raccordés au réseau d'assainissement si possible. Dans le cas contraire, les sanitaires devront être équipés de fosses permettant de collecter les effluents en temps utile pour les envoyer en centre de traitement.

Suivi du dossier loi sur l'eau (05.C.R.02)

Les ouvrages de gestion et d'infiltration des eaux pluviales des espaces publics seront aménagés par la SAS.

- Les éventuels suintements mis à jour dans les terrassements en déblais seront connectés au réseau de récupération des eaux pluviales de la plate-forme avant d'être rejetés dans le milieu naturel.
- Les opérateurs devront réaliser en priorité, autant que possible, les ouvrages et réseaux Les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront réalisés en priorité, afin d'offrir exutoire pour les eaux de ruissellement en phase chantier : ces dernières peuvent en effet être chargées en matières en suspensions à la suite du décapage des sols.

Dans le principe, il sera veillé à ce qu'à l'issue de la mise en place de ces différents systèmes, le chantier s'inscrive alors dans un fonctionnement hydraulique autonome par rapport au milieu environnant. Selon cette approche, les différents travaux à réaliser ne seront alors plus susceptibles de causer des dommages aux milieux humides et aquatiques à proximité.

Définir et rendre étanche les aires de stockage des matériaux, de dépôt et de garage des véhicules (05.C.R.03)

- Les aires de stockage de matériaux concernent notamment les matériaux pulvérulents et liquides.
- Les éventuels stocks de matériaux sensibles à l'envol seront protégés de la pluie et du vent par des bâches.
- Ces aires seront pourvues d'équipements de traitement (décanteur-déshuileur) des eaux de lavage et de ruissellement avant rejet au milieu naturel.
- L'accès à ces aires de dépôt sera interdit au public.

En cas d'entretien hivernal, réduire le risque de pollution des eaux résultant du salage des voiries (05.C.R.04)

Des mesures simples peuvent être adoptées :

- Priorité sera donnée aux salages préventifs avec de faibles quantités de produits ;
- Utilisation de chlorure de sodium en solution (saumure) plutôt que sous forme solide ;
- Etanchéité de l'aire de stockage des produits.

6.2.7.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Les recommandations des études de sols constituent une mesure de suivi à part entière (pour la préparation et le déroulement du chantier)
- Les eaux souterraines au droit du site ont fait l'objet d'un suivi piézométrique par mesures et capteurs automatiques ;
- Définition du planning d'intervention pour les travaux de terrassement
- Constat sur place par les Maitres d'ouvrage ;
- Suivi de la charte chantier à faibles nuisances. Le plan prévisionnel des contrôles en phase travaux est :
  - Surveillance de protections des secteurs identifiés : hebdomadaire
  - Surveillance visuelle des fosses temporaires : après chaque évènement pluvieux notable
  - Surveillance des dispositifs de gestion des eaux : hebdomadaire
- Suivi du des mesures du dossier loi sur l'eau établit et Récépissé de déclaration environnementale au titre des IOTA
- Mise en place de systèmes d'assainissement provisoires sur les différentes zones d'intervention
- Les éventuelles traversées sous chaussées considérées comme des zones critiques en assainissement pluvial, seront visitées au moins 2 fois par an.
- Si la solution de traitement de la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique est validée, mettre en place une fiche de suivi des injections où seront répertoriées : date d'injection ; numéro du forage ; observations (refus, résurgences, communication entre les forages etc.) ; volume mis en œuvre par forage ; pression d'injection par forage.

Si, malgré les précautions prises pour protéger les milieux, un incident pouvant engendrer des conséquences dommageables pour la qualité des eaux ou pour les milieux aquatiques se produisait durant le chantier, des mesures de corrections seront mises en place dès que possible.
En cas de pollution accidentelle entraînant un déversement de polluant, les services de police de l'eau seront prévenus dans les plus brefs délais.

6.2.8. Effets temporaires sur la biodiversité et mesures ERC conséquentes

6.2.8.1. Contexte réglementaire

Concernant les milieux naturels, la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a été confortée par la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 08 août 2016. Cette loi complète l'article L.110-1 du code de l'environnement fixant les principes généraux sur le sujet du principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement : « *Ce principe implique d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et des fonctions écologiques affectées. Ce principe doit viser un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain de biodiversité* ».

Par ailleurs, la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 08 août 2016 impose aux maîtres d'ouvrage une obligation de résultat, quant à l'effet des mesures compensatoires qu'ils proposent. Le législateur renforce ainsi le suivi des mesures de compensation et requière leur géolocalisation (articles L. 163-1 à L. 163-5 du code de l'environnement).

6.2.8.2. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

IMPACT NEGATIF SUR LA BIODIVERSITE EXISTANTE DU SITE	FORT	(DIRECT / TEMPORAIRE ET PERMANENT / COURT TERME)

Un diagnostic écologique Faune Flore sur le site des Cathédrales du Rail a été réalisé par les écologues de la société BIOCOR missionnés par les maîtres d'ouvrage. Cette étude a pour objectif la connaissance du contexte écologique du site sur les différentes saisons.

Au regard de l'état de friche du site, et de la présence de travaux des voies du Charles de Gaulle Express ayant déjà été débroussaillée, du phasage discuté pour préserver les habitats favorables aux espèces cibles du site tout en luttant contre les espèces végétales exotiques envahissantes et permettant la dépollution du site, une phase de défrichement a été prévue.

Elle sera accompagnée par un écologue et des zones seront conservées et mises en défens (habitats, zone de drave des murailles, pierriers). La DRIEAT a validé cette procédure sans déclenchement d'une dérogation à l'atteinte aux espèces protégées.

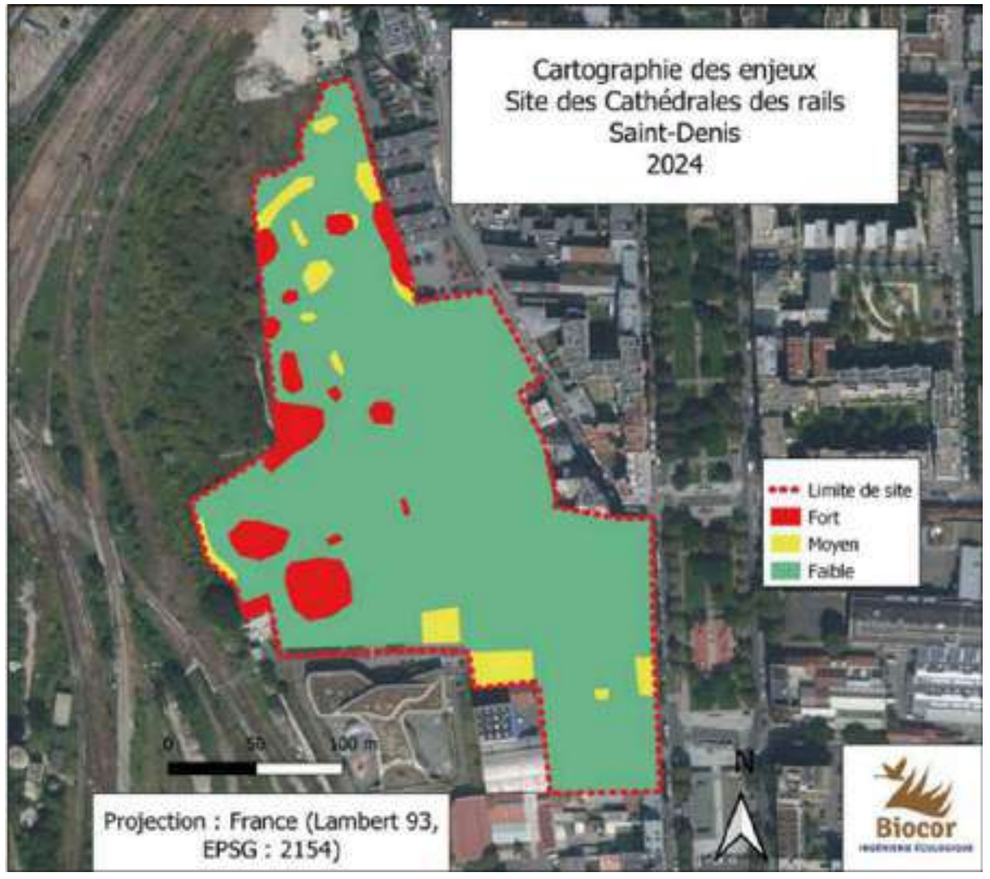


Figure 361 : Synthèse des enjeux écologiques du site (Source : BIOCOR, 2024)

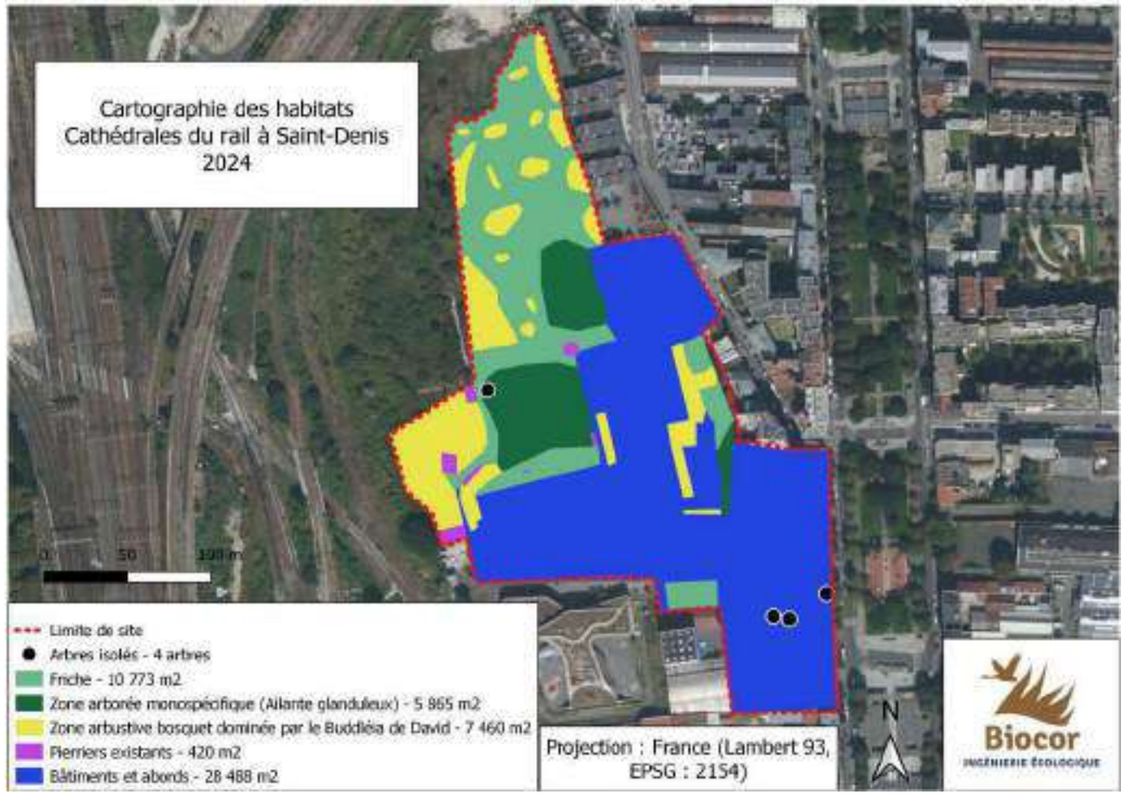


Figure 362 : Cartographie des habitats - BIOCOR - 2024

Les mesures de réduction comprennent ici l'aménagement anticipé d'une zone de biodiversité localisée en continuité fonctionnelle immédiate du site d'étude. Bien que créée à proximité et non strictement in situ, cette zone a été considérée comme mesure de réduction par les services de l'État au regard de la forte dégradation du site d'implantation.

L'objectif est non seulement de réduire directement les incidences, mais également de renforcer le niveau de fonctionnalité écologique, allant ainsi au-delà de la simple équivalence fonctionnelle visée à l'article L. 163-1 du Code de l'environnement. Le phasage prévoit en outre une réalisation préalable à l'ouverture du chantier, de manière à garantir les reports écologiques.Les principes de conception de cette lisière sont les suivants :

- concevoir une lisière de biodiversité en retrouvant l'ensemble des décomptes du rapport GAIN - PERTE dans le cadre de mesures d'évitement et de réduction
- un réservoir de biodiversité en continuité du parc comme un espace même du parc
- des axes visuels qui donnent à voir des horizons et perspectives d'ouvertures
- des milieux à reconstituer qui se combinent et sont en continuité du parc • anticiper la gestion de l'ensemble de la zone clôturée

Les emprises de ce réservoir de cette lisière (réservoir de biodiversité) :

- 4 267m² dédiés aux mesures
- 1 132m² dédiés à la servitude du CDGX

En parallèle, des emprises de mesures en faveur de la biodiversité sont prévues au sein du Permis d'Aménager :

- 925 m² de haies et bosquets sur le parc
- 449 m² de prairie mésophile en toiture
- 3 nichoirs sur le toit des cathédrales

Ci-contre la localisation de la réserve de biodiversité ainsi que le projet paysager adapté aux mesures préconisées par l'écologue BIOCOR.

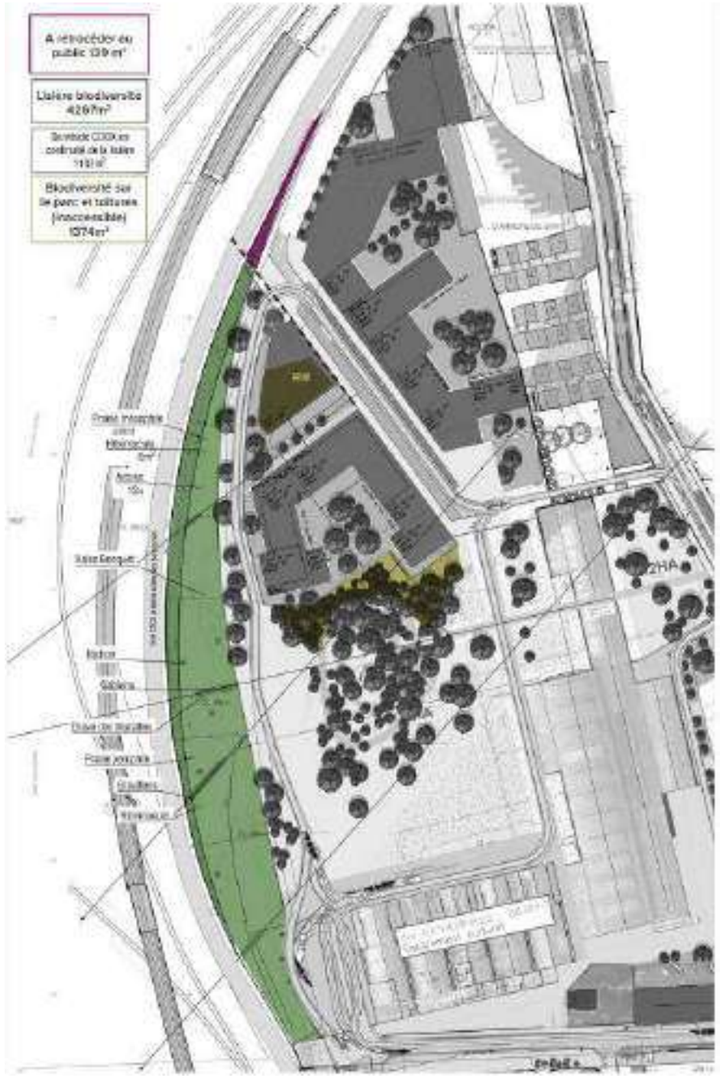


Figure 363 : Emprises dédiées aux mesures ERC - COLOCO

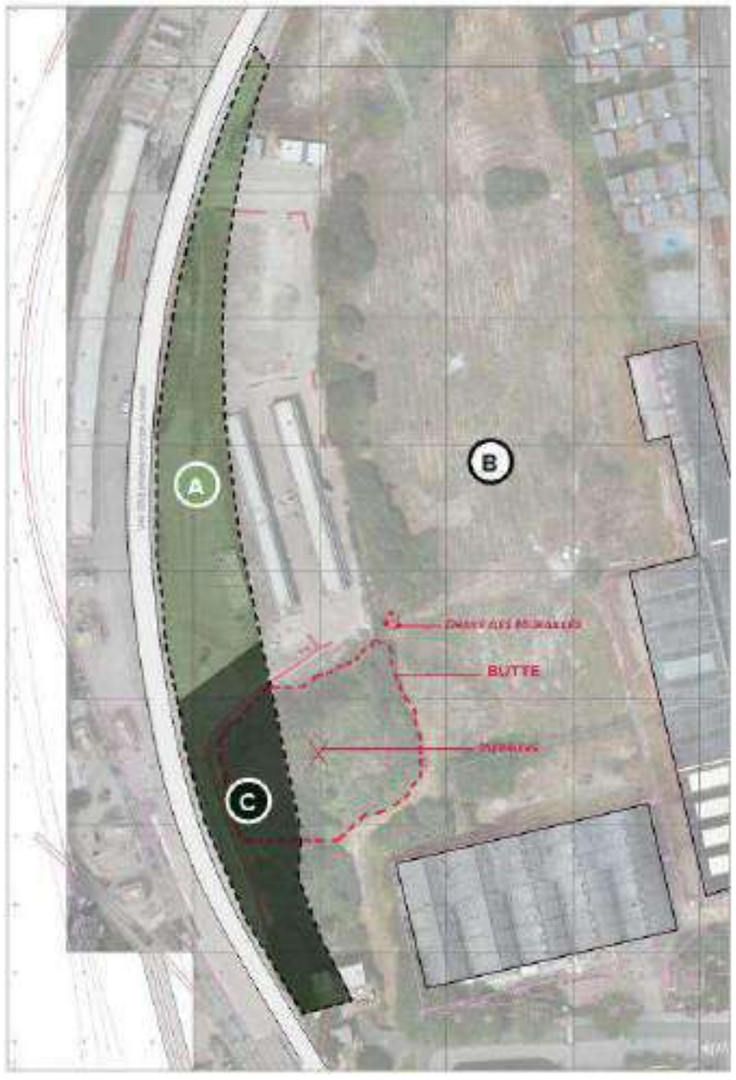


Figure 364 : Phasage du chantier d'aménagement du réservoir de biodiversité – COLOCO

Dans le détail, on a :

- A. De novembre 2025 à février 2026 : mises en œuvre des militions sur le secteur Nord, surface de 3 152 m²
- B. De février 2026 à octobre 2026 : Défrichage de la zone pour déplacement des espèces cibles en fonction des périodes de nidification, hibernations, propres à chaque espèce
- C. A partir du T3 2027 :
    - Tri de la butte existante et secteur C libéré
    - Dépollution des terres et de la friche
    - mise en œuvre des milieux sur le secteur Sud, surface de 2 206 m²

Ces travaux constituent des mesures de réduction validées par la DRIEAT en amont du dépôt de l'étude d'impact.

Ces travaux ont débuté à l'hiver 2025 (uniquement sur le foncier SNCF Voyageurs (hors butte)).

En raison de la présence de 2 propriétaires fonciers distincts (SNCF Voyageurs sur la partie Nord et SNCF Réseau sur la partie sud), un phasage de la mise en œuvre des mesures est donc nécessaire (SNCF Réseau n'autorise pas d'aménagement anticipé sur son foncier).

Face à ce constat, les travaux de la phase 1 permettent de reconstituer la totalité des typologies d'habitat. Les phases 2 et 3 viendront compléter les quantités d'espaces comme suit :

Tableau 59 : Décompte des surfaces pour les mesures ER de chantier - BIOCOR

Mesures d'évitement et de réduction	Demande initiale	Quantité sur lisière inaccessible	Total	Quantité sur servitude CDGX non comptabilisable	A COMPTABILISER EN MESURES			
					Quantité Phase 1 Hiver 25-26	Quantité Phase 2 Hiver 26-27	Quantité sur Parc / Projet d'aménagement (phase 3)	
Prairie mésophile	3520 m²	3 071,00	**3 520,00**	1 132,00	1 504,00	1 567,00	449,00	*sur toiture de la Résidence étudiante*
Prairie xérophile	200 m²	200,00	**200,00**		200,00	0,00		
Haies Bosquets	1737 m²	813,00	**1 738,00**		383,00	430,00	925,00	*sur la butte dans le parc et interface avec l'îlot*
Arbres	13 u	13,00	**13,00**		4,00	9,00		
Gabions	79 m²	79,00	**79,00**		62,00	17,00		
Gravillons	39 m²	39,00	**39,00**		15,00	24,00		
Hibernaculums	12 m²	12,00	**12,00**			12,00		
Hibernaculum petit mammifère	6 m²	6,00	**6,00**		6,00			
Drave des Muraires	3 m²	3,00	**3,00**		3,00			
Nichoirs	4 u	1,00	**4,00**		1,00		3,00	*sur les toitures des Cathédrales + écoles*

La deuxième phase est prévue à l'hiver 27-28 et une troisième phase lors de l'aménagement du projet.

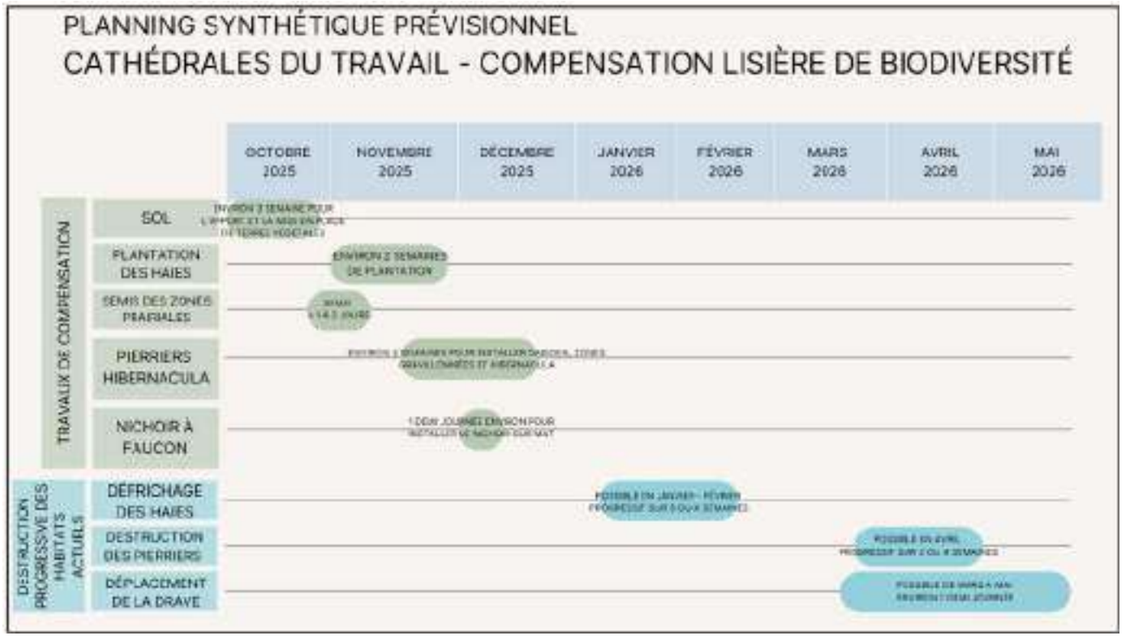


Figure 365 : Compensation de la lisière de biodiversité - Planning synthétique de la phase 1 - BIOCOR

Ces travaux ont débuté durant l'hiver. Le défrichement a bien eu lieu avant la fin du mois de février.

6.2.8.3. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

Tout projet d'aménagement peut engendrer des impacts sur les milieux naturels et les espèces qui leur sont associées. Les effets temporaires, qui seront étudiés dans cette sous-partie, ont des conséquences limitées dans le temps et réversibles une fois la perturbation terminée. Ils se produisent souvent en phase chantier mais pas seulement.

Les principaux impacts potentiels du projet, concernant la faune, la flore et les habitats naturels sont les suivants :

- Destruction/altération d'habitats ;
- Modification du paysage ;
- Destruction d'individus de faune et de flore ;
- Développement d'espèces végétales invasives ;
- Dérangement/perturbation visuelle et sonore des espèces animales ;
- Diminution de l'espace vital des espèces ;
- Interruption de biocorridors.

Les principales opérations qui pourraient générer ces impacts sont les suivantes :

- Décapage des terrains superficiels et imperméabilisation des sols ;
- Circulation d'engins en période de chantier ;
- Modification du paysage en phase d'exploitation ;
- Travaux et éclairage nocturnes.

La réhabilitation du bâti engendrera une perte d'habitats pour l'avifaune locale, et les potentiels chiroptères, dont la présence n'a pas été confirmée dans le diagnostic réalisé par les écologues.

Au regard de la carte des enjeux écologiques réalisée par les écologues (société BIOCOR), le projet des Cathédrales du Rail a été conçu de manière à préserver les espèces cibles, tant la flore protégée que la faune repérée sur site (entomofaune, avifaune, hérissons, lézard des murailles, …). La friche est majoritairement constituée d'espèces invasives, dont la propagation est à endiguer. Les deux espèces dominantes sont le Buddléia de David et l'Ailanthe glanduleux, présentes sur l'ensemble du site et complétées par du Conyze du Canada, du Cerisier acide, du Séneçon sud-africain et du Faux Houx.

Une lutte sera par conséquent menée en phase chantier contre leur propagation.

6.2.8.4. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Un phasage a été discuté afin de préserver les habitats favorables aux espèces cibles, tout en luttant contre les espèces végétales exotiques envahissantes et en réalisant les sondages prévus dans un but de dépollution des sols. Le phasage a été divisé en 3 partes, dont la première phase s'est étendue de fin 2023 à début 2024. Cette phase a été accompagnée par un écologue.

Adapter le planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune (Lézard des murailles Chiroptères Avifaune nicheuse Hérisson d'Europe) sur l'ensemble du site (06.C.R.01)

- Dans le cas du défrichement de la zone : la destruction de végétation sur site doit être opéré en dehors des périodes de nidification des espèces nicheuses sur site. L'automne est la période idéale pour préparer des zones de report (plantation d'arbustes, de buissons, conservation d'une zone in situ) avant de couper la végétation sur site. Il est favorable de veiller à couper les arbustes et broyer la végétation herbacée régulièrement en automne et pendant la phase des travaux afin d'éviter qu'une espèce ne s'installe à cet endroit au printemps (période de reproduction / de nidification).
- Dans le cas de l'enlèvement des pierriers formés par des gravats : la compensation relative à la destruction des habitats des Lézards des murailles sur site doit être opéré avant toute destruction d'habitat. La réalisation de pierriers peut se faire tout au long de l'année. Toutefois, la destruction des pierriers déjà existants devra se faire en dehors des périodes sensibles de l'espèce soit au début du printemps, période de sortie d'hibernation pour l'espèce.
- Dans le cas de travaux au niveau du bâti : dans le cas de travaux au niveau du bâti et notamment des toitures, il conviendra d'étudier des mesures de compensation envisageable pour le report de certaines espèces telles que le Faucon crécerelle
- Les mesures de réduction devront être mises en place avant destruction des habitats existants : en général, voici les périodes sensibles des espèces à enjeu observées sur site :

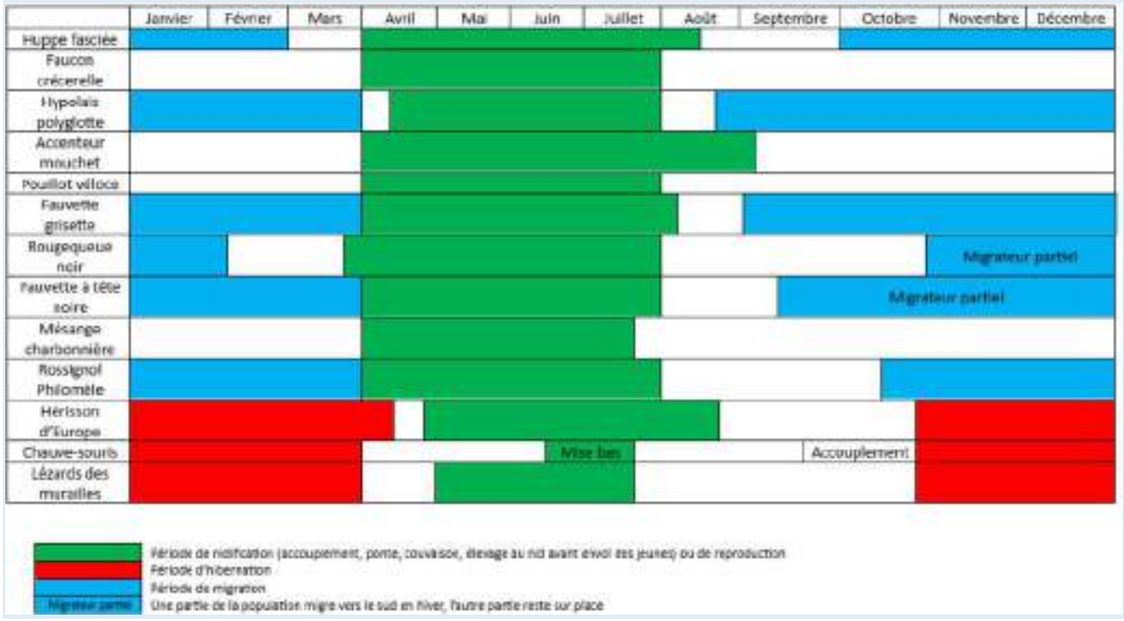


Figure 366 : Calendrier des périodes sensibles des espèces à enjeu observées sur site – BIOCOR

Mettre en place une assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue (06.C.R.02)

L'objectif est de suivre le chantier pour s'assurer que les entreprises en charge des travaux limitent au maximum leurs effets sur les milieux naturels et que les mesures proposées soient respectées et mises en œuvre.

L'ingénieur écologue en charge de l'assistance environnemental et du suivi écologique du site interviendra en amont et pendant la phase des travaux :

- Suivi faune-flore en amont des travaux pour mettre à jour l'état de référence et la localisation des enjeux
- Sensibilisation des entreprises et préconisations écologiques
- Conseil pour le phasage des travaux en fonction des contraintes écologiques
- Suivi faune-flore en phase travaux / visites de site.
- Abattage des arbres de manières protocolée avec suivi par un écologue

Ce suivi permet d'identifier la présence d'espèces protégées (Lézard, mammifères présents sur site de manière ponctuelle, nidification d'oiseaux, gîtes à chiroptères…etc.), de valider le respect de la bonne mise en place des mesures ERC, et d'accompagner le bon déroulement du projet. En fonction des difficultés rencontrées sur le terrain, l'ingénieur écologue pourra proposer de nouvelles préconisations.

Mettre un plan lumière adapté (06.C.R.03)

L'objectif est de limiter le dérangement visuel de la faune (avifaune, chiroptères, insectes nocturnes) tout en respectant les modalités d'éclairage en phase travaux.

- Ce plan lumière, des éclairages extérieurs, consiste à :
  - Instaurer des systèmes permettant de limiter la durée de l'éclairage
  - Instaurer des systèmes impactant peu la faune nocturne.
- Pour se faire, les éclairages extérieurs peuvent être sélectionnés en fonction :
  - Des lampes : il est préférable d'utiliser des ampoules à vapeur de sodium (lumière jaune-orange) à basse pression ou autre système beaucoup moins attractifs pour les insectes. Utiliser des lampes dont la longueur d'onde est inférieure à 600 nm (nanomètre) (l'ultra-violet attire les insectes et les piègent). Pour moins impacter le vivant la température issue de la lumière doit être inférieure à 3 000 K (kelvin).
  - De l'orientation : il est préconisé d'éclairer que là où c'est nécessaire, par mesures de sécurité. Pour cela, le faisceau lumineux peut être canalisé par un abat-jour ou des boitiers munis de réflecteurs. Ainsi la lumière est orientée vers le bas. Plus elle est focalisée sur sa cible, moins elle affecte les espèces présentes.
  - Du phasage temporel de l'éclairage : éviter l'éclairage nocturne entre 23h et 5h, et l'éclairage des zones non essentielles. Des détecteurs de présence peuvent être installer afin d'éviter de laisse l'éclairage allumé toute la nuit. L'intensité lumineuse sera également adaptée aux usagers.

Pour les éclairages intérieurs, il conviendra de veiller à leur extinction en dehors des horaires de travaux.

Mettre en place une gestion des espèces végétales exotiques envahissantes (06.C.R.04)

L'objectif est d'éviter l'expansion des espèces végétales exotiques envahissantes en phase travaux.

Prévoir : Arrachage et fauche de manière régulière pour éviter les reprises.

Conserver des zones in situ permettant la préservation de la faune et de la flore à enjeu (spécifiquement la Drave de murailles, espèce protégée en Ile-de-France) jusqu'à la création de zones de report (06.C.R.05)

- Drave des murailles : une sanctuarisation de la zone peut être opérée jusqu'au déplacement protocolé de l'espèce. 30 m² seront balisés autour des pieds de cette espèce afin de garantir sa préservation et un panneau de sensibilisation sera placée afin d'avertir l'ensemble des entreprises et compagnons présents sur site de l'enjeu de cette zone. Aucune intervention n'aura lieu dans cette zone durant toute la durée des travaux.

Figure 367 : Localisation de la Drave des murailles - BIOCOR

- Avifaune : un défrichement partiel peut être opéré sur site en garantissant le maintien de zones de report, zones conservées et balisées permettant de ne pas déstabiliser le cycle biologique des espèces. Aucune intervention n'aura lieu au sein de ces zones conservées et protégées durant toute la durée des travaux. Il conviendra de veiller à couper les végétations non conservées sur site (fauche, broyage, gestion des espèces végétales exotiques envahissantes) régulièrement en automne et pendant la phase chantier afin d'éviter qu'une espèce ne s'installe à cet endroit au printemps (période de reproduction / de nidification). Ces zones pourront être défrichées et les espèces végétales exotiques envahissantes traitées après la plantation de nouvelles haies et bosquets permettant un report définitif des espèces aux endroits ciblés (Mesures compensatoires)

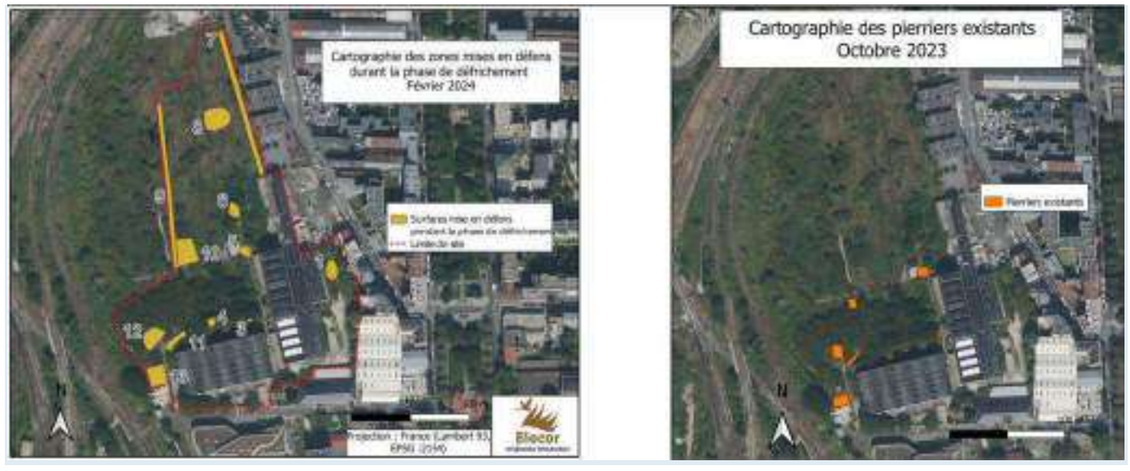


Figure 368 : Cartographie des mises en défens - BIOCOR

- Reptiles : Actuellement, les principaux pierriers existants (formés de blocs de béton, gravats, bois et déchets) sur le site représentent une surface de 400 m². Dans un premier temps, les pierriers existants seront maintenus, balisés et protégés dans le cadre du défrichement et des sondages pour l'étude de dépollution des sols (début 2024) jusqu'à compensation. Puis ils seront détruits et enlevés progressivement, après la création de nouveaux pierriers / zones refuges in situ (MC3 – Création de nouveaux pierriers). Afin de respecter au mieux les périodes sensibles du Lézard des murailles, la création de pierriers et l'enlèvement des pierriers existants doit se faire en dehors des périodes de reproduction et d'hibernation.

Prévoir une plantation de haies arbustives et bosquets (06.C.C.01)

L'objectif est de recréer des habitats naturels, notamment pour l'avifaune, la petite faune, les reptiles et insectes du site.

Afin de recréer un habitat favorable aux populations d'oiseaux, aux mammifères, reptiles et insectes présents sur site, la compensation prévoit la plantation de haie arbustive et bosquets (1 737 m²) avant les travaux de défrichement des zones mises en défens jusqu'ici pour maintenir des zones de reports à ces espèces.

Les 1 737 m² de haies et bosquets seront répartis sur deux zones prévues in situ.

Le calendrier prévisionnel est le suivant :

- Phase 1 – Hiver 2025-2026 : 383 m²
- Phase 2 – Automne-Hiver 2027 : 430 m²
- Phase 3 – travaux d'aménagement du projet : 925 m²

Il est préconisé la plantation d'espèces locales, ayant un label végétal local ou équivalent. Des jeunes plants seront plantés, il est prévu 2 unités par m².

Dans l'étude complété de BIOCOR, un tableau synthétique d'espèces pouvant être plantées au sein des haies et bosquets est présenté.

Prévoir une plantation d'arbres (06.C.C.02)

L'objectif est de recréer des habitats naturels, notamment pour l'avifaune, la petite faune, les insectes et les chiroptères.

La compensation prévoit la plantation de 13 arbres. La distance de plantation est de 5 à 7 m pour les demi-tiges et de 10 m et plus pour les hautes tiges. Pour les petits espaces, les basses-tiges peuvent être palissés le long d'un mur ou d'une clôture. Sous les arbres, la gestion en prairie de fauche est la plus adaptée. Celle-ci va non seulement accentuer le caractère bucolique de l'espace aménagé, mais aussi abriter toute la faune.

Dans l'étude complété de BIOCOR, un tableau synthétique d'arbres pouvant être plantés et bosquets est présenté.

Le calendrier prévisionnel est le suivant :

- Phase 1 – Hiver 2025-2026 : 4 arbres
- Phase 2 – Hiver 2027 : 9 arbres

Créer des zones de refuges / pierriers (06.C.C.03)

L'objectif est de recréer des habitats naturels pour les Lézards des murailles afin de maintenir cette pollution sur site.

La compensation prévue pour les habitats reptiles s'élève à 129 m². Elle sera déclinée en 3 méthodologies :

- Pierriers gabions : les gabions sont remplis de pierres de taille différentes permettant de laisser des interstices entre chaque pierre placée. Les lézards peuvent ainsi parcourir les innombrables galeries formées par les pierres au sein du gabion. Ceci forme un habitat, dans lequel ils peuvent se reproduire et hiberner. La mise en place de pierres plates exposés au soleil leur permet également de se mettre directement sous la chaleur du soleil pour réchauffer leur corps. Les gabions représenteront une surface de 79 m² de pierriers.
  - Phase 1 – Hiver 2025-2026 : 62 m²
  - Phase 2 – Hiver 2027 : 17 m²
- Hibernaculum : c'est un refuge artificiel utilisé durant l'hivernage ou comme abri régulier le reste de l'année Le principe de montage est la superposition de différentes couches de matériaux de nature et de tailles différentes. Dans le centre de l'hibernaculum, des cavités sont créées, ce qui constitue un refuge, ces gîtes sont accessibles grâce à des tunnels. Le cœur de l'hibernaculum doit rester, le plus possible, au sec. Les hibernaculum prévu pour les reptiles seront constitués de branchages, pierres, blocs et cailloux. Ils seront situés au sein de la prairie à proximité de haie et zones gravillonnées
  Deux hibernacula d'une surface de 6 m2 seront créés lors de la phase 2.
- Zones gravillonnées : elles permettent aux reptiles de pourvoir de zone de repos sur des surfaces ensoleillées aux abords des gabions et à proximité des haies pour maintenir des abris à proximité. Une surface de 200 m² sera créée dès la phase 1.

Créer des zones favorables pour les mammifères présents sur site (06.C.C.04)

L'objectif est de recréer des habitats naturels pour le Hérisson d'Europe et les petits mammifères.

L'hibernaculum est mis en place dans la Lisière de biodiversité et ciblant les mammifères sera réalisé à partir de bois, branchages et souches et sera située au sein de la prairie mésophile à proximité de haies et bosquets. Un hibernaculum de 6 m² sera créée et mis en place à proximité de haies et bosquets dès la phase 1.

Déplacer des espèces flore : la Drave de murailles (06.C.C.05)

Une surface de sol (banque de graine) de 3 m^3 (15m² sur 20 cm de profondeur) sera déplacée au sein de la lisière de biodiversité (zone de compensation).

Voici un protocole de déplacement d'espèce proposé :

- Phase préalable : une mise à jour de la cartographie de la station et des pieds concernés par la mesure d'opération de transplantation. Cette expertise permet d'étudier et retenir le site receveur et de finaliser les modalités techniques de l'opération (accès, engins à utiliser, phasage …). La transplantation se déroulera en période favorable, en dehors des périodes de gel. Idéalement, l'intervention se fera après un épisode pluvieux pour travailler dans des sols meubles et non friables. (A défaut, un arrosage avant pourra être fait sur sol trop sec).
- Préparation du site receveur : en amont de la phase de prélèvement le site receveur sera préparé de façon à permettre une transplantation de la terre (banque de graine) immédiate. Une première phase de débroussaillage léger sera menée, le cas échéant, pour permettre la création de la fosse de transplantation. Ce site receveur sera retenu afin de favoriser des caractéristiques similaires au site prélevé (pente, exposition, couvert végétal, nature du sol), de sa proximité avec la station et de sa sécurisation foncière.
- Transplantation :
  - Dégagement manuel de la zone sur une surface 15m²
  - Prélèvement par couche de la terre à l'aide d'un minipelle afin de capter la banque de graines, sur une profondeur de 0,20 m. La plante appréciant des sols légers et bien drainés, l'opération sera menée au godet sur mini-pelle.
  - Disposition de la terre prélevée dans un mini dumper préalablement nappé de toile de jute mouillée afin de conserver une humidité durant le transport (Moins de 20min).
  - Ajustement de la taille de la fosse réceptrice du site receveur préalablement réalisées
  - Disposition de la terre prélevée dans le bac receveur à l'aide d'un godet de minipelle.

- Griffage surfacique léger - Arrosage conséquent 50 à 60L/m² afin de bien de tasser la terre et assurer le contact. Afin d'exclure le risque de gel, la pose se fera aux heures les plus chaudes de la journée (entre 13h et 15h).
- Localisation GPS et piquetage de la zone de transplantation transplantées pour faciliter les suivis
- Arrosage lors du premier printemps suivant l'opération (en cas de nécessité, après analyse écologue)

A la suite de la réalisation de la transplantation, sera rédigé par l'écologue un bilan de l'opération. Ce bilan compilera l'ensemble des éléments utiles à la bonne compréhension du déroulement et des caractéristiques de la transplantation.

Le site de transplantation fera l'objet d'un suivi de la part d'un expert botaniste pendant une durée de 2 ans. Une visite sera réalisée annuellement, à n+1 et n+2. Chaque visite fera l'objet d'un compte rendu présentant notamment l'évolution de l'espèce (nombre de plants, colonisation du site par l'espèce, croissance et état des parties aériennes …) et sa pérennité (évaluation de la présence de flore envahissante, analyse des facteurs de maintien des stations de flore transplantée…). A l'issue de la 2e année de suivi un bilan final de la transplantation se rédigé.

La gestion sur ce site sera concertée avec l'exploitant afin de garantir le maintien de la station dans des conditions optimales de développement. Ainsi une absence d'intervention sera réalisée sur une zone de 15 m²

Les suivis écologiques menés dans les années à venir viendront affiner la gestion, par extension de la zone en libre évolution ou par demande de gestion de la végétation se développant trop rapidement par exemple.

Ces travaux de transplantation sont à effectuer dès la phase 1 – Hiver 2025-2026.

Mettre en place des nichoirs à Faucon Crécerelle (06.C.C.06)

La période de nidification du Faucon crécerelle s'effectue de mi-avril à fin juillet.

La compensation prévoit l'installation de nichoirs :

- 1 nichoir sur mât de 6 m de haut mis en place au sein de la Lisière de biodiversité
- 1 nichoir mis en place sur les toits des Cathédrales après travaux
- 2 nichoirs sur les toits d'immeubles suffisamment haut à proximité, dans un rayon maximum de 5 km autour du site

Voici les caractéristiques d'installation de ces nichoirs :

- Exposé Sud-Est pour protéger les occupants du vent et des intempéries
- Dans un rayon maximum de 5 km autour du site
- A une hauteur minimale de 6m du sol (en milieu ouvert) sinon proposant un à-pic suffisant permettant de faciliter l'envol des jeunes
- Installation en automne-hiver avant la période de nidification

Un premier nichoir est à installer dès la phase 1. Les 3 autres nichoirs seront à réaliser à l'hiver 2026-2027 de la phase 2.

Créer une prairie mésophile et steppique au profit de l'Œdipode turquoise (06.C.C.07)

La compensation prévoit 3 720 m² de prairie à compenser dont 200 m² de prairie xérophile prévu pour l'Œdipode turquoise.

Deux typologies de semis pourront donc être mis en place :

- Un semi de prairie mésophile caractérisé par des espèces à installation rapide qui concurrenceront les potentielles espèces végétales exotiques envahissantes et adventices non souhaitées grâce à leur densité importante et leur résistance aux conditions climatiques sur site.
- Un semi de prairie xérophile composé de plantes vivaces en majorité. La diversité d'espèces est plus importante car toutes les espèces ne se révéleront peut-être pas, cela permet de s'assurer d'une pousse de plantes caractéristiques de milieux secs sans laisser le sol nu (propice à l'installation d'espèces végétales exotiques envahissantes)

Les détails des plantes à prévoir sur chacune de ces prairies sont précisés dans l'étude complète de BIOCOR.

Pour une prairie thermophile, la composition du sol est essentielle pour garantir la réussite de l'installation de la flore typique de ce milieu. Les prairies thermophiles se développent généralement sur des sols secs, bien drainés, peu fertiles et souvent calcaires.

Il est préconisé la mise en place d'un sol :

- Une texture légère de type sablo-limoneux, caillouteux permettant un bon drainage, et évite l'humidité excessive.
- Une faible teneur en matière organique : Évite la prolifération des espèces compétitives au détriment des espèces thermophiles.
- Un pH neutre à basique : sols calcaires.
- Une faible fertilité : Faible en azote et phosphore. Éviter absolument les terres agricoles riches.
- Un Sol sain : Sans contaminants. Certification ou contrôle de la qualité sanitaire impératif.
- Composition préconisée : 40 % de sable grossier (granulométrie : 0,2 à 2 mm) ; 40 % de petits graviers ou calcaire concassé (granulométrie : 2,3 à 2,4 mm) ; 20 % de substrat limoneux pauvre Épaisseur du sol recommandée : environ 30 cm

Réaliser une sensibilisation du public avec l'installation de panneaux de sensibilisation (06.C.A.01)

Un panneau de sensibilisation peut être installé à proximité de la lisière de biodiversité (zone compensatoire) ou intégrés au sein de l'aménagement paysager.

Figure 369 : Exemple de panneaux de sensibilisation en bois - BIOCOR

Ces supports pédagogiques ont plusieurs objectifs complémentaires :

1. Informer le public : Présenter de manière claire les caractéristiques écologiques du site, notamment la présence d'espèces protégées.
2. 2. Éduquer : Encourager des comportements respectueux de l'environnement en sensibilisant aux bonnes pratiques à adopter pour préserver les écosystèmes.
3. 3. Favoriser le respect du cadre réglementaire : Rappeler les règles et obligations environnementales en vigueur, et valoriser les mesures de compensation écologique mises en place.
4. 4. Accompagner le changement de perception : Contribuer à faire évoluer les représentations et les attitudes vis-à-vis de la nature et de sa préservation.

L'installation d'un panneau à proximité de la lisière de biodiversité permettrait ainsi de renforcer la compréhension et le respect de cette zone sensible (et non accessible au public) par les usagers du site.

6.2.8.5. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies :

- Vérification de l'adaptation des mesures et du planning par l'assistance environnementale (écologue)
- Balisage des zones à protéger et suivi
- Rédaction des comptes-rendus rédigés à la suite de chaque visite de l'écologue sur site ;
- Choix et validation des éclairages de chantier ;
- Suivi de l'évolution des populations d'espèces végétales exotiques envahissantes par un écologue
- Suivi des plantations et des travaux de compensation
- Réalisation d'un bilan d'opération explicitant les essences végétales plantées et les modalités de leur entretien

6.2.9. Effets temporaires sur une éventuelle zone humide et mesures ERC conséquentes

6.2.9.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Le site d'étude présentant des sols anthropisés artificialisés, semble a priori non favorables à la présence de zones humides selon le critère. Par ailleurs, d'après l'étude faune-flore réalisée aucun habitat ni cortège floristique caractéristiques des zones humides n'a été relevé.

Le projet n'est donc sujet à impacter une éventuelle zone humide.

6.2.10.Effets temporaires sur le paysage et le patrimoine et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA PROPRETE AUX ALENTOURS DU CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LE PAYSAGE EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NUL SUR L'ARCHEOLOGIE	NUL	(DIRECT / TEMPORAIRE / LONG TERME)

6.2.10.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Le site des Cathédrales du Rail est actuellement recouvert par une grande friche arbustive et rase, majoritairement composée d'espèces invasives. Il présente néanmoins quelques zones d'espèces remarquables telles que la Drave des murailles ou la Molène pulvérulente. Le site est très artificialisé et remblayé avec des couches diverses à la suite de ses activités d'entretien de trains, et les bombardements dont il a été victime. Les Cathédrales du Rail, classées monuments historiques, sont toujours présentes sur le site. Bien que le site soit actuellement fermé au public par des grilles et des palissades, elles sont visibles depuis les voies ferrées longeant le site dans sa partie Ouest. Les usagers des trains et RER peuvent donc profiter d'un point de vue rare sur le site. Depuis la destruction de l'ancien ilot Thyssenkrupp à l'Est du site, un point de vue s'est dégagé depuis la rue de la Montjoie et l'entrée de la rue du Bailly. Le site est donc assez visible et identifiable grâce à la présence de ses cathédrales caractéristiques, peu mises en valeur par la faible qualité paysagère de leur entourage.

Par ailleurs, au sujet de l'archéologie, les maîtres d'ouvrage ont fait une demande de consultation préalable au titre d'archéologie préventive à la Préfecture de la Région Ile-de-France. Le courrier de réponse, en date du 11/10/2024, indique qu'au regard du dossier et selon l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ainsi, le projet ne donne pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.

6.2.10.2. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

En phase chantier, les différents travaux participeront à dégrader temporairement la qualité paysagère du site du fait de la présence d'engins de chantier, locaux techniques, palissades, échafaudages, etc. Cependant, l'impact ne sera que local et temporaire. De surcroît, le site étant actuellement inoccupé et délimité par des barrières, la dégradation du paysage urbain issu du chantier n'est pas significative.

Pour ces raisons, la dégradation du paysage consécutive au chantier est évaluée comme modérée.

6.2.10.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Déclarer immédiatement toute découverte fortuite de vestiges archéologiques à la Ville de Saint-Denis (07.C.A.01)

Mettre en œuvre le plus tôt possible les aménagements paysagers (arbres en particulier) afin de favoriser l'intégration du projet dans le quartier (07.C.R.01)

La 1ere phase de l'aménagement de la zone de compensation (lisière) débutée à l'hiver 2025-2026 ainsi que la mise en œuvre de la terre végétale et le pré-verdissement des espaces verts seront intégrés lors de la phase chantier de manière à livrer une opération entièrement végétalisée. Cela signifie que l'ensemble des outils sera rapidement mis en place et opérationnel.

Mettre en place des palissades esthétiques et pédagogiques pour briser la vue sur le chantier tout en sensibilisant sur l'avancement du chantier (07.C.R.02)

Si possible une expression artistique encadrée sera proposée sur certaine palissade du chantier au profit de l'esthétique du chantier et de son acceptation. Si une charte graphique est imposée par Saint-Denis ou Plaine Commune, elle sera respectée. Les clôtures seront équipées d'ouvertures pour permettre l'observation.

Mettre en place des mesures pour assurer la propreté intérieure et extérieure du chantier, notamment les voies d'accès et espaces publics (07.C.R.03)

Le Responsable Environnement de l'Entreprise mandataire s'assurera des moyens mis en œuvre pour assurer la propreté intérieure et extérieure du chantier afin que le chantier soit plus facilement accepté par le public, notamment en accord avec la charte chantier à faibles impacts environnementaux. Il veillera à la propreté et l'aspect général du site en prévoyant notamment :

- Un débourbeur, sera aménagé en sortie du chantier, pour un passage systématique avant toute sortie du chantier.
- Un nettoyage régulier du dispositif sera réalisé pour maintenir son efficacité dans le temps ;
- Le nettoyage régulier des traces d'hydrocarbures au sol ;
- Le nettoyage hebdomadaire des accès au chantier (exemple : évacuation de la boue sur les chaussées) ;
- Le nettoyage en fin de journée des zones de travail (notamment collecte des déchets).

6.2.10.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Suivi des modalités de propreté du chantier inscrit dans la charte chantier à faibles impacts environnementaux par le Responsable Environnement Chantier.
- Suivi et réponses aux éventuelles plaintes des riverains.

6.2.11. Effets temporaires sur le contexte socio-économique et mesures ERC conséquentes

IMPACT POSITIF SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DU TERRITOIRE AVEC L'EMPLOI D'ACTEURS LOCAUX POUR REPONDRE AUX BESOINS DU CHANTIER ET DES OUVRIERS	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.11.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Le site du projet est assez bien situé par rapport aux équipements scolaires, sanitaires, sportifs, socio-culturels. Il est par ailleurs accessible par différents moyens de transport.

En matière de chômage, la proportion de demandeurs d'emploi à l'échelle communale est plus élevée que celui de la métropole, lui-même plus élevé qu'à l'échelle nationale.

6.2.11.2. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

La réalisation du projet des Cathédrales du Rail aura pour effet de dynamiser avant tout l'emploi du secteur du BTP pendant toute la durée des travaux.

Il peut aussi contribuer à l'accès à l'emploi au travers d'actions pour favoriser l'insertion, l'embauche locale, la formation et l'acquisition de compétences. Des visites de chantiers pourront être organisées de manière à faire découvrir aux jeunes en particulier les métiers du BTP.

L'arrivée de travailleurs sur le chantier engendrera également un besoin en matière de restauration. Il y a plusieurs restaurants sur l'Avenue du Président Wilson, ainsi qu'une boulangerie, qui pourront répondre à ce besoin. La phase chantier va donc intensifier l'activité économique locale.

Conformément à l'ambition de la maîtrise d'ouvrage de privilégier le local et la proximité, l'influence du projet des Cathédrales du Rail en phase travaux sur l'activité économique locale pourra s'étendre à l'échelle de Plaine Commune, voire de la métropole du grand Paris, que ce soit pour se fournir en matériaux auprès de filières locales ou encore pour mobiliser des acteurs locaux dans l'animation et la communication autour du chantier. L'association Maquis-Art a déjà été sollicitée en partenariat pour la conception du projet et des espaces liés au musée, et d'autres associations ou entreprises pourront être associées au futures phases de concertation.

6.2.11.3. Mesures d'accompagnement

Insérer des clauses sociales d'insertion dans les contrats des entreprises afin de lutter localement contre le chômage et les exclusions (08.C.A.01)

Favoriser le recours à des matériaux locaux et entreprises du territoire, selon une distance inférieure à 150 km (08.C.A.02)

Faire intervenir des acteurs locaux pour l'animation et la communication autour du chantier (08.C.A.03)

6.2.11.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Estimation et inscription des clauses d'insertion sociales dans le dossier de consultation des entreprises et identification des partenaires
- Suivi des heures d'insertion effectuées
- Suivi d'un registre identifiant l'approvisionnement des matériaux utilisés lors de la phase chantier

6.2.12. Effets temporaires sur le trafic, la circulation et le stationnement et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LE TRAFIC ROUTIER ET LA SECURITE AUX ABORDS DU CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.12.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Une étude de trafic a été réalisée par le bureau d'étude COSITREX entre 2023 et 2026.

Le périmètre d'étude est situé dans un secteur couvert pas différents types de transport en commun (transports lourds comme le RER, le train et le métro, tram, bus, …) et peut également être joint à vélo.

Dans l'ensemble, le trafic est plutôt modéré au niveau des avenues et carrefours à proximité du site, excepté l'Avenue du Président Wilson qui accueille un trafic plus intense. Quelques remontées se forment parfois aux heures de pointe, sans impacter réellement la circulation. Le fonctionnement et le stockage des carrefours sont satisfaisants.

Des stationnements gênent parfois les piétons et les vélos, et dans les zones à vitesse limitée, des dépassements ont été enregistrées.

Le site est localisé dans un quartier bénéficiant de commerces de proximité et de toutes les infrastructures et équipements publics nécessaires. Ce quartier est donc à la fois résidentiel, commerçant, avec des activités et services.

Des stationnements sont présents le long de l'Avenue du Président Wilson.

6.2.12.2. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

Les travaux liés aux phases de terrassements, aménagement des espaces extérieurs (voiries, cheminements doux, gestion des eaux pluviales et aménagements paysagers) et constructions neuves ainsi que le déplacement des travailleurs associés sur le site vont entrainer une augmentation de la circulation automobile locale principalement, marquée notamment par un nombre de poids lourds et de véhicules de particuliers.

L'implantation du chantier engendrera en effet des circulations et rotations de camions et autres supplémentaires, susceptibles de perturber la circulation sur les voies adjacentes au chantier, principalement la rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux. En ce sens, les travaux pourront ponctuellement modifier les conditions de déplacements des riverains et de l'accès au groupe scolaire Niki de Saint-Phalle.

Les circulations liées au quartier pourront être modifiées ponctuellement (dans l'espace et dans le temps).

Le trafic supplémentaire pourra ponctuellement affecter la circulation, en particulier au cours des phases du chantier les plus génératrices de trafic et si ce trafic a lieu en heure de pointe du matin ou du soir :

- Phase d'aménagement des espaces publics et de gros œuvre des lots : l'évacuation des matériaux/terres et l'apport de matériaux de construction (davantage de poids-lourds) ;
- Phase de second œuvre des lots : personnel sur le site présent en nombre important (plus de voitures et d'utilitaires).

L'accès au site se fera principalement par la rue du Bailly et la voie nouvelle crée dans le cadre du projet.

L'activité du chantier implique nécessairement des mouvements quotidiens de poids-lourds. À ce stade d'avancement des études, les flux poids-lourds n'ont pas encore été estimés pour les travaux du projet d'aménagement. Cependant, le projet prévoit de dépolluer et de valoriser les terres in-situ permettant de limiter de fait des allers et venues de camions pour l'évacuation de ces matériaux.

Elles feront l'objet d'une estimation plus fine dans les études ultérieures.

Par ailleurs, l'insécurité aux abords du chantier est généralement due à la confrontation entre engins de chantier et circulation générale, en l'espèce sur les rues jouxtant le site (rue du Bailly, chemin des Petits Cailloux et Avenue du Président Wilson) et aux entrées du site, notamment au niveau de la circulation piétonne le long de la rue du Bailly et du chemin des Petits Cailloux, à proximité des groupes scolaires Aimé Césaire et Niki de Saint-Phalle, accueillant un public sensible.

Concernant les mobilités douces, le chantier peut avoir des impacts temporaires négatifs au regard de la circulation piétonne et cyclable à proximité du projet. L'avenue du Président Wilson est considérée comme un itinéraire cyclable régional, grâce à ses voies cyclables partagées avec les bus. Comme vu dans l'état initial, l'Avenue du Président Wilson, le chemin des Petits Cailloux et la rue du Bailly sont des rues considérées comme des zones 30, et la circulation des véhicules supérieurs à 3,5 tonnes est limitée à 15 km/h. Or, certaines de ces rues étant démunies de pistes cyclables matérialisées au sol par un marquage adéquat, le risque d'accident avec des cyclistes reste conséquent.

En ce qui concerne l'impact sur les piétons, il est lié aux trottoirs éventuellement neutralisés et donc impraticables.

6.2.12.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Maintenir le fonctionnement des services de secours, ramassage des ordures ménagères et de transport en commun (09.C.E.01)

La continuité des services de secours, de ramassage des ordures ménagères et de transport en commun (sur l'Avenue du Président Wilson) doivent continuer de fonctionner. Toutes les mesures seront prises pour garantir en permanence le passage de ces véhicules. Le phasage des travaux devra viser à maintenir le plus possible des voies de circulation dans chaque sens.

Adapter les horaires de chantier à la circulation et notamment aux heures d'entrée-sortie des écoles (09.C.R.01)

Il est précisé que chaque entreprise devra faire respecter les consignes en matière de planification des livraisons de chantier suivant le protocole chargement/déchargement, en évitant si possible la livraison aux heures susceptibles de créer des nuisances aux riverains et lors des horaires d'entrée et de sortie des écoles

Elaboration d'un plan de gestion des déplacements dans la charte chantier (09.C.R.02)

Les accès au chantier seront implantés stratégiquement afin de limiter l'impact sur le fonctionnement du quartier.

En signant la Charte Chantier à Faibles Nuisances, l'opérateur s'engage à mettre en œuvre des actions visant à maîtriser la gestion des flux du chantier et à les réduire notamment en lien avec la présence de l'école, dont :

- Réalisation d'un Plan d'Installation de chantier (PIC) qui définira les entrées et sorties de chaque site ;
- Aucun engin de chantier ne stationnera en dehors de l'emprise du projet ;
- Optimisation des aires de stationnement pour le personnel ;
- Identification des zones de stockage pour limiter les flux de camions ;
- Identification des zones de manœuvre et les principaux itinéraires empruntés par les véhicules du chantier ;
- Définition des plans de circulation aux abords du site et mise en place d'une signalétique temporaire de mise en sécurité des itinéraires piétons.
- En général, les entreprises prendront toutes mesures nécessaires, visant à assurer que leurs travaux n'induisent pas de perturbations sur les trafics routiers, piétons ou cyclistes. A défaut, les entreprises mettront en place un une signalétique temporaire sur voirie et un plan de déplacement alternatif.
- Les chargements/déchargements se feront dans l'emprise du chantier et non sur la voie publique.

Il sera mis en place par l'entreprise de gros œuvre une signalétique spécifique qui indiquera l'itinéraire pour les accès livraisons de chantier. L'entreprise fournira un plan diffusé à tous les corps d'état pour leur accès depuis la voie publique jusqu'à la zone de stationnement prévue à cet effet.

Chaque entreprise devra fournir au maitre d'œuvre d'exécution (ou à l'OPC si un prestataire autre que le maître d'œuvre d'exécution a été missionné sur l'opération) la copie de son protocole chargement/déchargement.

Concerter et communiquer avec les Collectivités, les groupes scolaires et les riverains sur les temps de chantier et les gênes anticipées (09.C.A.01)

Le flux routier et les besoins en stationnement seront évalués avec les services de Plaine Commune et Saint-Denis ainsi qu'avec les groupes scolaires et des procédures seront identifiées pour fluidifier les flux d'engins (modification

des règles locales de circulations, réservation de zones pour un parking tampon, interdiction de stationner aux abords du chantier, etc.).

Ces modifications temporaires seront communiquées aux riverains.

6.2.12.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Suivi des modalités de la charte chantier à faibles impacts environnementaux ;
- Contrôle de la bonne application du plan de circulation sur le chantier par l'OPCi ;
- Suivi et gestion des plaintes éventuelles.

6.2.13. Effets temporaires sur les usagers du secteur et les compagnons en matière de santé lié à la présence d'amiante et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF POTENTIEL SUR LA SANTE DES USAGERS ET DES COMPAGNONS EN PHASE CHANTIER FACE AU RISQUE D'EXPOSITION A L'AMIANTE	FORT	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.13.1. Rappel de l'état initial et compléments

L'amiante a été intégré dans la composition de nombreux matériaux utilisés notamment pour la construction. En raison de son caractère cancérogène, ses usages ont été restreints progressivement à partir de 1977, pour aboutir à une interdiction totale en 1997. Les bâtiments de l'opération les plus anciens (les Cathédrales)datant des années 1946, l'identification des matériaux et produits contenant de l'amiante est un préalable à l'évaluation et à la prévention des risques dans les bâtiments. Elle doit être complétée par la définition et la mise en œuvre de mesures de gestion adaptées et proportionnées pour limiter l'exposition des occupants présents temporairement ou de façon permanente dans le bâtiment et des personnes appelées à intervenir sur les matériaux ou produits contenant de l'amiante.

Ainsi, conformément à l'article R. 1334-19 du Code de la Construction et de l'Habitation, « Les propriétaires des immeubles bâtis mentionnés à l'article R. 1334-14 font réaliser, préalablement à la démolition de ces immeubles, un repérage des matériaux et produits de la liste C contenant de l'amiante ». Conjointement, l'article L4531-1 du Code du Travail prévoit au titre de l'évaluation des risques que le maître d'ouvrage, doit réaliser un repérage de tout agent cancérogène portant sur les matériaux susceptibles d'en contenir et qui doivent faire l'objet de démolition. Cette mission est soumise aux obligations relatives aux activités et interventions sur des matériaux ou appareils susceptibles de libérer des fibres d'amiante (articles R 4412-97 à 113 et R 4412-139 et suivants du Code du Travail).

Conformément au cadre réglementaire, plusieurs missions de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante ont été réalisées :

- une étude d'Iramiante en 2016 et un repérage par Allodiagnostic en 2015 pour les Cathédrales du Rail,
- une étude au niveau du Centre de santé - Centre de protection maternelle et infantile situé au sud du Chemin des Petits Cailloux, par la société FMDC Diagnostics en 2022 et une étude sur le bâtiment muré du site réalisé par Constatimmo en 2018.

L'étanchéité et différents éléments de la toiture, les joints de vitrage de la grande cathédrale et petite cathédrale contiennent de l'amiante, tout comme les joints mastics des vitres du centre de santé et des plaques de façade du bâtiment muré sur le site. L'amiante a donc été localisée de manière précise sur le site.

Niveau	Pièce	Zone	Matériau ou produit	Etat de conservation
Extérieur	Toiture grande cathédrale	fenêtres	Joint ciment	AC2
	toiture petite cathédrale	fenêtres	mastic	AC2
		cheminée	enduit de rebouchage	EP
		cheminée	peinture bitumineuse + béton	EP
		couverture	revêtement bitumineux	EP
		fenêtres	mastic	AC2
		autre	fibres ciment	EP
		fenêtres	mastic + béton	AC2
		couverture	peinture bitumineuse	AC2
		fenêtres	masitc + peinture	AC2

Figure 370 - Liste des matériaux contenant de l'amiante repérés sur les cathédrales, étude Allodiagnostic de 2015

Une équipe a été missionnée par la SAS des Cathédrales du Rail pour le désamiantage identifié.

6.2.13.2. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

En fonction de leur caractéristique, les matériaux et produits contenant de l'amiante peuvent libérer des fibres d'amiante en cas d'usure ou lors d'interventions mettant en cause l'intégrité du matériau ou produit (exemple : perçage, ponçage, découpe, friction…). Ces situations peuvent alors conduire à des expositions importantes si des mesures de protection renforcées ne sont pas prises. De façon générale, il est important de veiller au maintien en bon état de conservation des matériaux et produits contenant de l'amiante et de remédier au plus tôt aux situations d'usure anormale ou de dégradation de ceux-ci.

Ainsi, des travaux de désamiantage doivent être effectués sur l'intégralité des matériaux et produits contenant de l'amiante présents sur le site des Pépinières (extérieurs et bâtiments) dans le cadre de la démolition des bâtiments et des voiries.

Prévenir les expositions des salariés potentiellement exposés à l'amiante est une des priorités de santé au travail. En particulier, le traitement d'un flocage amianté, comme présent sur le site, est l'une des opérations de retrait d'amiante des plus émissives en fibre d'amiante dans l'air. En effet, les maladies liées à l'amiante sont provoquées par l'inhalation des fibres. Toutes les variétés d'amiante sont classées comme substances cancérogènes avérées pour l'homme. Elles sont à l'origine de cancers qui peuvent atteindre soit la plèvre qui entoure les poumons (mésothéliomes), soit les bronches et/ou les poumons (cancers broncho-pulmonaires). Ces lésions surviennent longtemps (souvent entre 20 à 40 ans) après le début de l'exposition à l'amiante. Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a également établi récemment un lien entre exposition à l'amiante et cancers du larynx et des ovaires. D'autres pathologies, non cancéreuses, peuvent également survenir en lien avec une exposition à l'amiante. Il s'agit exceptionnellement d'épanchements pleuraux (liquide dans la plèvre) qui peuvent être récidivants ou de plaques pleurales (qui épaississent la plèvre). Dans le cas d'empoussièrement important, habituellement d'origine professionnelle, l'amiante peut provoquer une sclérose (asbestose) qui réduira la capacité respiratoire et peut dans les cas les plus graves produire une insuffisance respiratoire parfois mortelle. Le risque de cancer du poumon peut être majoré par l'exposition à d'autres agents cancérogènes, comme la fumée du tabac.

6.2.13.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Réaliser un diagnostic amiante complémentaire avant les travaux (10.C.A.01)

Retirer l'amiante détectée et mettre en place des dispositions pour la protection des riverains et des intervenants sur le chantier (10.C.R.01)

- L'entreprise responsable du chantier de désamiantage lors de la phase de démolition du bâti suivra la charte spécifique Démolition/Désamiantage imposée sur le chantier.
- Dans le cas où des interventions sur des matériaux et/ou équipements susceptibles de libérer des fibres d'amiante seraient nécessaires avant la réalisation des travaux de désamiantage, une sensibilisation, une formation voire une habilitation (dite sous-section 4 ou sous-section 3) des intervenants sera imposée selon la teneur de l'intervention.
- Les entreprises réalisant des opérations sur les matériaux et les produits contenant de l'amiante sont soumises aux dispositions des articles R. 4412-94 à R. 4412-148 du code du travail. Contrôler les entreprises qui réaliseront les travaux de retrait ou de confinement de matériaux et produits contenant de l'amiante emploieront des professionnels compétents, certifiées dans les conditions prévues à l'article R. 4412-129.
- D'autres actions de réduction des nuisances pourront également être prises et une information des riverains sera à prévoir.
- Procédures de prélèvement :
  - Les prélèvements sur des matériaux ou produits susceptibles de contenir de l'amiante sont réalisés en vertu des dispositions du Code du Travail.
  - Le matériel de prélèvement est adapté à l'ampleur et la nature de l'opération afin de générer le minimum de poussières. Dans le cas où une émission de poussières est prévisible, le matériau ou produit est mouillé à l'eau à l'endroit du prélèvement (sauf risque électrique) et, si nécessaire, une protection est mise en place au sol ; de même, le point de prélèvement est stabilisé après l'opération (pulvérisation de vernis ou de laque, par exemple).
  - Pour chaque prélèvement, des outils propres et des gants à usage unique sont utilisés afin d'éliminer tout risque de contamination croisée. Dans tous les cas, les équipements de protection individuelle sont à usage unique.
  - Le port d'équipements adaptés de protection respiratoire est prescrit
  - Le port d'une combinaison jetable permet d'éviter la propagation de fibres d'amiante en dehors de la zone de travail. Les combinaisons doivent être jetées après chaque utilisation.

6.2.13.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies :

- Suivi la charte spécifique Démolition/Désamiantage imposée sur le chantier ;
- Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures par le Responsable Environnement Chantier ;
- Visites de chantier régulières par les maîtres d'ouvrage ou leurs représentants.

6.2.14. Effets temporaires sur la qualité de l'air et mesures ERC conséquentes

6.2.14.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Une étude de qualité de l'air a été réalisée par le bureau d'étude TECHNISIM en 2025. Les résultats sont repris dans le présent chapitre.

Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les voies routières à circulation importante et leurs abords proches (notamment l'A86, A1 non souterraine, Boulevard Périphérique, RD14).

Les zones à enjeux en termes de population sont les habitants et les usagers fréquentant des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (groupe scolaire, établissement de santé) exposés à des concentrations supérieures aux valeurs guides OMS.

A l'état initial, aucun dépassement réglementaire ne semble être constaté sur l'emprise du projet que ce soit pour les particules PM10, PM2,5, le dioxyde d'azote NO_2, le benzène ou l'ozone. Des dépassements des valeurs réglementaires en NO2 sont toutefois modélisés au niveau de l'A1 au nord et au sud de la zone d'étude et plus généralement sur les voies à fort trafics.

L'état actuel de la qualité de l'air, les effets de la pollution atmosphérique sur la population et l'exposition de la population ont une sensibilité considérée comme modéré.

A l'échelle du projet, on enregistre 2 zones à enjeux très forts (localisation de la crèche et construction le long de l'Avenue du Président Wilson) et 4 zones à enjeux forts consécutifs aux émissions de poussières générées depuis les voies ferrées.

6.2.14.2. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE POUSSIERE LORS DE LA PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

La phase chantier, caractérisée par des travaux de démolition et de construction, va entrainer temporairement une augmentation des taux de polluants dans l'air à proximité du chantier et intensifier l'exposition des groupes scolaires (Niki de Saint-Phalle et Aimé Césaire) voisins aux pollutions atmosphériques.

Les travaux de construction peuvent polluer l'environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants. Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- Les émissions à l'échappement des machines et engins : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- Les émissions de poussières : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- Les émissions des solvants : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP] : le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes

Les émissions considérées pendant le chantier sont les suivantes :

- Les poussières émises lors de du terrassement (décapage des terres), la déconstruction et construction des bâtiments ;
- Des envolées de poussières dues aux travaux : ces émissions seront dues à la fragmentation des particules du sol ou du sous-sol. Elles seront d'origines naturelles et essentiellement minérales, mais les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses sur un chantier (exemple : les poussières soulevées par les engins durant les phases de terrassement/remblai et de manipulation des matériaux);
- Des émissions de monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, oxydes d'azote, composés organiques volatils et métaux lourds (plomb, cadmium, vanadium) liées à la circulation supplémentaire des engins de chantier et des poids lourds (chargement et transport des matériaux).
- Par ailleurs, le projet en phase chantier peut aussi impacter la qualité de l'air intérieur des bâtiments nouvellement construits sur le projet de par la production de poussières et les produits utilisés. Ces impacts seront de courts termes et seront donc traités avant l'entrée des occupants dans les bâtiments.

La quantification des émissions d'un chantier s'avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, d'évaluer précisément les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude. Il est néanmoins faisable d'estimer les principales émissions, sous condition de disponibilité des données ad hoc.

Selon le document de *l'US EPA - AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13 : Miscellaneous Sources - Heavy Construction Operations*, les chantiers produisent : 2,69 tonnes de poussières totales par hectare et par mois d'activité.

Les engins de chantier génèrent des gaz d'échappement, mais en quantité négligeable par rapport à ceux émis par le trafic des poids lourds lié au chantier et l'état initial.

6.2.14.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet sur la pollution atmosphérique

Optimiser le phasage des travaux et le plan d'installation de chantier global à l'échelle du projet d'aménagement (11.C.R.01)

Dans le cadre du projet d'aménagement, les maitres d'ouvrage devront établir un phasage des travaux et un plan d'installation de chantier réfléchis et optimisés permettant de réduire les émissions de polluants atmosphériques durant la phase chantier.

Définir des mesures de réduction des poussières (11.C.R.02)

- Les entreprises de démolition devront fournir un programme comprenant les moyens pour cantonner la poussière et réduire les nuisances.
- Respect des mesures inscrites dans la charte chantier à faibles impacts environnementaux (bâchage des bennes, stockage de matériaux pulvérulents à l'abri du vent, nettoyage régulier, arrosage des voies d'accès en période sèche, …)
- Durant la réalisation des sous-sols, les conducteurs d'engins déposeront plutôt que gerberont les terres dans les bennes et les bâcheront.

Atténuer le risque d'exposition des usagers et programmations vulnérables (11.C.R.03)

- Afin de réduire l'impact de la pollution de l'air sur la vie des groupes scolaires voisins, il est possible d'adapter certains travaux en fonction des temps de classe et de récréation. A minima, ces travaux seront évités pendant les temps de récréation où les enfants sont davantage exposés (puisqu'en extérieur). Cette mise en place nécessitera des échanges entre les maitres d'ouvrage de l'opération d'aménagement et un référent de chaque groupe scolaire (un contact a déjà été établi).
- Les périodes de vacances scolaires seront privilégiées pour réaliser les travaux impactant en termes de pollution de l'air.

Mettre en place des bonnes pratiques pour limiter le maintien de la poussière et des nuisances olfactives à la livraison des logements (11.C.R.04)

- Les équipements de ventilations sont protégés de la poussière (stockage des gaines à l'abri de la poussière, calfeutrement des conduits en attente, protection des diffuseurs d'air, etc.) ;
- Les produits à faibles émissions de COV seront favorisés pour limiter les sources d'émission (peintures, colles, gaz d'échappement, éviter les engins thermiques…) ;
- Après tout travaux de peinture ou de vernissage (attention aux peintures dites « sans odeur » en particulier, qui comportent autant de solvants que les autres) les pièces de logements sont aérées ;
- L'ensemble des zones intérieures seront nettoyées avant la mise en marche de la ventilation ;
- La ventilation mécanique à haut débit sera mise en marche avant l'installation des occupants et l'ensemble des filtres CTA seront changés avant l'emménagement des occupants.

6.2.14.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse de la conformité du Plan d'Installation du Chantier ;
- Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures de la charte chantier par le Responsable Environnement Chantier ;
- Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental qui sera vérifié par les maîtres d'ouvrage ;
- Joindre dans le classeur environnement toutes pièces justificatives de la bonne mise en œuvre de ces mesures ;
- Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures par le Responsable Environnement Chantier.

6.2.15. Effets temporaires sur l'environnement sonore et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE NUISANCES SONORES EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.15.1. Rappel des conclusions de l'état initial

L'ambiance sonore actuelle sur le site d'étude est principalement influencée par le trafic ferroviaire directement à l'Ouest, comme le montrent les cartes de niveaux sonores, les cartes de bruit locales et le classement sonore des voies par le département. Seuls les bâtiments donnant directement sur l'Avenue du Président Wilson sont influencés davantage par le trafic routier.

Les niveaux sonores sur le site sont globalement modérés au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)).

Les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la période nocturne.

Les bâtiments adressés directement sur l'Avenue du Président Wilson (catégorie 3) sont exposés à un niveau sonore > 70 dB(A).

Les mesures vibratoires n'indiquent pas d'enjeux majeurs sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles. De plus le bruits solidien maximum issus du trafic devrait rester inférieur à 28 dB(A), soit en-dessous du seuil de 30 dB(A) conseillé dans les pièces de vie sur la période nocturne.

6.2.15.2. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

Le chantier comprenant la démolition des bâtiments existants et la construction du nouveau quartier, va provoquer temporairement une augmentation des nuisances sonores pour les riverains et notamment les groupes scolaires situés à proximité immédiate.

Cette gêne sera liée essentiellement :

- aux travaux de démolition, de terrassement (manœuvre des engins de terrassement, manège des camions d'enlèvement) et de gros œuvre (flux de livraison de matériaux, toupies, machines à béton, décoffrage, etc.) ;
- la circulation des engins de chantier sur la voie dont les fréquences de passage resteront néanmoins relativement faibles et ne modifieront pas significativement les conditions sonores existantes.

A titre indicatif, le tableau ci-après reprend les niveaux sonores susceptibles d'être générés.

Tableau 60 : Impacts sonores du chantier (ordres de grandeur)

	Niveau sonore à la source (dans l'air)	Niveau sonore théorique à 100 m	Niveau sonore théorique à 500 m	Niveau sonore théorique à 1 000 m
Passage des camions	95 dB(A)	44 dB(A)	30 dB(A)	24 dB(A)
Chantier Terrassement	100 dB(A)	49 dB(A)	35 dB(A)	29 dB(A)

A noter qu'entre 90 dB et la valeur limite de 120 dB, la nuisance sonore provoque un trouble auditif, un stress pouvant avoir des effets secondaires importants sur la santé. Des troubles du sommeil peuvent se produire à une exposition à des seuils inférieurs. Par comparaison, il convient de rappeler que le bruit ambiant est généralement supérieur à 30 dB(A). Les 100 premiers mètres autour des activités bruyantes sont donc les plus contraignants.

6.2.15.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Le chantier sera organisé pour respecter les dispositions de la loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 dite « Loi Bruit », avec ses décrets et arrêtés d'application parus, relative à la lutte contre le bruit (un arrêté encadrant les limites réglementaires du bruit émis sur les chantiers est en préparation au Ministère de l'Environnement).

Optimiser le phasage des travaux et le plan d'installation de chantier à l'échelle du projet d'aménagement (12.C.R.01)

- Dans le cadre du projet d'aménagement, les maitres d'ouvrage devront établir un phasage des travaux et un plan d'installation de chantier réfléchis et optimisés permettant de réduire les émissions sonores durant la phase chantier, en identifiant notamment les points d'accès et d'attente des camions de livraison et le positionnement des postes fixes bruyants ;
- Les méthodes et outils seront choisis afin de générer le moins de bruit possible, chaque entreprise devra fournir les fiches techniques des engins utilisés sur le chantier en précisant les niveaux sonores émis par chacun ;
- Les locaux de cantonnement seront implantés de façon à être utilisés comme écran protecteur.

Optimiser les équipements et réduire leurs nuisances (12.C.R.02)

- Les engins électriques seront préférés aux pneumatiques et les liaisons radio aux avertisseurs sonores
- Les engins et équipements seront arrêtés dès la fin de leur utilisation

Planifier les travaux bruyants sur certaines plages horaires (12.C.R.03)

- Il pourra être mis en place si possible et en accord avec les riverains, des périodes horaires permettant à des activités bruyantes de s'exercer (exemple : de 8h à 12h et de 13h à 17h les jours ouvrés de la semaine). Tenir compte également du voisinage (école, etc.) et de la réglementation locale en la matière (l'arrêté préfectoral du 30 décembre 1999 interdit les travaux bruyants entre 20h00 et 7h00 en semaine, et les dimanches et jours fériés)

Atténuer le risque d'exposition des enfants au bruit issu de la phase de démolition et des autres taches bruyantes (12.C.R.04)

- Afin de réduire l'impact du bruit sur la vie des groupes scolaires, il est possible d'adapter les temps de certaines phases de travaux en fonction des temps de classe et de récréation. A minima, ces travaux seront évités pendant les temps de récréation où les enfants sont davantage exposés (puisqu'en extérieur). Cette mise en place nécessitera des échanges entre les maitres d'ouvrage et un référent des groupes scolaires.

Informer les riverains et les compagnons sur les impacts identifiés (12.C.A.01)

- Informer les riverains quant au planning des tâches bruyantes et à l'utilisation des engins bruyants en précisant la date, l'heure, la durée de leur utilisation.
- Sensibiliser les compagnons aux atteintes irréversibles des bruits de chantier sur leur capacité auditive

6.2.15.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Joindre dans le classeur environnement toutes pièces justificatives de la bonne mise en œuvre de ces mesures.
- Effectuer des mesures par l'entreprise à un instant du chantier T0 hors travaux et réaliser des analyses sur 1 semaine pour s'assurer du non-dépassement des seuils fixés
- Le Responsable Environnement inclura à ses rapports mensuels des relevés des courbes de niveaux de bruit et de vibrations. Tout dépassement sera signalé.
- Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures par le Responsable Environnement Chantier.

6.2.16.Effets temporaires sur les ressources locales et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES ET EN EAU EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.16.1. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

Un chantier nécessite des consommations énergétiques mais également d'eau non négligeables. Elles sont issues de la réalisation des travaux et du fonctionnement de la base vie. Les impacts temporaires du projet sont alors sur les ressources locales. Il convient donc de minimiser ces consommations.

6.2.16.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Mettre en place des moyens pour réduire la consommation d'eau et d'énergie (13.C.R.01)

Des équipements pour réduire la consommation d'eau et d'énergie seront mis en place sur le chantier :

- Des chasses d'eau double commande 3/6 L,
- Des Presto coupure automatique de l'eau par électrovanne pendant les horaires de fermeture,
- Des embouts pour les tuyaux d'arrosage permettant l'arrêt du jet en cas de non-utilisation
- Des détecteurs de présence,
- Des ferme-portes,
- Des horloges de programmation pour l'éclairage,
- Des horloges de programmation pour le chauffage,
- Bridage et réglage des températures de chauffage et climatisation des vestiaires soit par des télécommandes dont le responsable environnement aura la charge, soit par des systèmes de bridage,
- Chauffage et Climatisation programmables couplés à fermeture de portes et fenêtres (contacteurs ou par détection de courant d'air),
- Des compteurs d'eau et d'énergie avec relevés périodiques, par secteur

Sensibiliser les compagnons aux économies d'eau et d'énergie (13.C.A.01)

Chaque responsable environnement de chaque entreprise ou le responsable environnement principal communiquera sur l'utilisation rationnelle des énergies et fluides et sur la réduction des consommations (couper l'eau pendant les phases de fermeture du chantier, utilisation de boutons poussoirs pour les robinets, etc.).

Mettre en place un suivi des consommations en eau et électricité durant toute la durée du chantier (13.C.A.02)

Mise en place d'un suivi des consommations en eau et en électricité durant toute la durée du chantier, afin de détecter d'éventuelles fuites ou anomalies et de définir des mesures correctives réactives. Un reporting mensuel sera effectué par le Responsable Environnement. Un système d'alerte en temps réel sera installé pour prévenir des dépassements de seuils.

Les compteurs installés seront distincts pour le chantier et pour les cantonnements.

6.2.16.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Le responsable environnement du site tient à jour le suivi des consommations d'eau (relevé compteurs). Il assure les actions de sensibilisation sur la consommation d'eau et des actions correctives en cas de dérive.
- La bonne mise en œuvre des mesures sera assurée par le responsable environnemental désigné pour l'application de la Charte chantier à faibles nuisances.
- Les consommations d'électricité seront suivies via la mise en place de compteurs d'électricité (pour l'ensemble du chantier et pour la base-vie).
- A l'issue du chantier, un bilan sera remis et indiquera les consommations d'électricité, d'eau, etc.

6.2.17.Effets temporaires sur la production et la gestion des déchets et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTION DE DECHETS ET LEUR GESTION EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.17.1. Description des potentielles incidences notables temporaires du projet

Selon le code de l'environnement (art. L.541-2), « Toute personne qui produit ou détient des déchets […] est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination conformément aux dispositions du présent chapitre, dans des conditions propres à éviter les dits effets. ». Pour le secteur du BTP, l'entreprise est toujours considérée comme étant le producteur et/ou détenteur des déchets de chantier.

A ce stade de conception du projet, l'étude ne permet pas d'estimer les volumes de déchets générés par la déconstruction des bâtiments existants et la réalisation du projet. Que ce soit pour la mise en œuvre des bâtiments, des voiries, ou même des espaces publics, le projet sera générateur d'un volume de déchets inertes (béton, terre, brique,), banals (bois, plastique, papier/carton, métal ferreux) et dangereux (peinture, mastic, aérosol, goudron, amiante).

La répartition massique des déchets de chantier est statistiquement la suivante : Déchets inertes (60%) – Déchets Banals (34%) – Déchets dangereux (5%) – Emballages (1%).

Leur gestion constitue donc un enjeu environnemental de premier ordre dont les grands axes sont les suivants :

- Réduire les déchets à la source ;
- Optimiser la collecte, le tri et le regroupement des déchets ;
- Valoriser au mieux les déchets de chantier en adéquation avec les filières locales existantes et s'assurer de la destination des déchets.

Figure 371 : Photo des bâtiments à démolir et à conserver sur le projet des Cathédrales du Rail (Source : TERAO, 2024)

A l'échelle de Plaine Commune, la démarche de l'économie circulaire est inscrite au sein de la Charte Economie Circulaire, réalisée en 2017 et mise à jour en 2025 : elle doit être développée sur tous les projets d'aménagements, de démolition et de de constructions neuves.

Cette démarche vise à réduire les déchets à la source et à valoriser la ressource locale et inscrit pleinement le territoire dans la trajectoire de la neutralité carbone d'ici à 2050.

L'ancien bâtiment ThyssenKrup a été démoli en 2023 par l'EPFIF.

6.2.17.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Réaliser un diagnostic ressources et valorisation / Produits-Équipements-Matériaux-Déchets (PEMD) des constructions à démolir pour limiter la quantité de déchets produits lors de la démolition (14.C.R.01)

Un Diagnostic ressource et gestion des déchets issus de la démolition sera réalisé afin d'estimer les volumes de déchets par catégorie (inertes, non dangereux, dangereux). Ce diagnostic identifiera les filières adaptées au traitement des déchets en cas d'évacuation contrainte du site.
Dans la mesure du possible les voies de valorisation suivantes seront favorisées :

- Pour les déchets inertes : concassage et réemploi partiel en travaux publics (après tri et déferraillage),
- Pour les déchets non dangereux : évacuation vers des plateformes de regroupement pour un éventuel réemploi ou recyclage.
-

Valoriser et réduire la production de déchets à la source des projets de construction (14.C.R.02)

- Un taux de valorisation des déchets de construction de 70% de la masse totale de déchets générée sera recherché à minima.
- Un taux minimal de 50% de la valorisation matière sera visée parmi la valorisation des déchets
- Un nombre minimal de 7 typologies de déchets sera trié

Mettre en place un Schéma d'Organisation de la Gestion des Déchets (SOGED) (14.C.R.03)

- Un contrôle des déchets de chantier sera prévu par le Responsable Environnement Chantier à travers la charte chantier à faibles impacts environnementaux, qui comprendra alors notamment :
- La sélection des prestataires en charge de l'élimination des déchets ;
- La détermination précise des déchets admissibles par filière d'élimination ;
- La détermination du nombre, de la nature, de la localisation des conteneurs pour la collecte des déchets ;
- Leur condition de manutention (grue, monte-charge, camion) en tenant compte de l'évolution du chantier et des flux de déchets générés dans le temps et l'espace ;
- Les dispositions adoptées pour la collecte intermédiaire, telles que des conteneurs à roulettes, des petites bennes, des goulottes… ;
- L'information des compagnons sur le chantier par panneaux et l'affichage sur ces bennes.
- Le tri des déchets suivra notamment la nomenclature suivante :
- Les Déchets Inertes : Décharge de classe 3 ou recyclage ;
- Les Déchets Industriel Banals (DIB) (ou Déchets non dangereux) : Décharge de classe 2, recyclage ou valorisation énergétique ;
- Les Déchets Industriels Spéciaux (DIS) (ou Déchets Dangereux (DD) : Décharge de classe 1, recyclage après décontamination ;
- Les Déchets d'Emballage : Font partie des DIB mais soumis à une réglementation spéciale.
- Le tri des déchets sera effectué dans les cantonnements de chantier, en fonction du tri déjà effectué par la municipalité.

Sensibiliser les ouvriers au recyclage, au nettoyage du chantier et au tri des déchets dans les bennes mises à leur disposition (14.C.A.01)

Une signalisation efficace des bennes devra être mise en place afin de limiter les erreurs de tri (signalisation écrite et pictogramme).

- Des points de sensibilisation des compagnons seront réalisés sur la thématique des déchets
- Des équipements de propreté comme des poubelles et des cendriers seront intégrés aux cantonnements

Définir un processus de suivi du tri des déchets (14.C.A.02)

- Les entreprises fourniront un tableau prévisionnel de caractérisation et de quantification des déchets au démarrage des travaux de chaque lot.
- Les entreprises fourniront aux maîtres d'ouvrage, lors du déroulement du chantier les enregistrements relatifs à l'élimination des déchets (y compris déblais/remblais) afin d'en conserver une parfaite traçabilité et de les comparer à l'estimatif du lot. Le suivi des évacuations du chantier se fera de manière quotidienne.
- Une analyse des retours de bordereaux de suivi sera réalisée par le Responsable Environnement du chantier à travers le contrôle des bons de décharge et l'analyse quantitative de ces bons. Il reportera de manière mensuelle les quantitatifs de déchets produits et valorisés.

6.2.17.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- A chaque évacuation d'une benne, les bordereaux de suivi sont renseignés et remis au prestataire chargé de leur enlèvement. Les bordereaux de suivi sont consultables via un suivi Trackdéchets, notamment pour les déchets dangereux ;
- Contrôles à intervalles réguliers de l'usage des zones de tri/ bennes ;
- Tableau de suivi du volume par type de déchets et objectifs de résultats par phases ;
- Présentation des résultats à intervalles réguliers ;
- Bilan de chantier.

6.2.18.Impact carbone du chantier et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE CO2 EN PHASE CHANTIER	FORT	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

6.2.18.1. Description des incidences notables temporaires potentielles du projet

Dans le cadre de la présente étude d'impact, TERAO a réalisé une étude pour calculer le bilan carbone du projet

Pour la phase chantier, 2 paramètres clés vont influencer le bilan carbone : le choix des matériaux et le fonctionnement du chantier.

Pour le projet des Cathédrales du Rail, le logiciel UrbanPrint a été utilisé pour évaluer la performance et les impacts associés aux ouvrages et services urbains sous la responsabilité directe des concepteurs du quartier.

Concernant la phase chantier, plusieurs postes d'émissions carbones influenceront le bilan carbone :

- Le contributeur des matériaux
- Le contributeur chantier
- Le contributeur changement d'affectation du sol

Afin de mieux appréhender la qualité environnementale du quartier, le logiciel UrbanPrint permet de comparer le projet d'aménagement envisagé avec celui d'un projet dit « de référence », c'est-à-dire un projet d'aménagement implanté sur la même commune, avec la même programmation mais avec des caractéristiques de construction et de consommations dites « *business as usual* », c'est-à-dire calées sur les pratiques constructives les plus habituelles.

Concernant le post matériaux, les différents choix de conception ont permis la réduction de l'impact carbone de 319 kg eq CO_2/an, notamment à travers l'intégration de modes constructifs mixtes (avec usages de matériaux biosourcés) au sein des constructions neuves.

Concernant le post déchets, les différents choix de conception ont permis la réduction de l'impact carbone de 75 kg eq CO_2/an, notamment à travers la limitation d'aménagement d'infrastructures au sein des constructions neuves (générant moins de déblais).

Concernant le post chantier, le projet permet la réduction de l'impact carbone de 114 kg eq CO_2/an, en comparaison avec le projet de référence.

Concernant l'usage du sol, les émissions liées au changement d'affectation sont produites lors du remplacement de zones naturelles, forêts, prairies ou terres agricoles par des zones bâties. Le carbone séquestré dans la végétation et dans les sols est libéré lors de la minéralisation de ces espaces. Le projet étant majoritairement constitué d'une friche ferroviaire anthropisée, le projet le projet ne vient pas aggraver la situation. Au contraire, avec une augmentation de surfaces végétalisées en pleine terre ainsi qu'une augmentation de la trame arborée, le projet augmente sa capacité à stocker du carbone à hauteur de 9 tCO_2/ha par rapport à la situation actuelle.

6.2.18.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Mettre en place des matériaux mixtes pour les constructions (15.C.R.01)

Le projet utilise à la fois des matériaux classiques et des matériaux biosourcés. La généralisation de matériaux biosourcés au sein des constructions neuves permettraient de limiter le bilan carbone du projet.

Maximiser le réemploi des terres de terrassement (15.C.R.02)

Le réemploi de l'ensemble des terres issues des terrassements permettrait de limiter le bilan carbone du projet.

6.2.18.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Calcul des émissions du projet à différentes étapes du projet ainsi que des propositions de solutions bas carbone.
- Suivi des émissions du projet à travers de la charte chantier à faibles impacts environnementaux et du responsable environnemental.

6.3. Synthèse des principaux impacts du projet en phase chantier

Remarque : la colonne « classification des mesures » fait mention de quatre abréviations E, R, C et A pour Eviter, Réduire, Compenser et Accompagner.

Sous-thèmes	Hiérarchisation des enjeux identifiés	Nature et analyse des impacts	Niveau d'impact potentiel (avant mesure)	Mesure concernée (ERC)	Mesures mises en place	Modalités et action de suivi	Niveau d'impact (résiduel)	Nécessité d'une mesure compensatoire et description éventuelle
Impact général du chantier	Fort	IMPACT NEGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT AU SENS GENERAL DU TERME (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	01.C.A.01	Rédaction d'une Charte Chantier à Faibles Impacts Environnementaux	• Mise en place d'une remontée d'informations mensuelle auprès de la maîtrise d'ouvrage sur le suivi des mesures en phase chantier par le Responsable Environnement Principal Chantier • Elaboration d'un dossier de suivi du chantier (il pourra prendre la forme d'un classeur environnemental de chantier ou une version dématérialisée, mais l'important est que les différents documents de suivi soient tous recensés dans un endroit unique) • Suivi du chantier par un écologue • Programmation de réunions de chantier fréquentes, avec un point sur le déroulement du chantier « exemplaire », pour analyser les éventuels incidents environnementaux survenus, les plaintes reçues des riverains, de veiller à la bonne évacuation des déchets de chantiers, etc. • Réalisation d'un bilan de chantier en fin de chantier (dépenses, consommations, émissions, carbone, etc.), pour en tirer des enseignements, auquel participent tous les responsables environnement de chaque lot et le responsable chantier côté maitrise d'ouvrage. • Mise en place des modalités de communication avec les riverains dans un document contractuel de gestion du chantier de type « charte chantier à faibles impacts environnementaux » • Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental qui sera vérifié par les maîtres d'ouvrage • Identification par les maîtres d'ouvrage d'une personne responsable de l'information des riverains et de l'élaboration d'un tableau de gestion des plaintes les recensant et indiquant les actions correctives mises en place.	Modéré	Non
				01.C.A.02	Nommer un responsable environnement du chantier pour le suivi des exigences de la Charte Chantier à Faibles Impacts Environnementaux			
				01.C.A.03	Nommer un écologue pour le suivi du chanter			
				01.C.A.04	Nommer un Responsable Environnement de chantier pour chaque entreprise			
				01.C.A.07	Former le personnel du chantier aux enjeux environnementaux du site			
		IMPACT NEGATIF SUR LE CADRE DE VIE DANS LE QUARTIER EN PHASE TRAVAUX (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	01.C.A.05	Préparer en amont le chantier			
				01.C.A.06	Adapter les accès et les horaires de chantier			
				01.C.A.08	Assurer une communication et information régulière auprès des riverains			
	Fort	IMPACT NEGATIF SUR LA SECURITE DES USAGERS DU QUARTIER ET DES	Fort	02.C.R.01	Assurer la sécurité de toute personne intervenant sur le chantier et des riverains	• Analyse de la conformité du Plan d'Installation du Chantier (PIC) par la maitrise d'ouvrage ;	Faible	Non

Santé et sécurité sur les usagers et les compagnons		**COMPAGNONS EN PHASE CHANTIER** (DIRECT / TEMPORAIRE / COURT TERME)		02.C.R.02	Lors des travaux de dépollution, mettre en place des dispositions de protection des travailleurs en fouilles telles que l'extraction et le traitement des gaz en fouille	• Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures de la charte chantier par le Responsable Environnement Chantier • Mise en place des modalités de communication dans un document contractuel de gestion du chantier de type « charte chantier à faibles impacts environnementaux » • Visites de chantier régulières par les maîtres d'ouvrages ou leurs représentants • Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental. • Contrôle sur place de la sensibilisation faite aux compagnons par le Responsable Environnement Chantier • Recensement des incidents et des mesures correctives appliquées		
		IMPACT POSITIF EVENTUEL LIE AU RISQUE PYROTECHNIQUE (DIRECT / TEMPORAIRE / COURT TERME)	Fort	02.C.R.03	Former le personnel du chantier au risque spécifique pyrotechnique (procédures d'arrêt immédiat, évacuation, balisage)		Modéré	
				02.C.A.01	Réaliser une étude complémentaire de détection pyrotechnique et si besoin, se faire accompagner sur le chantier par une personne compétente pour réaliser une surveillance avec détecteur			
Climat	Modéré	**IMPACT NEGLIGEABLE SUR LE CLIMAT** (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Négligeable	**03.C.E.01**	Adapter les conditions de travail dans le respect des prescriptions du code du travail pour éviter les risques engendrés par les conditions météorologiques lors de la phase chantier	• Analyse de la conformité du Plan d'Installation du Chantier (PIC) par la Maîtrise d'Ouvrage ; • Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures de la charte chantier par le Responsable Environnement Chantier ; • Mise en place des modalités de communication dans un document contractuel de gestion du chantier de type « charte chantier à faibles impacts environnementaux » ; • Visites de chantier régulières par les MOA ou leurs représentants ; • Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental ; • Contrôle sur place de la sensibilisation faite aux compagnons par le Responsable Environnement Chantier ; • Recensement des incidents et des mesures correctives appliquées	Faible	Non
				03.C.R.01	Mettre en œuvre des procédures d'intervention préventive et de sensibilisation des ouvriers pour limiter les risques d'accident en cas de neige, de verglas ou de canicule			
Sol et sous-sol	Fort	**IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES SOLS** (DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME)	Fort	**04.C.E.01**	Eviter toute possibilité de contact direct prolongé avec les terres contaminées laissées en place	• Les études géotechniques constituent une mesure de suivi à part entière. • L'entreprise vérifiera que les typologies de fondation et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues, • Conformément aux prescriptions de la norme NFP 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance. • Lors de la réalisation des pieux, la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement seront contrôlées	Faible	Non
				04.C.E.02	Prévoir des équipements de protection individuel pour le personnel de chantier intervenant sur l'excavation des terres			
				04.C.E.03	Mettre en œuvre des dispositions constructives spécifiques afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment en cas de présence avérée de composés volatils			
				04.C.E.04	Définir dans la charte chantier à faibles impacts environnementaux des mesures et des bonnes pratiques pour			

					éviter la diffusion de pollution liée au chantier dans les sols	• Des sondages destructifs de contrôle devront avoir lieu, 28 jours après séchage du mortier / coulis / cendre d'injection pour palier au risque de dissolution du gypse. Le nombre de sondages de contrôle est fixé dans la notice à 1 sondage pour 10 forages d'injection (10%). En outre, un sondage pressiométrique sera effectué au droit de chaque éventuel fontis détecté et traité. • Afin d'assurer le tri des déblais, un technicien sites et sols pollués est prévu pour suivre les travaux de terrassement (cadence moyenne de terrassement de 300 m3/jour). • Suivi du traitement de la dépollution par tertre ventilé (si cette mesure est confirmée) : • Maintenance et suivi des paramètres du traitement de la dépollution par tertre ventilé par un opérateur de manière périodique pendant toute la durée des travaux (si cette mesure est confirmée) : • Réalisation d'un monitoring des ventings au sein des Cathédrales (si cette mesure est confirmée) • Mise en place des dispositions de protection des travailleurs en fouille telles que l'extraction et le traitement des gaz en fouille (compte tenu de la présence potentielle de forte concentration en hydrocarbures et COHV et les travaux se réalisant en milieu confiné et restreint).		
				04.C.A.01	Etablir un plan de maillage pour le terrassement en fonction de la catégorie des terres (Solution envisagée n°1)			
				04.C.A.02	Pour les terrassements profonds des sources concentrées de la Petite et de la Grande Cathédrale, prévoir une étude géotechnique G2 PRO pour valider l'accessibilité à ces terres et le dimensionnement des terrassements (Solution envisagée n°1)			
				04.C.R.01	Adapter les méthodes de criblage de la butte (Solution envisagée n°2)			
				04.C.R.02	Adapter les méthodes de traitement des terres en biopile (sources de sols HCT et COHV) (Solution envisagée n°3)			
				04.C.R.03	Criblage / Chaulage des sources sols COHV (Solution envisagée n°4)			
				04.C.R.04	Enfouissement des terres en alvéole étanche (Solution envisagée n°5)			
				04.C.R.05	Evacuation hors site (Solution envisagée n°6)			
				04.C.R.06	Traitement de la Petite et Grande Cathédrale par ventilation in-situ (Solution envisagée n°7)			
				04.C.A.04	Réaliser des investigations complémentaires pour vérifier la compatibilité des usages futurs notamment de l'école, de la cour de récréation, des Cathédrales, des usages sur les espaces publics et privés avec la nature des sols			
	Fort	IMPACT NEGATIF SUR L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	04.C.R.07	Adapter les méthodes d'exécution des travaux de construction aux contraintes de sol		Modéré	
				04.C.R.08	Adapter les règles de construction et de prévention aux endroits présentant un risque avéré de dissolution de gypse antéludien			
				04.C.A.03	Lancer des études complémentaires pour une connaissance plus approfondie du site compte tenu de la superficie importante du terrain			
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	04.C.R.09	Viser l'équilibre déblais / remblais en lien avec les travaux de dépollution notamment		Faible	
				04.C.R.10	Mettre en place des solutions d'optimisation de la gestion des déblais			

				04.C.R.11	Valoriser les déblais hors site			
				04.C.R.12	Orienter les terres présentant des dépassements aux valeurs limites et donc qui ne seront pas acceptées en installations de stockages de déchets inertes (ISDI) vers des filières spécifiques			
Eaux souterraines et superficielles	Faible	IMPACT NEGATIF SUR LES EAUX SUPERFICIELLES (DIRECT / TEMPORAIRE / COURT TERME)	Modéré	05.C.E.01	Limiter les impacts de l'aménagement quel qu'ils soient en limitant les surfaces décapées	• Les recommandations des études de sols constituent une mesure de suivi à part entière • Les eaux souterraines au droit du site ont fait l'objet d'un suivi piézométrique par mesures et capteurs automatiques ; • Définition du planning d'intervention pour les travaux de terrassement • Constat sur place par les Maitres d'ouvrage ; • Suivi de la charte chantier à faibles nuisances • Suivi du des mesures du dossier loi sur l'eau établit et Récépissé de déclaration environnementale au titre des IOTA • Mise en place de systèmes d'assainissement provisoires sur les différentes zones d'intervention • Si la solution de traitement de la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique est validée, mettre en place une fiche de suivi des injections où seront répertoriées : date d'injection ; numéro du forage ; observations (refus, résurgences, communication entre les forages etc.) ; volume mis en œuvre par forage ; pression d'injection par forage.	Négligeable	Non
				05.C.E.03	Eviter les risques de pollution accidentelle.			
	Fort	IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES (DIRECT / TEMPORAIRE / LONG TERME)	Modéré	05.C.R.01	Traiter la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique		Faible	
				05.C.E.02	Travailler les parkings des logements afin de ne pas impacter la nappe située à faible profondeur			
				05.C.R.02	Suivi du dossier loi sur l'eau			
				05.C.R.03	Définir et rendre étanche les aires de stockage des matériaux, de dépôt et de garage des véhicules			
				05.C.R.04	En cas d'entretien hivernal, réduire le risque de pollution des eaux résultant du salage des voiries			
Biodiversité et milieu naturel	Fort	IMPACT NEGATIF SUR LA BIODIVERSITE EXISTANTE (DIRECT / TEMPORAIRE ET PERMANENT / COURT TERME)	Fort	06.C.R.01	Adapter le planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune (Lézard des murailles Chiroptères Avifaune nicheuse Hérisson d'Europe) sur l'ensemble du site	• Vérification de l'adaptation des mesures et du planning par l'assistance environnementale (écologue) • Balisage des zones à protéger et suivi • Rédaction des comptes-rendus rédigés à la suite de chaque visite de l'écologue sur site ; • Choix et validation des éclairages de chantier ; • Suivi de l'évolution des populations d'espèces végétales exotiques envahissantes par un écologue • Suivi des plantations et des travaux de compensation • Réalisation d'un bilan d'opération explicitant les essences végétales plantées et les modalités de leur entretien	Faible	Non
				06.C.R.02	Mettre en place une assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue			
				06.C.R.03	Mettre un plan lumière adapté			
				06.C.R.04	Mettre en place une gestion des espèces végétales exotiques envahissantes			
				06.C.R.05	Conserver des zones in situ permettant la préservation de la faune et de la flore à enjeu (spécifiquement la Drave de murailles, espèce protégée en Ile-de-France) jusqu'à la création de zones de report			
				06.C.C.01	Prévoir une plantation de haies arbustives et bosquets			Oui
				06.C.C.02	Prévoir une plantation d'arbres			
				06.C.C.03	Créer des zones de refuges / pierriers			

				06.C.C.04	Créer des zones favorables pour les mammifères présents sur site			
				06.C.C.05	Déplacer des espèces flore : la Drave de murailles			
				06.C.C.06	Mettre en place des nichoirs à Faucon Crécerelle			
				06.C.C.07	Créer une prairie mésophile et steppique au profit de l'Œdipode turquoise			
				06.C.A.01	Réaliser une sensibilisation du public avec l'installation de panneaux de sensibilisation			Non
Paysage et patrimoine	Négligeable	IMPACT NUL SUR L'ARCHEOLOGIE (DIRECT / TEMPORAIRE / LONG TERME)	Négligeable	07.C.A.01	Déclarer immédiatement toute découverte fortuite de vestiges archéologiques à la Ville de Saint-Denis	• Vérification de l'adaptation des mesures et du planning par l'assistance environnementale (écologue) • Balisage des zones à protéger et suivi • Rédaction des comptes-rendus rédigés à la suite de chaque visite de l'écologue sur site ; • Choix et validation des éclairages de chantier ; • Suivi de l'évolution des populations d'espèces végétales exotiques envahissantes par un écologue • Suivi des plantations et des travaux de compensation • Réalisation d'un bilan d'opération explicitant les essences végétales plantées et les modalités de leur entretien	Négligeable	Non
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LE PAYSAGE EN PHASE CHANTIER (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	07.C.R.01	Mettre en œuvre le plus tôt possible les aménagements paysagers (arbres en particulier) afin de favoriser l'intégration du projet dans le quartier		Faible	
				07.C.R.02	Mettre en place des palissades esthétiques et pédagogiques pour briser la vue sur le chantier tout en sensibilisant sur l'avancement du chantier (07.C.R.02)			
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LA PROPRETE AUX ALENTOURS DU CHANTIER (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	07.C.R.03	Mettre en place des mesures pour assurer la propreté intérieure et extérieure du chantier, notamment les voies d'accès et espaces publics (07.C.R.03)		Faible	
Contexte socio-économique	Modéré	IMPACT POSITIF SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DU TERRITOIRE AVEC L'EMPLOI D'ACTEURS LOCAUX POUR REPONDRE AUX BESOINS DU CHANTIER ET DES OUVRIERS (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	08.C.A.01	Insérer des clauses sociales d'insertion dans les contrats des entreprises afin de lutter localement contre le chômage et les exclusions	• Estimation et inscription des clauses d'insertion sociales dans le dossier de consultation des entreprises et identification des partenaires • Suivi des heures d'insertion effectuées • Suivi d'un registre identifiant l'approvisionnement des matériaux utilisés lors de la phase chantier	Faible	Non
				08.C.A.02	Favoriser le recours à des matériaux locaux et entreprises du territoire, selon une distance inférieure à 150 km			
				08.C.A.03	Faire intervenir des acteurs locaux pour l'animation et la communication autour du chantier			
Trafic, circulation et stationnement	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LE TRAFIC ROUTIER ET LA SECURITE AUX ABORDS DU CHANTIER (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	09.C.E.01	Maintenir le fonctionnement des services de secours, ramassage des ordures ménagères et de transport en commun	• Suivi des modalités de la charte chantier à faibles impacts environnementaux ; • Contrôle de la bonne application du plan de circulation sur le chantier par l'OPCi ; • Suivi et gestion des plaintes éventuelles.	Faible	Non
				09.C.R.01	Adapter les horaires de chantier à la circulation et notamment aux heures d'entrée-sortie des écoles			
				09.C.R.02	Elaboration d'un plan de gestion des déplacements dans la charte chantier			

				09.C.A.01	Concerter et communiquer avec les Collectivités, les groupes scolaires et les riverains sur les temps de chantier et les gênes anticipées			
Amiante	Fort	**IMPACT NEGATIF POTENTIEL SUR LA SANTE DES USAGERS ET DES COMPAGNONS EN PHASE CHANTIER FACE AU RISQUE D'EXPOSITION A L'AMIANTE** (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	10.C.A.01	Réaliser un diagnostic amiante complémentaire avant les travaux	• Suivi la charte spécifique Démolition/Désamiantage imposée sur le chantier ; • Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures par le Responsable Environnement Chantier ; • Visites de chantier régulières par les maîtres d'ouvrage ou leurs représentants.	Modéré	Non
				10.C.R.01	Retirer l'amiante détectée et mettre en place des dispositions pour la protection des riverains et des intervenants sur le chantier			
Qualité de l'air	Modéré	**IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE POUSSIERE LO RS DE LA PHASE CHANTIER** (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	11.C.R.01	Optimiser le phasage des travaux et le plan d'installation de chantier global à l'échelle du projet d'aménagement	• Analyse de la conformité du Plan d'Installation du Chantier ; • Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures de la charte chantier par le Responsable Environnement Chantier ; • Conservation d'une copie de l'intégralité des documents et comptes rendus de réunion mis à disposition du public dans le dossier de suivi du chantier à faible impact environnemental qui sera vérifié par les maîtres d'ouvrage ; • Joindre dans le classeur environnement toutes pièces justificatives de la bonne mise en œuvre de ces mesures ; • Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures par le Responsable Environnement Chantier	Faible	Non
				11.C.R.02	Définir des mesures de réduction des poussières			
				11.C.R.03	Atténuer le risque d'exposition des usagers et programmations vulnérables			
				11.C.R.04	Mettre en place des bonnes pratiques pour limiter le maintien de la poussière et des nuisances olfactives à la livraison des logements			
Environnement sonore	Modéré	**IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE NUISANCES SONORES EN PHASE CHANTIER** (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	12.C.R.01	Optimiser le phasage des travaux et le plan d'installation de chantier à l'échelle du projet	• Joindre dans le classeur environnement toutes pièces justificatives de la bonne mise en œuvre de ces mesures. • Effectuer des mesures par l'entreprise à un instant du chantier T0 hors travaux et réaliser des analyses sur 1 semaine pour s'assurer du non-dépassement des seuils fixés • Le Responsable Environnement inclura à ses rapports mensuels des relevés des courbes de niveaux de bruit et de vibrations. Tout dépassement sera signalé. • Constat sur place de la bonne mise en œuvre des mesures par le Responsable Environnement Chantier.	Faible	Non
				12.C.R.02	Optimiser les équipements et réduire leurs nuisances			
				12.C.R.03	Planifier les travaux bruyants sur certaines plages horaires			
				12.C.R.04	Atténuer le risque d'exposition des enfants au bruit issu de la phase de démolition et des autres taches bruyantes			
				12.C.A.01	Informer les riverains et les compagnons sur les impacts identifiés			
Ressources locales	Modéré	**IMPACT NEGATIF SUR LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES EN EN PHASE CHANTIER** (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Modéré	13.C.R.01	Mettre en place des moyens pour réduire la consommation d'eau et d'énergie	• Le responsable environnement du site tient à jour le suivi des consommations d'eau (relevé compteurs). Il assure les actions de sensibilisation sur la consommation d'eau et des actions correctives en cas de dérive. • La bonne mise en œuvre des mesures sera assurée par le responsable environnemental désigné pour l'application de la Charte chantier à faibles nuisances. • Les consommations d'électricité seront suivies via la mise en place de compteurs d'électricité (pour l'ensemble du chantier et pour la base-vie). • A l'issue du chantier, un bilan sera remis et indiquera les consommations d'électricité, d'eau, etc.	Faible	Non
				13.C.A.01	Sensibiliser les compagnons aux économies d'eau et d'énergie			
				13.C.A.02	Mettre en place un suivi des consommations en eau et électricité durant toute la durée du chantier			

Gestion des déchets	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTION DE DECHETS ET LEUR GESTION EN PHASE CHANTIER (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	14.C.R.01	Réaliser un diagnostic ressources et valorisation / Produits-Équipements-Matériaux-Déchets (PEMD) des constructions à démolir pour limiter la quantité de déchets produits lors de la démolition	• A chaque évacuation d'une benne, les bordereaux de suivi sont renseignés et remis au prestataire chargé de leur enlèvement. Les bordereaux de suivi sont consultables via un suivi Trackdéchets, notamment pour les déchets dangereux ; • Contrôles à intervalles réguliers de l'usage des zones de tri/ bennes ; • Tableau de suivi du volume par type de déchets et objectifs de résultats par phases ; • Présentation des résultats à intervalles réguliers ; • Bilan de chantier.	Faible	Non
				14.C.R.02	Valoriser et réduire la production de déchets à la source des projets de construction			
				14.C.R.03	Mettre en place un Schéma d'Organisation de la Gestion des Déchets (SOGED)			
				14.C.A.01	Sensibiliser les ouvriers au recyclage, au nettoyage du chantier et au tri des déchets dans les bennes mises à leur disposition			
				14.C.A.02	Définir un processus de suivi du tri des déchets			
Impact carbone	Fort	IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE CO_2 EN PHASE CHANTIER (DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)	Fort	15.C.R.01	Mettre en place des matériaux mixtes pour les constructions	• Calcul des émissions du projet à différentes étapes du projet ainsi que des propositions de solutions bas carbone. • Suivi des émissions du projet à travers de la charte chantier à faibles impacts environnementaux et du responsable environnemental.	Modéré	Non
				15.C.R.02	Maximiser le réemploi des terres de terrassement			

6.4. Phase exploitation : impacts et mesures ERC

6.4.1. Effets permanents sur les risques naturels et conditions climatiques et mesures ERC conséquentes

L'étude de vulnérabilité aux aléas naturels, a révélé que le projet était vulnérable à plusieurs aléas.

Evaluation de la vulnérabilité

Thèmes	Aléas	Niveau de vulnérabilité
Aléas liés à la température	Vague de chaleur	Très fort
	Vague de froid	Faible
Aléas liés au vent	Phénomène liés au vent	Moyen
Aléas liés à l'eau	Retrait-gonflement des argiles	Faible
	Débordement de cours d'eau	Très faible
	Remontée de nappe	Faible
	Ruissellement	Moyen
Aléas liés aux masses solides	Erosion des sols (hors côtière)	Très faible
	Mouvement de terrain	Moyen

IMPACT NEGATIF DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR LE PROJET SES USAGERS	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LE RISQUE D'ILOT DE CHALEUR ET L'EXPOSITION DE LA POPULATION	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)

6.4.1.1. Description des incidences notables permanentes du projet

Le projet est notamment vulnérable aux phénomènes de surchauffe urbains sont porteurs de nombreux risques pour un territoire et ses habitants : pression sur les infrastructures d'énergie (et risques accrus de coupure de service), dégradation du confort climatique pour les usagers de la ville, dégradation de la qualité de l'air (pollution à l'ozone notamment), aggravation des risques sanitaires liés aux vagues de chaleur (coups de chaleur, déshydratation etc.).

Comme énoncé dans l'analyse de la vulnérabilité du projet, au niveau du projet actuel, un certain nombre de solutions sont déjà adoptées par le projet. Les mesures ci-dessous ont vocation à les compléter.

Eviter la surchauffe des logements par une conception bioclimatique du quartier (01.E.E.01)

- Les espaces extérieurs devront être largement plantés, avec des arbres à feuilles caduques afin de ne pas ombrager davantage en hivers les logements bénéficiant parfois de peu d'éclairage naturel.
- Prévoir des plantations en strate haute pour protéger les rayonnements solaires au sol – les surfaces végétales rases ne permettent pas de générer des ilots de protection thermique.
- Prévoir des plantations en strate basse pour casser la dynamique des vents, spécialement proche des usages statiques.
- Prévoir globalement une diversité des strates végétales (strate tapissante, herbacée, arbustive, arborée) pour maximiser les zones végétales. Préférer le gazon rustique fleuri au « gazon anglais »
- Planter judicieusement les arbres en fonction des orientations des façades afin de trouver le bon équilibre entre protection solaire et la recherche de lumière naturelle.
- Rechercher à minima une inertie thermique moyenne dans les bâtiments, par des planchers lourds (exemple chape béton 6cm)
- Maximiser les logements traversants ou à minima bi-orientés pour renforcer la ventilation naturelle. Les logements mono-orientés seront évités un maximum. A défaut, des systèmes pourront être définis pour favoriser la ventilation dans ces logements comme des fenêtres avec oscillo battants.
- Prévoir des protections solaires extérieures (fixes et/ou amovibles) sur l'ensemble des façades de tous les logements (pour les sujets de chaud mais également de problématique potentiel de vent). Elles seront mises en place en complément de vitrages avec des facteurs solaires faibles.
- Prévoir des dispositifs permettant d'augmenter la vitesse d'air dans les logements (brasseurs d'air par exemple, ouvrants hauts avec des volets d'occultation laissant passer l'air ou gaines verticales de ventilation naturelle etc.)
- Aménager des espaces extérieurs avec du mobilier adapté et générer des barrières de protection pour le vent avec les usages statiques.
- Aménager des espaces extérieurs avec du mobilier adapté et générer des barrières de protection pour le vent avec les usages statiques.

Adapter le choix des essences végétales aux conditions climatiques projetées (01.E.E.02)

- Planter des essences locales, non invasives, adaptées au contexte climatique d'aujourd'hui et de demain (et aux caractéristiques du sol et sous-sol).
- Choisir des essences végétales résistantes à de fortes variations hydriques afin qu'elles puissent gérer les eaux de ruissellement en période de pluie mais également être résistantes en période de sècheresse (stress hydrique).

Favoriser les matériaux perméables et la végétalisation des différents espaces extérieurs (01.E.R.01)

- Afin de diminuer le phénomène d'ICU, des revêtements perméables type pavés enherbés ou sols drainants perméables sont à favoriser pour les espaces non végétalisés.
- L'utilisation de matériaux à albédo élevé plutôt qu'à faible albédo, ou à faible inertie thermique, qui ne stocke pas la chaleur, sera à privilégier.

- Maximiser la couverture arborée du parc.
- Ombrager les places de stationnement et les trottoirs avec des arbres à feuilles caduques pour éviter la montée en température des espaces minéralisés en été et conserver l'ensoleillement en hiver.

Proposer différentes zones d'usages en fonction des saisons (01.E.R.02)

- Implanter des fontaines d'eau potable pour permettre l'hydratation des usagers du quartier en toute saison.
- Adapter la localisation des différents usages et mobiliers urbains en fonction de l'accès au soleil (été / hiver) : aires de jeux, agrès sportifs, mobilier urbain, zone de repos, etc. en fonction de l'étude bioclimatique.
- Sur les espaces de jeux, privilégier des surfaces amortissantes perméables (copeaux de bois, liège) plutôt que les surfaces en caoutchouc qui ont une faible inertie thermique et peuvent monter jusqu'au 50°C en cas de forte chaleur et pleine exposition solaire.

Prévenir le projet des périodes de gel (01.E.R.03)

- Prévenir la chaussée des risques de gel. Les granulats utilisés devront être non gélifs.

Limiter la prise au vent des équipements (01.E.R.04)

- Bien positionner les équipements de type antennes, paraboles à l'abri du vent et bien les fixer
- Faire attention aux choix des équipements amovibles du bâtiment (protections solaires amovibles, etc.)
- Fixer le mobilier urbain extérieur

6.4.1.2. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Rédaction d'un cahier de recommandations et de prescriptions urbaines, architecturales, paysagères et environnementales pour cadrer la conception des logements et des espaces publics
- Analyse des permis de construire des logements et de l'avant-projet des espaces publics par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable
- Analyse des dossiers de consultation des entreprises pour s'assurer de la bonne traduction des mesures environnementales dans les marchés de construction par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable
- Bilan d'opération par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable

6.4.2. Effets permanents du projet sur les sols, sous-sols et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA GEOLOGIE ET LA TOPOGRAPHIE DU SITE	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEGATIF SUR L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX	FORT	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES SOLS	FORT	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.2.1. Description des incidences notables permanentes du projet

L'opération aura un impact sur la structure géologique superficielle du site dans la mesure où les terrains feront l'objet de terrassements et d'un nivellement par remblai de terre végétale.

Pour les ouvrages, un mode de fondation superficielle de type semelles isolées et/ou massifs descendus au-delà des Remblais est envisageable sous réserve de la charge au sol globale. Cependant, en cas de descentes des charges élevées, on s'orientera vers un mode de fondations profondes de type pieux. Ces fondations profondes seront tributaires d'un substratum de qualité en profondeur.

Dans le cadre du projet, la société ATLAS Ingénierie a été sollicitée pour réaliser des études géotechniques de conception (missions G1, G2 AVP et G5) en 2024 et 2025 afin de documenter le contexte géologique du site et les risques naturels recensés. L'analyse de l'état initial a permis d'identifier un certain nombre de contraintes déterminantes dans le choix des méthodes d'exécution des travaux de construction.

De plus, le site présente une pollution dans les sols et au droit des 2 halles.

Le projet comprend la construction de bâtiments dont la hauteur varie entre R+2 allant jusqu'à R+16 (émergence sur l'ilot Parc) avec des parkings aménagés sous les immeubles (jusqu'à 2 niveaux de sous-sol pour l'ilot Cœur de Ville).

En phase projet, les cibles seront les futurs résidents du site ainsi que les visiteurs du parc ou des Cathédrales du Rail, les usagers des commerces, équipements, services. Les voies d'exposition potentielles des cibles du site sont présentées ci-dessous :

- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct prolongé avec les sols
- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct avec les eaux souterraines ne sera pas retenue. Aucun usage direct pour les eaux souterraines n'est envisagé (alimentation en eau, irrigation…). Les voies d'exposition par contact cutané et ingestion d'eau souterraine ne seront donc pas considérées ;
- La voie d'exposition par inhalation est retenue en raison de la présence de composés potentiellement volatils dans les sols et dans la nappe phréatique ;
- La voie de transfert par migration de composés organiques au travers des canalisations d'adduction en eau potable, et donc par contact direct avec de l'eau du robinet potentiellement contaminée n'a pas été envisagée. Dans le cadre du projet, il s'agira de canalisations neuves, avec remblaiement des tranchées par des terres saines drainantes.

Dans le cas où des expositions résiduelles subsisteraient (présence de teneurs significatives sur les gaz du sol, hydrocarbures résiduels, absence de recouvrement des sols impactés…), l'acceptabilité des risques sur le plan de la santé humaine devra alors être démontrée par la réalisation d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR).

6.4.2.2. Description des incidences notables permanentes du projet

Adapter la construction au phénomène RGA (02.E.R.01

La mise en œuvre de chaînages horizontaux et verticaux, ainsi que la pose de linteaux au-dessus des ouvertures permettent de minimiser les désordres sur la structure du bâtiment en le rigidifiant.

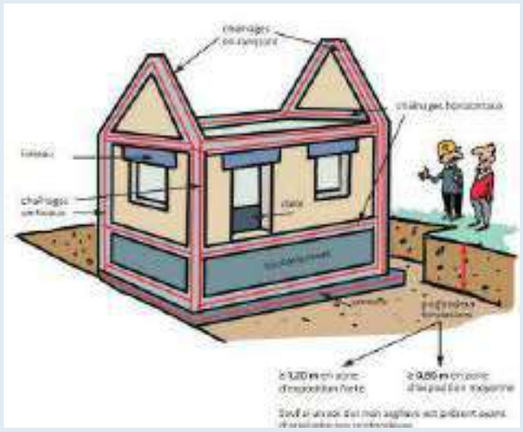


Figure 372 : Construire en terrain argileux, la réglementation et les bonnes pratiques. Ecologie.gouv.fr, 2021

Gestion des eaux pluviales en phase exploitation (02.E.R.02)

Les sols superficiels sont peu perméables tandis que les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau. Le site ne présente pas de risque de remontée de nappe en l'état.

Le projet intègre l'hypothèse d'une perméabilité des sols à $1{,}7E^{-06}$.

Afin de maintenir un niveau stable des nappes phréatiques, prévoir un dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux de pluie adapté à ces caractéristiques de sol (bassins de rétention, collecteurs adaptés, etc.). Dans l'état actuel de la connaissance du site, et compte tenu des remarques précédentes, le projet prévoit une gestion des eaux pluviales à ciel ouvert avec une infiltration lente et diffuse.

Il est par ailleurs conseillé les principes suivants :

- Ne pas infiltrer les eaux à moins d'un mètre du niveau des Plus Hautes Eaux (PHE) de la nappe ;
- Interdiction d'infiltrer les eaux pluviales directement dans la nappe d'eau souterraine ;
- Eviter l'infiltration à moins de 3 m de tout arbre, ou à moins de 5 m des bâtiments (fondations, etc.).

En phase définitive,

- les voiles enterrés devront être efficacement protégés contre des circulations d'eau, qui pourraient se développer dans les horizons superficiels, par le biais d'un système de drainage efficace
- la stabilité des pentes des bassins de gestion des eaux pluviales devra être vérifiée. En première approche, il est recommandé ces caractéristiques
- Eviter d'infiltrer au voisinage de pentes supérieures à 7 % pour éviter les risques de résurgence voire de glissement de terrain.

Tableau 61 : Caractéristiques à vérifier pour la réalisation des ouvrages de gestion des eaux pluviales - ATLAS Ingénierie - 2024

Profil Lithologique	Densité	Angle de frottement interne φ' (°)	Cohésion C' (KPa)
Remblais	1,80	20	0
Marnes et Sables infragypseux	1,90	25	2

Minimiser les variations de la teneur en eau du terrain avoisinant la construction (02.E.R.03)

- Limiter les apports d'eaux pluviales et de ruissellement à proximité des constructions.
- Afin de garder un taux constant d'humidité aux abords de la construction, la surface du sol doit être imperméabilisée autour de la construction.
- Utiliser des matériaux souples (exemple PVC) pour minimiser les risques de rupture des canalisations enterrées.

Limiter l'action de la végétation environnante (02.E.R.04)

- Éloigner autant que possible la construction du champ d'action de la végétation.
- Si la construction ne peut être située à une distance suffisante des arbres, mettre en place un écran anti-racines, une solution permettant d'éviter la propagation des racines sous la construction, qui accentue la rétractation du sol.

Etablir un plan de gestion (02.E.A.01)

Un plan de gestion est à établir pour permettre le maintien en état du site de manière à ce qu'il reste compatible avec son usage en phase exploitation.

Suivre les ouvrages réalisés (02.E.A.02)

Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude

6.4.2.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Les études géotechniques réalisées en amont et celles à réaliser à des stades plus avancés du projet constituent une mesure de suivi à part entière.
- L'entrepreneur vérifiera que le type de fondations et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues,
- L'entreprise prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les fondations voisines (reconnaissance complémentaire de fondations, déport de la machine, tonnage limité).
- Conformément aux prescriptions de la norme NFP 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton (si fondation de ce type mise en place) pourra être prévu par carottage sonique ou impédance
- Plan de gestion

6.4.3. Effets permanents sur les eaux superficielles et de ruissellement et mesures ERC conséquentes

IMPACT POSITIF SUR UN TRAITEMENT QUALITATIF DES EAUX PLUVIALES	FORT	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEUTRE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES	NUL	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE RISQUE D'EROSION, INONDABILITE ET RUISSELLEMENT	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME)

6.4.3.1. Description des incidences notables permanentes du projet

Au regard de la programmation à dominante résidentielle du projet des Cathédrales du Rail et l'absence de cours d'eau à proximité et de zone humide sur le site, le projet n'aura pas d'incidence sur la qualité des eaux superficielles.

Par ailleurs, à l'échelle du projet urbain, pour les nouveaux aménagements des espaces publics et des constructions neuves, il a été partagé l'objectif d'une gestion d'occurrence centennale à l'échelle des espaces publics et d'occurrence trentennale à l'échelle des lots privés (hors Cathédrales du Rail) sans aggraver les débits de pointe dans les réseaux publics.

La collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permettra de limiter au maximum les ruissellements et donc la charge polluante. Les ouvrages de gestion des eaux pluviales permettront, par ailleurs, d'annihiler la vitesse de l'eau et de favoriser la décantation. De plus, les plantations réalisées dans les noues apporteront une épuration biologique naturelle supplémentaire. Ainsi, le projet prévoit une gestion intégrée des eaux pluviales.

A l'inverse des techniques conventionnelles de traitement des eaux, les techniques alternatives privilégient la diffusion au lieu de la concentration.

L'infiltration des eaux pluviales est conditionnée aux critères de faisabilité environnementaux (perméabilité des sols, proximité des arbres, présence de la nappe à faible profondeur, risques de dissolution de gypse ou phénomène de retrait / gonflement des argiles, et de construction (proximité du bâti et des fondations).

En phase définitive, les parties enterrées (parkings souterrains) des bâtiments du projet doivent être protégées

- Ne pas infiltrer les eaux à moins d'un mètre du Niveau des Plus Hautes Eaux (PHE) de la nappe ;
- Interdiction d'infiltrer les eaux pluviales directement dans la nappe d'eau souterraine ;
- Eviter l'infiltration à moins de 3 m de tout arbre, ou à moins de 5 m des bâtiments (fondations, etc.).

L'article R.214-1 du Code de l'Environnement précise la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la Loi sur l'Eau. Plusieurs rubriques concernent le site d'étude :

- La rubrique 1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau. **Le projet des Cathédrales du Rail a installé des piézomètres pour réaliser un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique, sur au moins un cycle saisonnier, permettant de statuer sur les fluctuations du niveau de la nappe et ses niveaux de référence attendus au droit du site. Un dossier loi sur l'eau intégrera cette rubrique.**
- La rubrique **2.1.5.0** précise que tout projet interceptant une surface de bassin versant supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha et qui prévoit le rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, est soumis au régime déclaratif de la Loi sur l'Eau. **Le projet des Cathédrales du Rail s'implantant sur un terrain d'assiette d'environ 7,8 ha et visant une infiltration des eaux pluviales à la parcelle est donc soumis à la réalisation d'un tel dossier.**

6.4.3.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Suivre les mesures du dossier loi sur l'eau établit dans le cadre des projets d'aménagement (03.E.R.01)

6.4.3.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse de l'AVP par l'assistant à maitrise d'ouvrage
- Analyse des permis de construire par le BET VRD
- Suivi des mesures du dossier loi sur l'eau du projet d'aménagement

6.4.4. Effets permanents sur les eaux souterraines et mesures ERC conséquentes

IMPACT POSITIF SUR LES EAUX SOUTERRAINES	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME)
IMPACT NEUTRE SUR LE RISQUE REMONTEE DE NAPPE	NUL	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.4.1. Rappel des conclusions de l'état initial

Le sol est constitué de plusieurs couches lithologiques aux propriétés variables, notamment de remblais contenant des débris divers et de marnes et sables infragypseux. Du fait des remblais, des surépaisseurs peuvent apparaître à différents endroits du site.

Les caractéristiques mécaniques sont très hétérogènes entre 0 et 3,0 m de profondeur sur le site, avec des remblais très peu compacts opposés à des zones à compacité élevée. Les sols superficiels peuvent être classés comme peu perméables selon la classification Mabillot « forage d'eau » et de perméabilité faible selon la classification Philipponnat « fondations et ouvrages en terre ».

Les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau.

Le niveau de la nappe de l'Eocène Supérieur, baignant le Calcaire de Saint-Ouen, a été mesuré entre 6,0 et 8,1 m de profondeur, soit entre 31,4 et 28,6 NGF.

Par conséquent, la vulnérabilité des eaux souterraines aux pollutions représente un enjeu mais au regard de la programmation à dominante résidentielle, l'impact est modéré.

Par ailleurs, le site ne présente pas de risque de remontée de nappe en l'état, et aucune hydromorphie liée à une remontée de nappe n'a été observée lors des investigations pédologiques de BIOCOR en juin 2024. Cela étant, le niveau de la nappe a été mesuré et suivi entre 6,0 et 8,1m de profondeur.

Seul l'ilot cœur de Ville prévoit des parkings en souterrain jusqu'à 2 niveaux, la possibilité d'atteindre la nappe est identifié en phase chantier dans le cadre des travaux de fondation mais semble peu probable et phase exploitation.

6.4.4.2. Description des incidences notables permanentes du projet sur les eaux souterraines

Les principaux impacts sur les eaux souterraines concernent la phase chantier.

En complément, en phase de vie de quartier, une gestion alternative des eaux pluviales est mise en place. Le principal impact est lié à la montée en charge des pollutions dans les eaux de ruissellement qui pourraient impacter les nappes souterraines, qui reste toutefois modéré compte-tenu du fait de sa programmation et de la circulation limité à l'intérieur du site.

6.4.4.3. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Adapter les niveaux de parking au regard de la profondeur de la nappe (04.E.E.01)

Choisir de planter des essences végétales adaptée à la régulation et à l'épuration des eaux pluviales dans les noues ayant vocation à collecter des eaux pluviales provenant des voiries circulées (04.E.R.01)

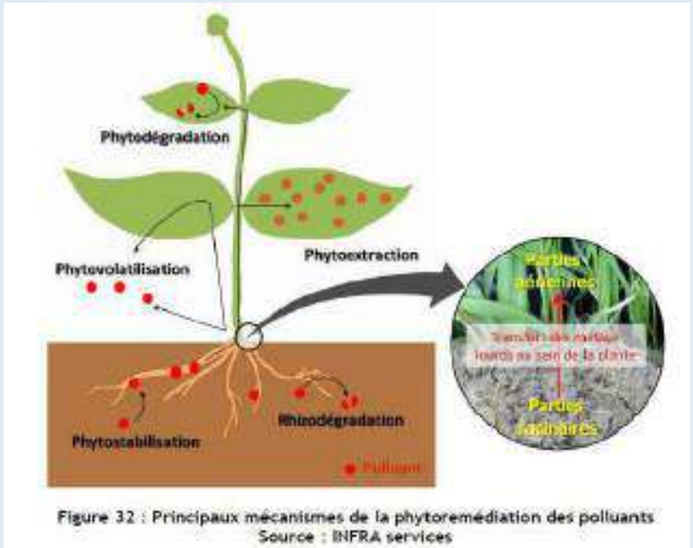


Figure 32 : Principaux mécanismes de la phytoremédiation des polluants
Source : INFRA services

Suivre les mesures du dossier loi sur l'eau établit dans le cadre des projets d'aménagement (04.E.R.02)

En cas de pollution chronique, un traitement des faibles pluies peut être nécessaire avant infiltration pour prévenir le colmatage de l'ouvrage ou la pollution des eaux souterraines.

6.4.4.4. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse de l'AVP par l'assistant à maitrise d'ouvrage
- Analyse des permis de construire par le BET VRD
- Suivi des mesures du dossier loi sur l'eau du projet d'aménagement

6.4.5. Effets permanentes sur les réseaux d'eau pluviales et eaux usées et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA CREATION DE RESEAUX D'USEES	FAIBLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LES VOLUMES D'EAU USEES A GERER	FAIBLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT POSITIF SUR LES VOLUMES SUR LE PROJET AVEC LA GESTION DES EAUX PLUVIALES	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.5.1. Description des incidences notables permanentes du projet sur les eaux souterraines

La gestion intégrée des eaux pluviales est à appliquer à l'échelle des espaces publics et des parcelles constructibles, selon le même épisode pluvieux.

Dans le cadre de ce projet, les épisodes pluvieux pris en compte pour le dimensionnement des ouvrages est :

- La centennale sur les espaces publics
- La trentennale pour les lots privés

Le schéma d'assainissement prévu à ce stade est présenté pages 206 et 211 de l'étude d'impact – Chapitre « Descriptions, variantes et justification du projet – Principe de nivellement et de gestion hydraulique ». Ces principes sont conformes aux éléments présentés au sein du Dossier Loi sur L'eau au titre de la rubrique 2.1.5.0 prévu pour tout projet interceptant une surface de bassin versant comprise entre 1 et 20 ha et qui prévoit le rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol.

L'assainissement en eaux usées du projet sera réalisé en système séparatif avec un raccordement qui se fera au niveau du réseau existant, notamment aux niveaux de la rue du Bailly et de l'avenue du Président Wilson. Les nouvelles constructions adressées sur la rue nouvelle auront à créer de nouveaux réseaux d'assainissement.

Le réseau desservira toutes les parcelles dédiées à de la construction neuve afin de collecter la totalité des eaux usées du projet. L'ensemble des eaux usées seront ensuite acheminées et traitées sur la station d'épuration

Les usines d'épuration traitant les eaux usées du territoire de Plaine Commune sont Seine Aval (Achères - 78), recevant notamment les eaux usées de Saint-Denis, Seine-Centre (Colombes – 92) ou l'usine de la Briche à Epinay-sur-Seine.

De manière générale, les usines d'épuration du SIAAP disposent d'une réserve de capacité.

Bien que le projet va augmenter le nombre de logement sur le territoire, celui-ci ne va pas dégrader la capacité de traitement de la station d'épuration, aussi bien d'un point qualitatif et quantitatif.

Enfin, les eaux usées traitées au sein de ces stations sont conformes à la Directive « Eaux Résiduaires Urbaines » et aux arrêtés d'autorisation.

Les stations d'épuration seront donc en mesure d'accueillir et de traiter les eaux usées émanant du projet.

6.4.5.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Gestion des eaux pluviales en phase exploitation à ciel ouvert (05.E.R.01)

La gestion des eaux pluviales repose sur une stratégie fondée sur la désimperméabilisation maximale et l'infiltration à la parcelle. Elle s'appuie sur :

- Aménager 3 noues :
  - Le long de l'axe Nord - Sud
  - Le long de la Voie nouvelle
  - Au cœur du Parc
- Aménager : des grilles et canalisations qui reprennent les zones non reliées directement aux noues

Ces aménagements permettent de capter, ralentir et infiltrer sur place les eaux de ruissellement issues des toitures, des cheminements, et des surfaces publiques.

Le dimensionnement des ouvrages montre que la somme des ouvrages hydrauliques permet de stocker et infiltrer l'ensemble du volume pluvial généré sur le site pour un évènement pluvieux de référence (30 ans) et au-delà. Cette approche garantit un fonctionnement hydraulique robuste, une diminution des charges sur les réseaux existants et une forte contribution à la résilience climatique du nouveau quartier.

Le coefficient de perméabilité des sols pris en compte est situé entre 1,7 et 6,5.10^{-6}.

Sur l'ensemble de ses bassins versants, à l'échelle du permis d'aménager, le projet prévoit un volume de stockage de 1 697 m^3 pour un volume à stocker de 928,1 m^3 selon une pluie d'occurrence trentennale et 1 238,5 m^3 pour une pluie d'occurrence centennale. Ce volume sera vidangé en un maximum de 48 heures en cas de pluie d'occurrence décennale. L'ensemble des pluies courantes seront vidangées par infiltration en moins de 24 h.

Pour une pluie d'occurrence trentennale, une tolérance pouvant jusqu'à 72 heures est autorisée.

Pour les pluies d'occurrence supérieure à la pluie trentennale (pluie de projet retenue pour le dimensionnement des ouvrages), les eaux resteront confinées au sein du site, les ouvrages dimensionnés pour la pluie trentennale gardant une relative capacité d'infiltration pour les évènements pluvieux plus rares.

Le temps de vidange sera alors allongé, mais le débordement devrait rester exceptionnel et confinés dans le site. A cette échelle de temps, la vidange serait de moins de 5 jours. Cette durée ne permet pas aux larves de moustiques d'y assurer une phase de croissance normale. De même, la vidange rapide permet d'éviter le développement d'espèces végétales invasives comme la Jussie ou la Renouée du Japon.

Le dimensionnement du projet a donc bien la capacité de stockage des pluies trentennales réglementaires et centennales sans rejets aux réseaux existants extérieurs pour l'espace public.

6.4.5.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse de l'AVP par l'assistant à maitrise d'ouvrage
- Analyse des permis de construire par le BET VRD
- Suivi des mesures du dossier loi sur l'eau du projet d'aménagement
- Surveillance visuelle des collectifs et dispositifs de stockage aériens afin de vérifier l'intégrité des ouvrages et leur fonctionnement par temps de pluie
- Maintien d'un tapis végétal de 10 cm minimum après chaque coupe des espaces verts pour favoriser le ralentissement des écoulements et le piégeage des éventuels polluants

6.4.6. Effets permanents sur l'eau potable et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA CREATION DE RESEAUX D'EAUX POTABLES	FAIBLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEGATIF SUR L'ACCROISSEMENT DES VOLUMES D'EAU POTABLE CONSOMMES	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.6.1. Descriptions des potentielles incidences notables temporaires du projet

L'alimentation en eau potable du projet se fera grâce à un repiquage sur le réseau existant et le nouveau réseau à aménager au niveau de la rue nouvelle.

Actuellement, le réseau d'eau potable est assuré par la présence de canalisation sur :

- Rue du Bailly
- Avenue du Président Wilson

6.4.6.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Maîtriser les consommations d'eau potable (06.E.R.01)

- Etudier l'aménagement de systèmes de récupération des eaux pluviales (de type citernes non enterrées) pour l'arrosage et le nettoyage des espaces extérieurs privés et publics dans les phases ultérieures de conception du projet
- Mettre en place des dispositifs d'économies de consommation dans les logements et équipements

Interdire l'arrosage des espaces verts avec de l'eau potable et privilégier le goute à goute sur les lots et les espaces publics (06.E.R.02)

6.4.6.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse du dossier d'avancement du projet des espaces publics et des lots à construire par le BET VRD et l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable

6.4.7. Effets permanents sur le milieu naturel et mesures ERC conséquentes

6.4.7.1. Description des incidences notables permanentes du projet

IMPACT NEUTRE SUR LES PERIMETRES DE PROTECTION OU D'INTERET DE ZONE ECOLOGIQUE	NEUTRE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LES ESPECES PROTEGEES PRESENTES SUR LE SITE	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA BIODIVERSITE	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

D'après l'étude faune-flore réalisée :

- Le projet prévoit un défrichement des espaces arborés et plantés (majoritairement d'espèces invasives). Ces essences invasives et habitats peu qualitatifs seront évacuées du site et permettront à une biodiversité locale d'être développée. L'impact sera donc positif.
- En revanche ce défrichement occasionnera également la destruction d'habitats et de zones de nidification
- Des habitats sous forme de pierriers sont présents sur le site et présentent un enjeu fort, le projet impliquera leur destruction
- Des espèces à enjeu ont été repérées et vivent sur le site, comme le faucon crécerelle, l'Hypolaïs polyglotte et l'Accenteur mouchet : leur cadre de vie et de nidification sera impacté
- L'enjeu de conservation de la flore patrimoniale est fort du fait de la présence de Drave des murailles qui va être impactée par les aménagements
- L'œdipode turquoise et la Mante religieuse sont protégées en Ile-de-France, leurs habitats seront impactés
- Le Hérisson d'Europe étant une espèce relativement mobile les impacts du projet sur ce taxon peuvent donc être qualifiés de **faibles**.
- Des chiroptères ont été repérés à l'extérieur des bâtiments mais utilisent le site uniquement comme terrain de chasse, les enjeux sont donc faibles.
- Les autres espèces identifiées sur le site sont classiques des friches thermophiles ou n'évoluent que ponctuellement sur le site, l'impact et l'enjeu les concernant sont donc faibles.

6.4.7.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet :

Mettre en place une gestion écologique des espaces verts permettant une recolonisation spontanée des cortèges floristiques présents actuellement (07.E.A.01)

Le Plan de Gestion Écologique est un document stratégique et opérationnel destiné à organiser la gestion durable de la zone compensatoire.

La zone de compensation (lisière de biodiversité) est inaccessible au public. Le plan de gestion du site des Cathédrales du rail comprendra une gestion spécifique des habitats recréés sur 15 ans :

- Le débroussaillage sélectif des haies :
  - 1 737 m²
  - 5 passages – 1 passage annuel sur les 5 premières années
  - Entretien en octobre et novembre
- L'entretien des hibernacula :
  - 3 hibernacula
  - 4 passages : N+2 ; N+4 ; N+8 ; N+13
  - Entretien en octobre et novembre
- L'entretien des nichoirs à Faucon crécerelle :
  - 4 nichoirs
  - 5 passages : N+3 ; N+6 ; N+9 ; N+12 ; N+15
  - Entretien en octobre et novembre
- La gestion des espaces ouverts en fauche tardive centrifuge :
  - 3 720 m²
  - Suivi annuel pendant 15 ans :
    - Fauchage avec export 1 année sur 2
    - Fauchage sans export 1 année sur 2
  - Entretien :
    - Fauchage : septembre
    - Sursemis : octobre et novembre
- Conduire une gestion « zéro-phyto »
  - Le désherbage manuel, mécanique ou thermique sera privilégié
  - Recours à la lutte biologique en favorisant la colonisation spontanée des auxiliaires de gestion (plantes relais)
- Mettre en place une gestion différenciée des espaces :
  - Réduire la fréquence des tontes
- Augmenter la hauteur des tontes
- Procéder aux coupes en mai puis en septembre
- Certains espaces moins accessibles ou moins visibles pourront faire l'objet d'une unique fauche tardive annuelle (septembre ou octobre).
- Proscrire les sols à nu sur le site : Les zones de terre à nue feront l'objet d'un paillage systématique ou d'un recouvrement par des espèces couvre-sol ou tapissantes d'origine indigène (le recours à un semencier agréé label « Végétal local » est conseillé) afin d'assurer l'intégrité des sols d'une part, et de réduire l'apparition et le développement de plantes indésirables d'autre part.

Selon les observations réalisées sur site lors des suivis post-travaux, le plan de gestion pourra être mis à jour si besoin. L'objectif est d'analyser les indicateurs de gestion et d'ajuster les objectifs de gestion afin de s'assurer de la bonne fonctionnalité des milieux recréées et du maintien des espèces protégées sur site.

Suivre l'évolution des habitats naturels et la faune selon les mesures de gestion associées (07.E.A.02)

Le suivi écologique en phase d'exploitation désigne l'ensemble des actions de contrôle, d'évaluation et de gestion mises en œuvre pour surveiller les impacts environnementaux du projet après sa mise en service et sur 15 ans, afin de vérifier la conformité avec les engagements pris et d'adapter la gestion en fonction des résultats.

Cette mesure s'applique sur 5 586 m².

Il est recommandé de mettre en place un suivi écologique ciblé à la suite de la création de la zone compensatoire.

Ce suivi portera sur les principaux groupes biologiques susceptibles d'être affectés ou valorisés par l'aménagement, à savoir : la flore, l'entomofaune, l'avifaune, les mammifères terrestres et les reptiles.

Un programme de suivi annuel est préconisé sur une durée de cinq ans, à raison de passages ciblés par groupe biologique. A l'issue de cette période, le suivi sera plus espacé dans le temps et un bilan écologique permettra d'évaluer l'évolution de la biodiversité (à N+8, N+11 et N+15). Au total, 8 passages sont nécessaires.

Ce suivi portera sur :

- La flore afin de recenser les communautés végétales présentes, vérifier la présence d'espèces protégées ou patrimoniales (dont la Drave des murailles) et contrôler l'absence ou la régression d'espèces végétales exotiques envahissantes.
- L'entomofaune afin d'évaluer la richesse spécifique des insectes indicateurs (pollinisateurs, espèces sensibles).
- L'avifaune afin de suivre les espèces nicheuses et migratrices présentes sur le site et d'identifier d'éventuels effets de l'aménagement sur la fréquentation ornithologique.
- Les mammifères terrestres afin de détecter la présence de petits mammifères recolonisant les espaces restaurées.
- Les reptiles afin de suivre les populations de Lézard des murailles sur les milieux recréés.

Deux visites par an sur les cinq premières années apparaissent idéales afin d'étudier la faune et la flore à enjeu :

- Une visite écologue en mai
- Une visite écologue en août

Missions / Mois	Inventaires des habitats naturels et flore	Inventaire des reptiles	Inventaire de l'avifaune	Inventaire des mammifères	Inventaire des insectes
Janvier					
Février					
Mars					
Avril					
Mai					
Juin					
Juillet					
Août					
Septembre					
Octobre					
Novembre					
Décembre					

Figure 373 : Planning et organisation des visites annuelles - BIOCOR

Année	Gestion	Suivi
N =		
N+1	G1 G4 (Fauche avec export + Sursemis)	E1 E2
N+2	G1 G2 G4 (Fauche avec export)	E1 E2
N+3	G1 G3 G4 (Fauche avec export)	E1 E2
N+4	G1 G2 G4 (Fauche sans export)	E1
N+5	G1 G4 (Fauche avec export)	E1
N+6	G3 G4 (Fauche sans export)	
N+7	G4 (Fauche avec export)	
N+8	G2 G4 (Fauche sans export)	E1
N+9	G3 G4 (Fauche avec export)	
N+10	G4 (Fauche sans export)	
N+11	G4 (Fauche avec export)	E1
N+12	G3 G4 (Fauche sans export)	
N+13	G2 G4 (Fauche avec export)	
N+14	G4 (Fauche sans export)	
N+15	G3 G4 (Fauche avec export)	E1

Tableau 62 : Calendrier des actions générales sur n+15 - BIOCOR

Informer et sensibiliser le public aux enjeux écologiques (07.E.A.03)

En complément des panneaux de sensibilisation installés lors de la phase chantier, prévoir également des supports de sensibilisation dans les livrets d'accueil remis aux habitants lors de leur arrivée, afin de diffuser ces messages de manière plus large et continue.

6.4.7.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Suivi des phases de conception du projet urbain par l'écologue
- Bilan d'opération par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable
- Réaliser par un écologue un suivi du développement de la faune et de la flore et des aménagements à la livraison puis 15 ans après la livraison du quartier et notamment les 5 premières années
- Suivi et application d'un plan de gestion écologique et différencié par un écologue
- Intégration de supports de sensibilisation au sein des livrets d'accueil pour les nouveaux habitants du quartier

6.4.8. Effets permanents sur le paysage et le patrimoine et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEUTRE SUR L'ARCHEOLOGIE	NEGLIGEABLE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE PAYSAGE (AUX ABORDS DU SITE)	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE PATRIMOINE ARCHITECTURAL DU SITE	FORT	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.8.1. Rappel des solutions retenues dans le cadre du projet

A la suite d'une saisine spontanée, la DRAC a indiqué le 11 octobre 2024, que le projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.

Par ailleurs, le site actuellement en friche, a une végétation dense et très développée bien que majoritairement composée d'essences invasives. Cette végétation s'insère en continuité avec les zones végétalisées le long de la voie ferrée longeant le site dans sa partie Ouest, et les alignements d'arbres et les jardins plantés de pelouse extensive et de regroupements d'arbres et d'arbustes à l'est du site.

En lien avec la présence de 2 halles, l'emprise du projet est concernée par différents périmètres de protection au titre des monuments historiques ou sites inscrits et classés.

Afin d'avoir un impact positif sur le paysage, les réflexions sur le plan guide ont d'ores et déjà intégrées des invariants du projet pour intégrer le projet dans son environnement et mettre en valeur les Cathédrales du Rail.

Pour cela, le plan guide prévoit :

- Conservation et réhabilitation des 2 halles historiques
- Aménagement d'un parc de 1,8 ha devant les Cathédrales générant une mise à distance
- Aménagement d'une lisière dédiée à la biodiversité en contact direct avec le parc et les voies ferrées générant une continuité paysagère
- Un parvis renaturé et un préau ouvert sous une partie de la grande halle pour assurer l'accroche avec le groupe scolaire Aimé Césaire depuis le parvis et la grande cathédrale

- La valorisation active du grand paysage et des cônes de vues sur l'horizon du Nord de Paris depuis la butte (Montmartre, Sacré Cœur, Tribunal de Grande Instance, etc.)
- Une programmation de commerces et services à rez-de-chaussée contribuant à animer la rue
- Aménagement d'un éclairage spécifique des halles avec un éclairage sur le bâtiment et dans le bâtiment. Celui-ci sera dissocié de l'éclairage prévu sur les espaces publics, il devra permettre de mettre en valeur les bâtiments tout en préservant la biodiversité du parc.

6.4.8.1. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Aucune mesure d'évitement, de réduction ni de compensation n'ont été prévues à ce jour concernant ce volet, au vu de l'état actuel du quartier et de son évolution prévue.

6.4.9. Effets permanents sur la mobilité, trafic, la circulation et le stationnement et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEUTRE SUR LE TRAFIC ROUTIER DANS LE SECTEUR	NEGLIGEABLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.9.1. Description des incidences notables permanentes du projet sur l'ambiance sonore du projet

Une étude d'impact sur le trafic, les conditions de circulation et de stationnement a été réalisée par le bureau d'étude COSITREX entre 2023 et 2026. Les résultats de ces études sont repris dans le présent chapitre.

- Hypothèses utilisées :
  - La situation future dite « projetée » correspond à la situation à l'horizon de la livraison du projet, prenant en compte les autres projets identifiés (opérations et infrastructures) pouvoir une influence sur les conditions de circulation, ainsi que le projet étudié.
    Elle correspond à une situation future à l'horizon 2032 ave le projet.
  - Programme étudié :
    - Ilot des Enfants :
      - Nombre de logements : 160
      - Stationnement sur l'îlot : 0
      - Stationnement reporté dans la Centrale des Mobilités : 106
    - Ilot Parc :
      - Nombre de logements : 210
      - Stationnement sur l'ilot : 77 places via un parking souterrain sur 1 seul niveau, accessible depuis la nouvelle voie crée, parallèle à la rue du Bailly
    - Ilot Cœur de Ville
      - Nombre de logements : 245, dont :
        - 65 logements (LLS), avec un parking souterrain de 35 places sur 2 niveaux, accessible depuis le Chemin des Petits Cailloux,
        - 180 logements (ACC et BRS), avec un parking souterrain de 110 places sur 2 niveaux, accessible depuis l'Av. du Président Wilson, au sud de l'Av. de la Métallurgie.
    - Ilot Faubourg :

      - Nombre de logement : 110
      - Stationnement sur l'ilot avec un parking accessible depuis l'Avenue du Président Wilson entre la rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux
    - Les Cathédrales
      - Equipement dédié aux arts urbains avec un objectif de 100 000 visiteurs par an
      - Les bâtiments (ERP de type L, catégorie 1) auront une jauge maximale de :
        - 8 300 personnes dans la Petite Halle
        - 3 300 personnes dans la Grande Halle
      - La fréquentation moyenne sera de 2 000 visiteurs par semaine, avec des pointes de fréquentation plus importantes en fonction des évènements
      - L'offre de stationnement de l'équipement : aucune offre de stationnement n'est prévue pour les visiteurs et le personnel en raison de la qualité de la desserte du site par les transports en commun
      - Les livraisons sont estimées à 2 à 3 camions par semaine en moyenne, avec un trafic plus élevé pour les grandes manifestations.
        L'accès des livraisons se fera par le Chemin des Petits Cailloux.
    - Une Pièces en Plus : le site de la société « Une pièce en plus » sera remodelé dans le cadre du projet. Un nouvel accès se fera à l'avenir depuis le Chemin des Petits Cailloux (en lieu et place de la situation actuelle qui se fait depuis l'avenue du Président Wilson).
      Le trafic engendré par le site en phase exploitation est d'environ 20 camionnettes par jour.

  - Aménagement de la Centrale des Mobilités :
    - 106 places de stationnement dédiées à l'ilot des Enfants
    - 50 places de stationnement dédiées à l'ilot Parc
    - 30 places dédiées à la résidence étudiante aménagée au sein de l'Ilot Parc
- Organisations des accès :
  - La Centrale des Mobilités sera accessible depuis la nouvelle voie, parallèle à la rue du Bailly
  - Le projet prévoit l'aménagement de 3 entrées :
    - Le site est accessible depuis l'Avenue du Président Wison. L'entrée se fera au nord et à proximité du carrefour avec la Rue du Landy. L'entrée se fera en tourne-à-droite
    - Le site est accessible depuis le carrefour existant entre la rue du Bailly et l'avenue du Président Wilson. Cet accès est géré par des feux tricolores.
    - Le Chemin des Petits Cailloux, requalifié par Plaine Commune, est maintenu en double sens.
  - En parallèle,
    - une voie nouvelle en sens unique sera aménagée pour accéder en particulier à la centrale des mobilités et au parking de l'îlot Parc.
    - L'ensemble du quartier sera aménagé en zone 30.
    - La Rue du Bailly sera maintenue en sens unique vers le sud. Le réseau de voirie du quartier sera donc aménagé en zone apaisée qui favorise une circulation partagée sur la chaussée entre les vélos et les véhicules motorisés.
    - Le double sens cyclable sera autorisé et signalé sur l'ensemble du réseau de voirie du quartier.
    - Un axe Nord-Sud accessible aux cyclistes lors des heures d'ouverture du parc sera aménagé le long du parc à l'ouest du quartier et permettra de traverser le quartier en vélos.

La carte ci-contre présente le plan de circulation du quartier ainsi que les accès aux différents parkings des différents îlots.

Figure 374 : Situation projetée - Plan de circulation - COSITREX

- Génération de trafic – Projets de logements
  - Le trafic automobile engendré aux heures de pointe sera constitué principalement par les déplacements domicile-travail des futurs résidents pour le programme de logements, et des futurs employés pour le programme d'activités.
  - Compte tenu de la situation du projet et de la desserte par les transports en commun du secteur qui sera renforcée d'ici 2032, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs résidents devrait être inférieure à la moyenne de la commune (estimé à 24%).
    Cette part modale peut être estimée à 20%

  - A partir de cette hypothèse et du contexte socio-démographique du territoire, COSITREX évalue le trafic aux heures de pointe suivant :
    - Emission de 112 UVP / heure à l'heure de pointe du matin
    - Attraction de 95 UVP / heure à l'heure de pointe du soir.
- Génération de trafic – Programme d'activité
  - Les activités prévues dans le cadre du projet pourront créer environ 100 emplois.
  - Le trafic engendré aux heures de pointe par les programmes de bureaux et d'activités peut être estimé en fonction de la répartition modale des trajets domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis, de la capacité du parking prévu et de la proximité et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.
  - Compte tenu de la situation du projet, de la desserte par les transports en commun du secteur qui sera renforcée d'ici 2032, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs employés devrait être inférieure à la moyenne de la commune (estimé à 33%).
    Cette part modale peut être estimée à 20%.
  - A partir de cette hypothèse et du contexte socio-démographique du territoire, COSITREX évalue le trafic aux heures de pointe suivant :
    - Emission de 11 UVP / heure à l'heure de pointe du matin
    - Attraction de 10 UVP / heure à l'heure de pointe du soir.

- Affectation de trafic des projets
  - Pour chacune des origines et des destinations, l'itinéraire le plus court a été calculé, afin d'établir les voies empruntées. Les itinéraires ont été calculés pour l'heure de pointe du matin et du soir, en fonction des origines/destinations et du plan de circulation du quartier.
  - La répartition estimée est la suivante :
    - 45% vers et depuis l'Av. du Président Wilson nord,
    - 40% vers et depuis la Rue de Conflans est,
    - 5% vers et depuis la Rue du Nandy est et ouest,
    - 5% vers et depuis l'Est par la Rue de la Montjoie et la Rue de la Métallurgie.

- Evolution du trafic

  Les cartes suivantes présentent le volume de trafic estimé sur les voies du secteur aux heures de pointe à l'horizon de la situation projetée.

Figure 375 : Situation projetée - Heure de pointe du matin - COSITREX

Figure 376 : Situation projetée - Heure de pointe du soir - COSITREX

Par rapport à la situation actuelle, il est estimé que la génération de trafic de l'opération sera faible aux heures de pointe.

- Fonctionnement des voies et des principaux carrefours

  - Avenue du Président Wilson et Rue du Landy :
    - le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 74 UVP/h le matin (soit une augmentation de 4% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 81 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).
    - La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 53% le matin et 51% le soir (au lieu de 56% le matin et 53% le soir en situation « Fil de l'eau »)

    L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

  - Avenue du Président Wilson et Rue du Bailly nord :
    - Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 12 UVP/h le matin (soit une augmentation de 2% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 75 UVP/h le soir (soit une augmentation de 11%).
    - L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité puisque le trafic supplémentaire sera constitué par des flux depuis l'Av. du Président Wilson dont une part importante en tourne-à-droite (sans conflit) vers la Rue du Bailly.

  - Avenue du Président Wilson et Avenue Amilcar Cabral :
    - L'intersection entre ces deux voies est gérée avec deux carrefours fonctionnant avec des feux tricolores.
    - Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaire uniquement le soir avec 26 UVP/h (soit une augmentation de 4%).
    - Le carrefour situé à l'est supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 67 UVP/h le matin (soit une augmentation de 12% par rapport à la situation « Fil de l'eau »), et 29 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).
    - La réserve de capacité du carrefour ouest demeurera satisfaisante aux heures de pointe, avec 51% le matin et 52% le soir (au lieu de 51% le matin et 54% le soir en situation « Fil de l'eau »).
    - La réserve de capacité du carrefour situé à l'est demeurera également satisfaisante, avec 57% le matin et 44% le soir (au lieu de 61% le matin et 47% le soir en situation « Fil de l'eau »).

    Ainsi, le fonctionnement du carrefour demeurera satisfaisant aux heures de pointe.

  - Avenue du Président Wilson et Rue du Bailly sud :
    - Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 59 UVP/h le matin (soit une augmentation de 8% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 46 UVP/h le soir (soit une augmentation de 7%).
    - La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 47% le matin et 54% le soir (au lieu de 52% le matin et 56% le soir en situation « Fil de l'eau »).

    L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

- Avenue du Président Wilson et Rue de la Montjoie :
  - Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 70 UVP / h le matin (soit une augmentation de 12% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 39 UVP/h le soir (soit une augmentation de 6%)
  - La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 56% le matin et 52%e le soir (au lieu de 60% le matin et 55% e soir en situation « Fil de l'eau »)

  Ainsi, l'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité

- Avenue du Président Wilson et Chemin des Petits Cailloux :
  - Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 51 UVP / h le matin (soit une augmentation de 7% rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 26 UVP / h le soir (soit une augmentation de 4%)
  - Les temps d'attente des véhicules qui débouchent depuis le Chemin des Petits Cailloux demeureront faibles et ne dépasseront pas 8 secondes le matin et 7 secondes le soir (comme en situation « Fil de l'eau »

  Ainsi, l'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

- Avenue du Président Wilson et Rue de la Métallurgie :
  - Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaires d'environ 51 UVP / h le matin (soit une augmentation de 7% par rapport à la situation « Fil de l'eau » et 27 UVP / h le soir (soit une augmentation de 4%)
  - Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaires d'environ 41 UVP / h le matin (soit une augmentation de 6% par rapport à la situation « Fil de l'eau » et 44 UVP / h le soir (soit une augmentation de 6%)
  - La réserve de capacité du carrefour ouest demeura satisfaisante aux heures de pointe, avec 44% le matin et 51% le soir (au lieu de 48% le matin et 53% le soir en situation « fil de l'eau »)
  - La réserve de capacité du carrefour situé à l'est demeurera satisfaisante, avec 55% le matin et 52% le soir (au lieu de 57% le matin et 55% le soir en situation « fil de l'eau »)

  Ainsi, l'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

- Accès aux parkings
  - Les deux parkings accessibles de la voie nouvelle (parking de la Centrale des mobilités et parking de l'ilot Parc) auront des entrées et sorties dans des conditions d'accès satisfaisantes en raison d'un tourne-à-droite depuis une voie en sens unique vers le sud
  - En ce qui concerne les parkings accessibles directement sur l'Av. du Président Wilson (parking de l'ilot Faubourg et de l'îlot Cœur de Ville (ACC et BRS), les entrées et sorties des parkings se feront uniquement en tourne-à-droite puisqu'ils seront accessibles depuis la voie ouest de l'Av. du Président Wilson qui est en sens unique vers le sud.
    Les entrées se feront depuis le nord en tourne-à-droite sans conflit.
    Les sorties se feront en tourne-à-droite vers le sud, avec des temps d'attente qui seront faibles pour les deux parkings et ne dépasseront pas 8s aux heures de pointe.
  - La desserte du parking de l'îlot Cœur de Ville (programme LLS) depuis le Chemin des Petits Cailloux se fera également dans de bonnes conditions en raison du faible volume de trafic qui circulera sur le Chemin des Petits Cailloux.

- Desserte du projet en transport en commun

Le site est situé dans un secteur bien desservi par les transports en commun : RER B et D à moins de 15 minutes à pied ; métros 12, 13 et 14 à environ 15 minutes à pied ; 3 lignes de bus au niveau de l'Avenue du Président Wilson (lignes 153, 302 et 353) en direction de Paris et des arrêts de transports lourds (RER ou métro).

Ce réseau de transport va être renforcé de façon très importante en situation future avec plusieurs lignes du métro du Grand Paris Express.

Ainsi, en 2032, le secteur sera desservi par :

- Ligne de métro 15 : station « Stade de France », à 12 minutes à pied
- Ligne de métro 16 : station « Saint-Denis Pleyel », à 20 minutes à pied
- Ligne de métro 17 : station « Saint-Denis Pleyel », à 20 minutes à pied
- Prolongement du Tramway 8 avec la station « Lycée Angela Davis », à 11 minutes à pied

L'équipement culturel « Les Cathédrales » sera accessible exclusivement en transport en commun et en modes actifs. La desserte du secteur en transport en commun est satisfaisante en situation actuelle et sera renforcée en 2031 avec plusieurs nouvelles lignes de métro du Grand Paris Express.

Par conséquent, la desserte du secteur en transport en commun est satisfaisante en situation actuelle et sera renforcée en 2032 avec plusieurs nouvelles lignes de métro du Grand Paris Express. L'équipement culturel « Les Cathédrales » sera donc facilement accessible en transport en commun et en modes actifs.

6.4.10. Effets permanents sur l'environnement sonore du projet et impact éventuels sur la santé des habitants et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE	MODERE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LES SOURCES DE BRUITS EXISTANTES SUR LE PROJET	FAIBLE -MODERE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.10.1. Description des incidences notables permanentes du projet sur l'ambiance sonore du projet

Pour rappel, l'ambiance sonore actuelle sur le site d'étude est principalement influencée par le trafic ferroviaire directement à l'Ouest, comme le montrent les cartes de niveaux sonores, les cartes de bruit locales et le classement sonore des voies par le département. Seuls les bâtiments donnant directement sur l'Avenue du Président Wilson sont influencés davantage par le trafic routier.

Les niveaux sonores sur le site sont globalement modérés au sens réglementaire ($L_{Aeq,j} < 65$ dB(A) et $L_{Aeq,n} < 60$ dB(A)).

Les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures. Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la

période nocturne. Les bâtiments adressés directement sur l'Avenue du Président Wilson (catégorie 3) sont exposés à un niveau sonore > 70 dB(A).

Les mesures vibratoires n'indiquent pas d'enjeux majeurs sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles. De plus le bruits solidien maximum issus du trafic devrait rester inférieur à 28 dB(A), soit en-dessous du seuil de 30 dB(A) conseillé dans les pièces de vie sur la période nocturne.

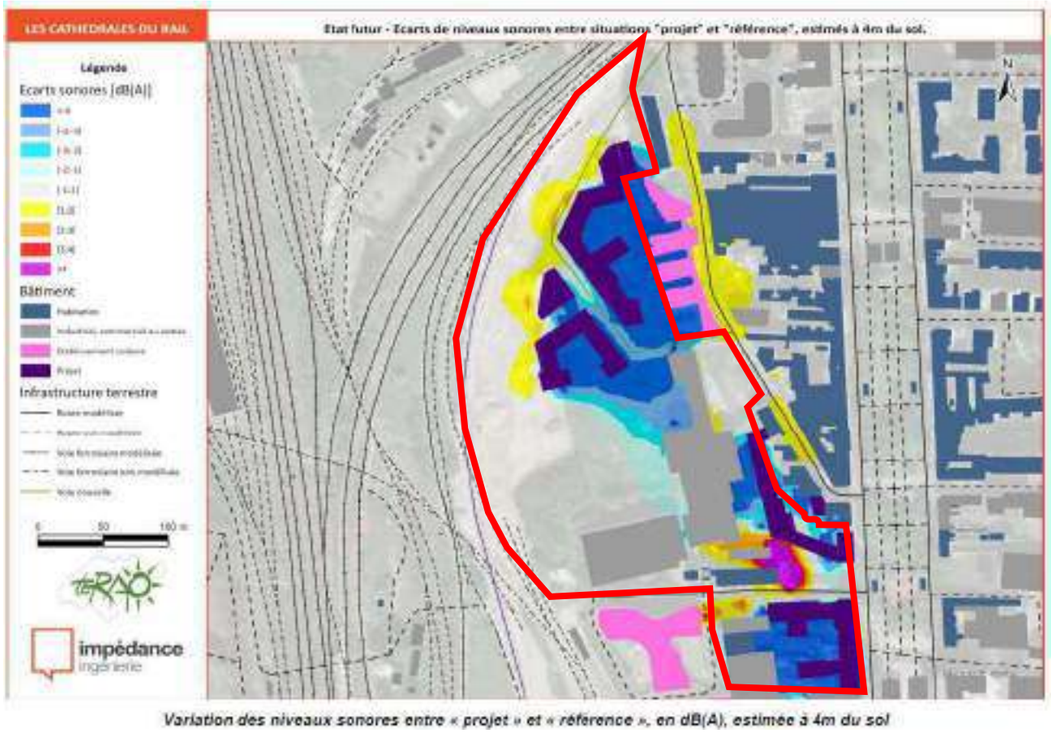
Une étude d'impact acoustique a été réalisée par le bureau d'étude IMPEDANCE en 2026. Les conclusions sont reprises dans le présent chapitre. Le projet d'aménagement a été modélisé à terme en tenant compte des évolutions de trafics (routiers et ferroviaires) prévisionnels d'une part, et aussi de la situation réglementaire qui intègre le classement sonore des routes environnantes.

Ainsi, les hypothèses de trafics routiers futurs sont issues de l'étude réalisée par Cositrex à l'horizon projeté de 2032. La géométrie du viaduc du CDGx est issue du modèle « 2023-PROJET SIMP.skp », celle des bâtiments du projet provient des documents « DA-CATH-2025-PROG-A3 2000 » et « DA-AIX-3D-CATH-DEC 2025 ». Les données de trafics ferroviaires correspondent à celles indiquées dans l'étude acoustique du CDGx : « ST DENIS CATH AAP etude acoustique CDGEX » ajusté pour l'étude en cours. Les trafics, modèles et vitesses des trains sont indiqués ci-dessous. La ligne Charles-de-Gaulle Express (CDGx), actuellement en construction à proximité directe du projet, est prise en compte avec un trafic d'environ un train toutes les 7 minutes entre 6 et 0h, soit environ 150 trains par jour. La mise en service du Charles-de-Gaulle express (CDGx), et plus particulièrement du viaduc à l'Est, devrait augmenter les niveaux sonores sur le site d'environ 1 à 2 dB(A) par rapport à la situation existante.

Dans l'ensemble les niveaux sonores sur le site resteront modérés au sens réglementaire avec des valeurs diurnes LAeq,j < 65 dB(A) et nocturnes LAeq,n < 60 dB(A). Seules les façades du projet donnant sur l'avenue du Président Wilson seront en ambiance sonore non modérée de jour (niveaux de 67 à 72 dB(A)). Globalement les effets du projet seront positifs sur l'environnement sonore du quartier.

Des augmentations de niveaux sonores sont prévues ponctuellement :

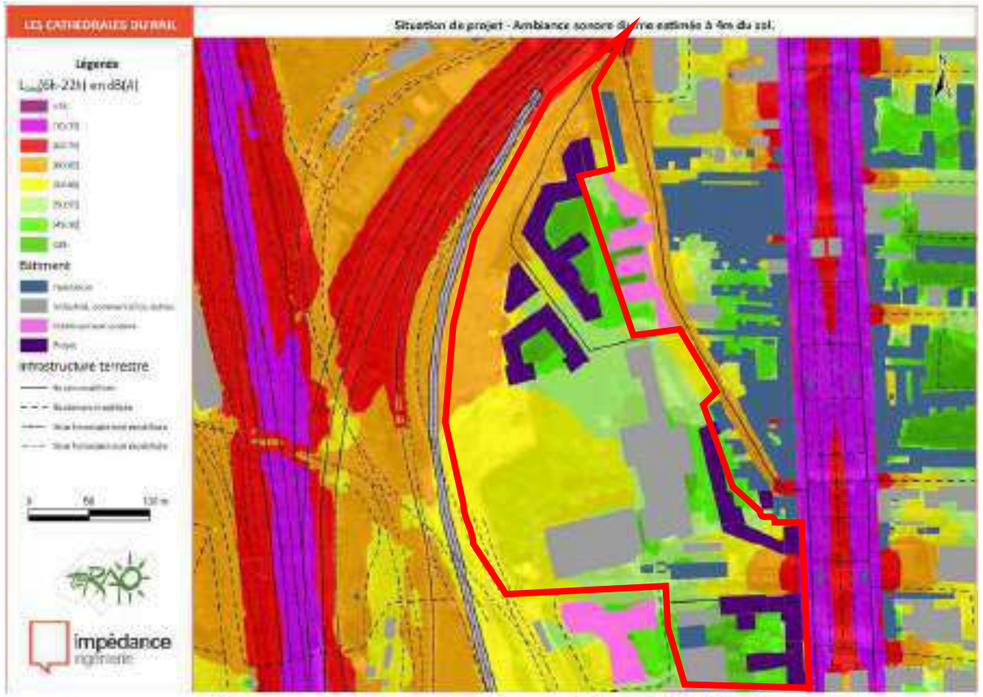
- Les trafics routiers induits par les nouveaux logements devraient contribuer à une faible augmentation des niveaux sonores de l'ordre de +1 dB(A) sur la rue de Bailly.
- Les augmentations plus importantes constatées au Sud sur le Chemin des Petits Cailloux proviennent essentiellement de la démolition de bâtiments existants.
-



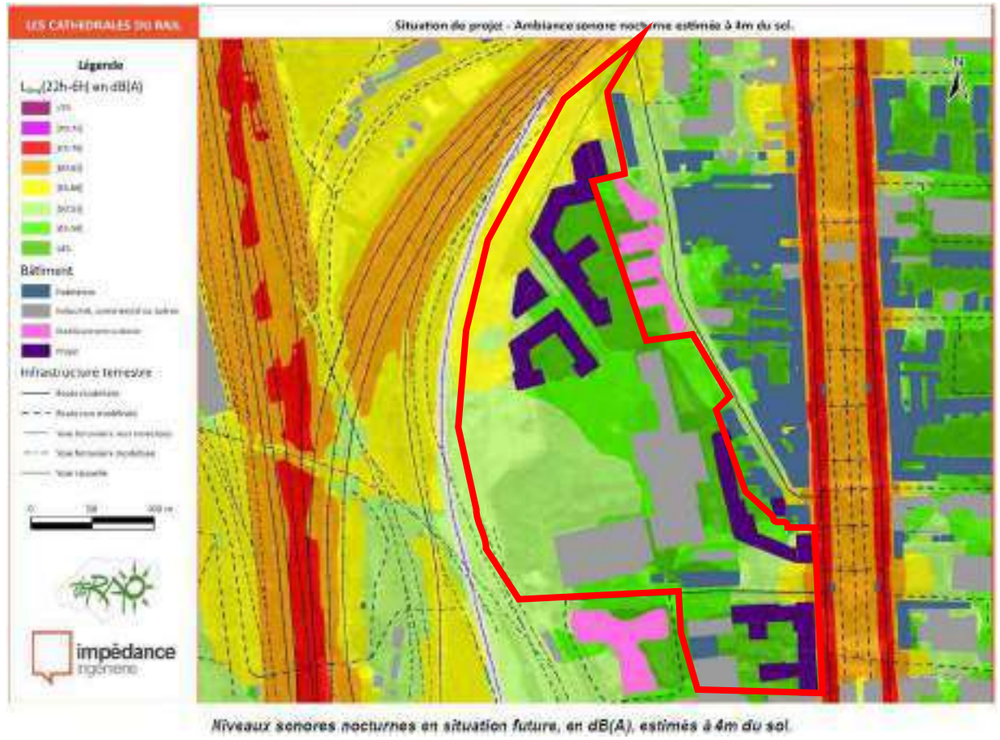
Variation des niveaux sonores entre « projet » et « référence », en dB(A), estimée à 4m du sol

Figure 377 : Variation des niveaux sonores entre « projet » et « état initial », en dB(A), estimée à 4m du sol – Etude acoustique, Impédance, janvier 2026

Figure 378 – Niveaux sonores diurnes en situation de projet en dB(A), estimés à 4m du sol – Etude acoustique, Impédance, janvier 2026



Niveaux sonores diurnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol.



Niveaux sonores nocturnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol.

Concernant, les niveaux sonores en façade des bâtiments du projet, ils seront compris entre 42.5 et 72.5 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures et compris entre 36 et 65 dB(A) de nuit suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures.

Les façades du projet directement exposées aux lignes ferroviaires seront, grâce à l'éloignement par rapport aux voies, relativement épargnées et exposées à des niveaux sonores diurnes modérés, de 60 à 63 dB(A). La nuit ces valeurs varieront autour de 56 à 57 dB(A).

Du côté de l'avenue du président Wilson, les façades du projet directement face à la route seront exposées à des niveaux de bruit relativement importants, de 67 à 72,5 dB(A) de jour et de 60 à 65 dB(A) de nuit. L'ambiance sonore ne sera donc pas modérée, en tout cas de jour.

A l'intérieur du site en projet, les niveaux sonores seront calmes ou modérés, typiquement de 50 / 55 dB(A) le jour et de 45 / 50 dB(A) de nuit.

Côté voies ferrées, on voit que les contributions sonores théoriques sont surestimées par rapport à la réalité et vont contraindre fortement l'aménageur en termes de protection (avec des isolements acoustiques requis bien supérieurs aux valeurs standards). Ces écarts sont énormes et varient autour de +15 dB. Le classement sonore de la ligne RER B est devenu plus bruyant entre 2000 et 2023, passant de la catégorie 3 à la catégorie 2, probablement pour notamment intégrer la ligne CDGx.

Côté avenue du Président Wilson, les écarts de niveaux sonores sont raisonnables, autour de +3 dB, indiquant que le classement sonore routier est assez proche de la réalité (il est devenu moins bruyant entre 2000 et 2023 sur cet axe, passant de la catégorie 3 à la catégorie 4).

Pour rappel, dans la vie quotidienne, l'échelle de niveaux sonores auxquels nous pouvons être exposés varie de 10 à 140 dB. Voici quelques exemples

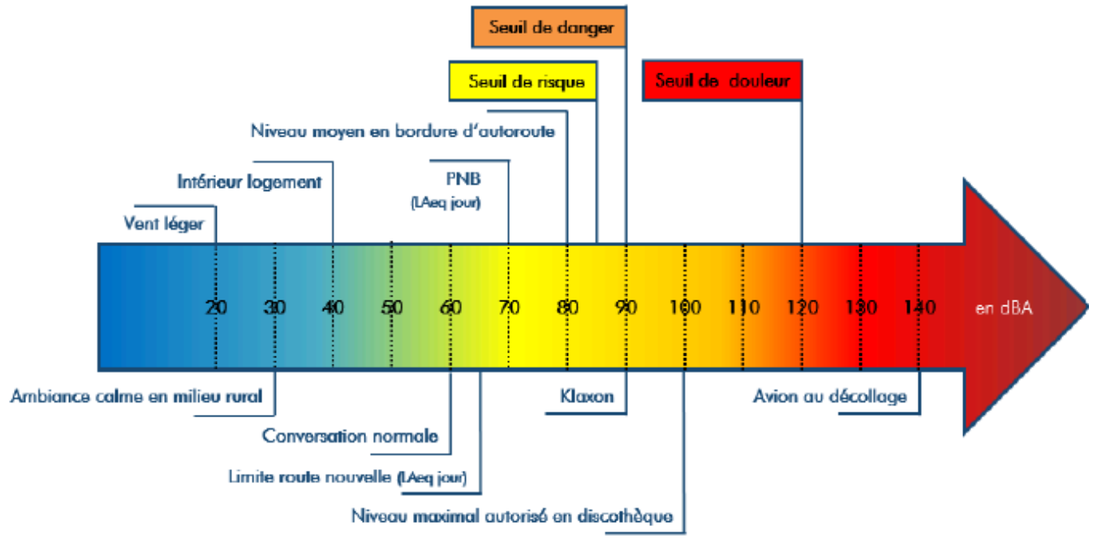


Figure 379 : Echelle de référence des niveaux de bruit. Impédance 2025

Le dB(A), un niveau sonore qui sera représentatif de la sensation auditive humaine, est l'unité la plus fréquemment utilisée en ce qui concerne la caractérisation des bruits dans l'environnement. L'échelle de niveaux ci-dessous illustre quelques effets du bruit sur l'homme :

© TERAO 2026

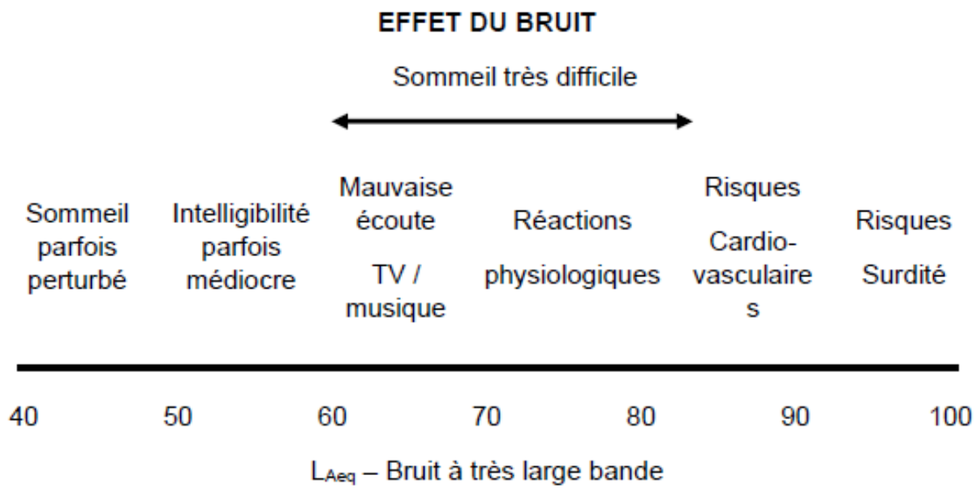


Figure 380 : Effet du bruit sur l'Homme. Impédance 2025.

6.4.10.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

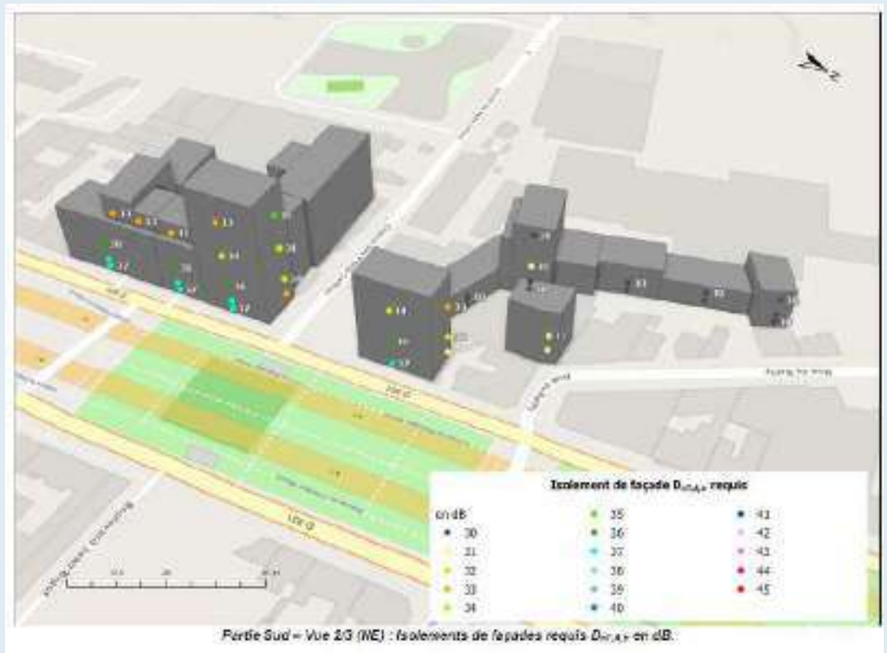
Respecter la réglementation sur l'exigence d'isolement acoustique des façades selon le classement sonore des voies (10.E.R.01)

Les constructions nouvelles sont soumises à une réglementation qui indique les valeurs réglementaires d'isolement minimum à mettre en place sur chaque façade notamment celles incluses dans une zone d'influence d'infrastructures de transport faisant l'objet d'un classement sonore comme c'est le cas dans le projet (voie ferré (catégorie 2) et avenue du président Wilson (catégorie 4).

Rappelons que l'isolement minimal doit être d'un DnT,A,tr de 30 dB pour les pièces principales des logements ou établissements sensibles ; toutes les façades ne seront sans doute pas soumises à un renforcement des isolements, selon la nature de l'occupation des locaux.

Les façades les plus exposées au bruit sont celles orientées à l'Ouest et à proximité des voies ferrées avec des isolements requis pouvant atteindre 43 dB, voire 45 dB pour les plus proches (s'il s'agit de logements).

Figure 381 : Extrait de l'isolement acoustique règlementaire des façades les plus exposées, étude acoustique, Impédance, janvier 2026



Mettre en place des solutions complémentaires pour palier au bruit dans les projets architecturaux (10.E.R.02)

Mettre en place un système de double peau sur les façades exposées du « premier rideau » afin de créer des espaces tampons entre les façades et les logements. Cette solution permettrait d'atteindre des performances élevées à partir de solutions techniques courantes.

6.4.10.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Analyse des PC

6.4.11. Effets permanents sur la qualité de l'air du secteur du projet et mesures ERC conséquentes

6.4.11.1. Description des incidences notables permanentes du projet sur la santé vis-à-vis de la pollution atmosphérique et des GES

Ce chapitre traite de l'analyse des impacts du volet Air concernant le projet des Cathédrales du Rail, il se base sur l'étude réalisée par TechniSim Consultants en 2026.

L'analyse des impacts a été menée en prenant pour cadre la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

A noter que des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (groupes scolaires et établissements dédiés à la santé) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude définie pour l'analyse des impacts.

Le projet va générer des émissions atmosphériques lors des phases chantier et exploitation.

Par rapport à la situation actuelle, les émissions moyennes tous polluants confondus considérés dans cette étude diminuent par rapport à la situation de 2024.

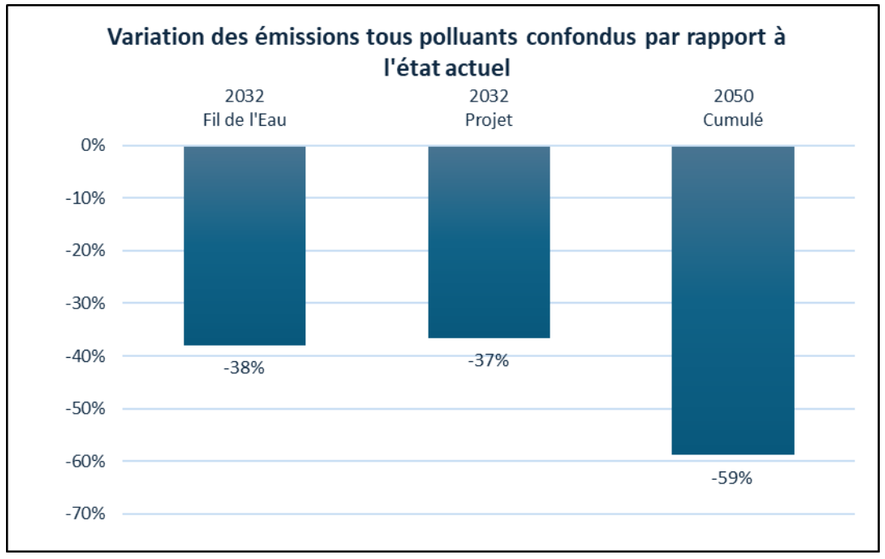


Figure 382 : Evolution moyenne des émissions de polluant en % (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation 2024 - Technisim Consultants, 2026

Tous polluants considérés et confondus dans cette étude, la réalisation du projet génère une évolution moyenne des émissions de polluants considérés et confondus, la réalisation du projet génère une évolution moyenne des émissions de polluants de (-38 % en situation Fil de l'eau 2032, -37 % en situation Projet 2032 et -59 % en situation Cumulé 2050).

Pour les polluants émis individuellement :

- Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer à l'horizon 2032 à l'exception du SO_2 pour lequel les émissions augmentent.
- Les imbrûlés (COVNM) sont également en recul en 2032 et 2050.
- L'augmentation de trafic sur le réseau d'étude en situations Fil de l'eau 2032, Projet 2032 et Cumulé 2050, par rapport à la situation actuelle 2024 sera en grande partie compensée par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions unitaires des véhicules et donc une baisse des polluants de combustion.
- Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), certains voient leurs émissions diminuer de manière moins importante (particules PM10, PM2,5 et chrome) et certains voient leurs émissions augmenter pour toutes les situations (nickel), uniquement en 2032 (arsenic) ou uniquement en situation cumulée 2050 (1,3-butadiène) du fait d'une compensation moins importante et de l'évolution des VK.

Les bâtiments créés respecteront la RE2020. Les émissions liées au bâti s'avéreront ainsi minimes comparées aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile. Le quartier sera raccordé à un réseau de chaleur. Des panneaux photovoltaïques complémentaires seront aménagés en toiture pour l'approvisionnement énergétique. Cela aura pour effet de réduire les émissions de polluants atmosphériques liées à la combustion d'énergie fossile pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire du quartier.

Une des clés de la diminution est en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations) et ce, malgré la hausse des VK (kilomètres parcourus) en situation Projetée 2032.

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude et des voies ferrées ajoutées à la pollution de fond : pour le NO2, les PM10 et les PM2.5,

- les seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré sont respectés pour toutes les situations et horizons sur l'ensemble de la zone d'étude.
- À l'horizon de la mise en place du projet, les seuils OMS (NO_2, PM10, PM2.5) sont dépassés au niveau des résidents (actuels et projetés).

Par rapport à la situation actuelle 2024, sur le réseau d'étude, il est observé :

- Les principaux polluants : NO2, PM10 et PM2.5 voient quant à eux leurs concentrations maximales diminuer pour toutes les situations (sauf pour l'arsenic et le SO_2).
- Au niveau des enjeux liés à la population (lieux vulnérables existants et projetés, habitations de l'emprise projet (actuelles et futures), habitations hors projet), on note une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO2) et par l'abrasion (traceur PM10) pour toutes les situations.
- Par rapport à la situation Fil de l'eau, la mise en œuvre du projet induit :
    - Pollution atmosphérique : une variation des concentrations maximales (conditions trafic) en polluants sur la zone d'étude (+0,23 % en 2032 et -26,9 % en situation Cumulée 2050 en moyenne sur tous les polluants considérés). Les hausses les plus importantes des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation autour du projet (augmentations maximales respectivement de +0,12 µgNO2/m3, +0,03 µgPM10/m3 et de +0,02 µgPM2,5/m3 en 2032).
    - Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations de l'emprise projet, habitations hors projet) il est constaté une variation négligeable des concentrations en polluants en 2032 et une diminution nette des concentrations en polluants en situation Cumulée 2050.
- Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le quartier mais demeurent très faibles en valeurs absolues

En conclusion, la réalisation du projet des Cathédrales du Rail à Saint-Denis va engendrer globalement une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude par rapport à la situation actuelle 2024.

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude, ajoutées à la pollution de fond, pour le NO2, les PM10 et les PM2.5, les seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré (2024, 2032, 2050) sont respectés pour toutes les situations et horizons au niveau du projet, des bâtiments vulnérables existants et des habitants hors projet.

Pour conclure, la réalisation du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis et les hausses de trafic associées sur la zone d'étude comparativement à la situation « Fil de l'eau » n'influent pas significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires à l'horizon 2032, que ce soit au niveau des habitations hors projet, des lieux vulnérables existants et de l'emprise projet. À l'horizon 2050, cette hausse de trafic est majoritairement compensée par le renouvellement du parc et de l'augmentation de la part des motorisations non carbonées.

Tableau 63 : Evolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude, par polluant - Technisim Consultants, 2026

Polluant	Variation par rapport à la situation actuelle 2024			Variation induite par le projet par rapport au FDE	
	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2032 Projet	2050 Cumulé
Oxydes d'azote	-45.5%	-44.3%	-78.5%	2.2%	-60.6%
Monoxyde d'azote	-43.8%	-42.7%	-73.6%	2.1%	-53.0%
Dioxyde d'azote	-49.3%	-48.1%	-90.1%	2.4%	-80.4%
Dioxyde de soufre	4.4%	6.8%	9.5%	2.3%	4.9%
Monoxyde de carbone	-29.3%	-27.7%	-32.9%	2.3%	-5.0%
Particules PM10	-9.7%	-7.7%	-12.2%	2.2%	-2.7%
Particules PM2,5	-15.9%	-14.1%	-21.5%	2.2%	-6.6%
COVNM	-43.3%	-42.5%	-16.0%	2.3%	-68.1%
Benzène	-66.0%	-65.1%	-71.6%	2.4%	-16.5%
Benzo(a)pyrène	-20.4%	-18.5%	-52.0%	2.4%	-39.6%
16 HAP (somme) éq. BaP	-19.1%	-17.3%	-49.5%	2.3%	-37.6%
Arsenic	0.7%	3.1%	-0.5%	2.3%	-1.2%
Chrome	-9.3%	-7.4%	-28.1%	2.1%	-20.7%
Nickel	8.9%	11.5%	21.7%	2.4%	11.8%
1,3-butadiène	-16.3%	-15.5%	53.2%	0.9%	83.0%

Figure 383 : Emissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude par polluant - Technisim Consultants, 2026

Tableau 64 : Concentrations maximales en polluants relevées sur la zone d'étude (conditions trafic) - Technisim Consultants, 2026

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
MAX Grille de calcul (conditions trafic)	Période	2024 Actuel	2032 Fil de l'Eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Dioxyde d'azote	Année	42,97	28,94	29,00	15,34
	Jour	49,64	32,48	32,59	15,98
	Heure	61,53	39,91	39,43	17,24
Particules PM10	Année	20,59	18,22	18,23	14,59
	Jour	21,62	19,12	19,19	15,39
Particules PM2,5	Année	12,64	10,52	10,53	7,50
	Jour	13,43	11,03	11,08	7,92
Dioxyde de soufre	Année	0,697	0,709	0,711	0,721
	Jour	0,768	0,786	0,790	0,810
	Heure	0,897	0,953	0,954	0,995
Monoxyde de carbone	Année	23,72	16,86	16,95	16,87
	Jour	31,24	22,26	22,43	22,18
	Heure	44,68	33,64	32,91	32,76
Benzène	Année	2,25E-02	7,76E-03	7,86E-03	7,57E-03
B[a]P	Année	1,84E-04	1,44E-04	1,44E-04	8,15E-05
Arsenic	Année	1,25E-06	1,30E-06	1,31E-06	1,35E-06
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
MAX Grille de calcul (conditions trafic)	Période	2024 Actuel	2032 Fil de l'Eau	2032 Projet	2050 Cumulé
COVNM	Année	8,44E-01	4,59E-01	4,61E-01	6,51E-01
1,3-butadiène	Année	1,30E-02	9,44E-03	9,50E-03	1,60E-02
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	3,67E-04	2,92E-04	2,94E-04	1,75E-04
Chrome	Année	6,63E-05	6,04E-05	6,08E-05	4,85E-05
NOx (éq. NO_2)	Année	94,17	61,53	61,73	32,71
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées*			

6.4.11.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts du projet

Inciter à la pratique des mobilités alternatives à la voiture individuelle (11.E.E.01)

Eloigner les populations vulnérables des sources nuisibles à la qualité de l'air (11.E.R.01)

La relocalisation de la crèche « Maison du Petit Enfant La Marelle » en retrait de l'avenue du Président Wilson contribue à réduire l'exposition des populations vulnérables. Cette relocalisation de la crèche (actuellement située au 153 Avenue du président Wilson 93200 Saint-Denis) en situation projetée à l'horizon 2032, vers son futur emplacement au Nord-Est de l'emprise projet se traduit par une baisse de l'exposition à la pollution : -6,6 % sur la concentration en NO2 ; -2,9 % sur la concentration en PM10 et -4,0 % sur la concentration en PM2,5.

Abattre les poussières par la végétation (11.E.R.02)

La programmation du projet prévoit l'implantation d'espaces végétalisés (création d'un parc de 1,8 ha au cœur de l'emprise projet), d'une lisière de 0,5 ha à proximité de la voie ferrée (à l'ouest de l'emprise projet) et la plantation d'une trame arborée (notamment le long des voies routières existantes et/ou créées). Le projet prévoit également la végétalisation des toitures/façades en proximité de voie routière.

6.4.11.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots
- Analyse des permis de construire par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable

6.4.12. Effets permanents sur les risques anthropiques du projet

IMPACT NEGATIF SUR L'EXPOSITION DE LA POPULATION AUX RISQUES ANTHROPIQUES	FAIBLE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.12.1. Description des incidences notables permanentes du projet sur la gestion des déchets

Dans le cadre du projet, nous pouvons évoquer un enjeu principal : le risque de pollution de sol mais qui sera traité en chantier et ne devrait pas persister d'après l'étude réalisée.

Pour mémoire, compte-tenu de la non-présence de source de pollution mise en évidence lors de différentes études de sol et études de pollution à l'intérieur des halles, des stratégies spécifiques de dépollution sont prévues pour rendre le site compatible à un usage résidentiel.

Quelques mesures constructives de prévention complémentaires peuvent être mise en place afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment en cas de présence avérée de composés volatils.

6.4.12.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Mettre en œuvre des dispositions constructives spécifiques afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment en cas de présence avérée de composés volatils (12.E.R.01)

À titre d'exemple, ces dispositions peuvent être les suivantes :

- Mettre en place d'une ventilation mécanique continue au sein du niveau de sous-sol ;

- Ajouter un vide de construction aéré / ventilé ;

- Mettre en place un système de dépressurisation des sols (SDS) et/ou d'étanchéité sous dallage.

6.4.12.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots
- Analyse des permis de construire par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable

6.4.13.Effets permanents sur la gestion des déchets et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION ET GESTION DES DECHETS	FAIBLE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.13.1. Description des incidences notables permanentes du projet sur la gestion des déchets

Plaine Commune a la charge de la collecte et du traitement des déchets ménagers. Le traitement est conféré au SITOM93, qui a lui-même délégué cette compétence au SYCTOM. Plaine commune a les pleines compétences concernant la collecte et le traitement des déchets dangereux des ménages et le traitement des déchets collectés dans les déchetteries communautaires.

Sur le territoire de Plaine Commune, la gestion des déchets des particuliers et entreprises suit cette démarche :

- Les encombrants sont collectés en porte à porte deux fois par mois, amenés aux centres de transfert de Saint-Denis puis redirigés vers les bonnes filières ;
- Le verre est collecté en apport volontaire en colonnes aérienne dans 5 villes dont Saint-Denis
- Les textiles sont collectés en apport volontaire ;
- Les déchets ménagers spéciaux sont collectés par apport volontaire dans les 3 déchetteries, et en outre à Saint-Ouen-sur-Seine par collecte mensuelle dans 3 points d'apport ;
- Les déchets d'équipements électriques et électroniques sont collectés par apport volontaire, notamment dans les déchetteries ;
- Les commerçants bénéficient d'une collecte spécifique pour les cartons

A Saint-Denis, le SYCTOM déverse les déchets à différents centres permettant d'absorber le surplus de la production générée par les déchets.

Le futur quartier ne sera pas source de production de déchets dangereux ou non inertes. Cependant, il prévoit une augmentation importante du nombre d'habitants avec la création de 650 logements et 130 logements étudiants.

Enfin, au sein des constructions neuves, il est prévu :

- La cuisine intégrera des équipements permettant le tri des déchets selon différents flux : OM, verre, recyclable, biodéchets (cf. cahier de prescriptions technique compostage partagé en habitat collectif)
- L'aménagement d'un compost collectif

6.4.13.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Sensibiliser aux gestes de bonnes pratiques en matière de tri des déchets dans le livret d'accueil à destination des habitants (13.E.A.01)

6.4.13.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Constat sur place à la livraison de la mise en place des différents équipements (lots privés) par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable
- Sensibilisation au tri des déchets dans le livret d'accueil

6.4.14.Impacts carbone du projet et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE CO_2	FORT	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.14.1. Description des incidences notables permanentes du projet

Le bilan carbone réalisé pour mesurer l'impact carbone du projet permet également d'identifier les paramètres clés, influençant le bilan carbone en phase exploitation, notamment : l'énergie, la gestion des eaux (pluviales, potables et usées), la gestion des déchets et la mobilité.

Plusieurs autres leviers impactent également le projet en phase exploitation. Ces leviers sont néanmoins compris dans le périmètre usager, à savoir que ce sont uniquement les usagers qui pourront jouer un rôle dans la réduction de l'empreinte carbone du quartier. Les leviers sont associés à leurs comportements et englobent les postes liés à l'alimentation, à la mobilité longue distance, aux biens de consommation et aux services. Le quartier devra savoir mobiliser des choix incitatifs, permettant d'embarquer l'usager pour atteindre des performances en phase avec les trajectoires carbones attendues.

Concernant le post énergie, le scénario considéré dans l'étude ACV est celui :

- Raccordement au réseau de chaleur présent sur le site pour les besoins de chauds et d'eau chaude sanitaire,
- Des appoints en énergie renouvelable sont modélisées sur les toitures des constructions neuves (1 200 m² à l'échelle du projet urbain)
- Aucun système de refroidissement n'a été considéré.
- Les 2 halles ne seront ni chauffées, ni climatisées

Selon ces hypothèses, le bilan carbone relatif à l'énergie est estimé à 404 teqCO_2/an ; soit 2% du bilan carbone du projet et 15% du périmètre aménageur.

Les contributions les plus importantes proviennent du poste ECS (45%) puis par le chauffage (19%).

Concernant le contributeur de l'eau, les émissions associées à ce poste sont estimées à 35 t eqCO_2/an soit 1% du bilan carbone global du projet et 1% du périmètre aménageur.

L'impact carbone est lié principalement à la gestion de l'assainissement, suivi de la gestion de l'eau potable. Concernant les eaux pluviales, l'ensemble est collecté dans des noues et rendues au milieu par infiltration.

Concernant le poste des déchets, l'impact carbone associé à leur gestion est estimé à 155 t eqCO_2/an. Ce poids provient majoritairement de la gestion des déchets non recyclés. A l'inverse, la valorisation des déchets par l'Unité de Valorisation Energétique et la gestion des biodéchets permettent de générer des gains carbones jusqu'à -81 t eqCO_2/an. Au global, l'impact est estimé à 76 t eqCO_2/an, soit 1% du bilan carbone global du projet et 3% du périmètre aménageur.

Enfin, concernant le poste mobilité, celui-ci n'est pas directement maîtrisé par l'aménageur, ce qui la rend difficile à réduire. Des mesures incitatives à l'échelle du quartier seront néanmoins envisageables. Les émissions associées à ce poste sont estimées à 1 291 t eqCO_2/an, soit 8% du bilan carbone global du projet et 49% du périmètre aménageur. Ces émissions sont particulièrement associées aux impacts des déplacements domicile-travail et travail secondaire ainsi qu'aux déplacement domicile / achats, / loisirs / affaires personnelles / accompagnant.

6.4.14.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Opter pour l'utilisation généralisée de matériaux biosourcés, sur 12 500 m² (14.E.R.01)

Optimiser la performance environnementale en visant une performance énergétique très élevée (RE2020 seuil 2031) (à l'échelle du projet) (14.E.R.02)

Améliorer la stratégie d'export de terre vers un site de réemploi et maximiser le réemploi des terres de terrassement in situ très élevée (100%) (14.E.R.03)

Développer au-delà des seuils règlementaires la présence de parkings vélos dans les espaces publics et les îlots privés 14.E.R.04)

Développer un réseau de bornes de recharge des véhicules électriques, de bornes deux-roues au-delà de la réglementation 14.E.R.05)

6.4.14.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots
- Analyse des permis de construire des logements et de l'avant-projet des espaces publics par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable

6.4.15. Effets permanents sur la ressource énergétique et mesures ERC conséquentes

IMPACT NEGATIF SUR LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES LIEES AUX LOGEMENTS	MODERE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

6.4.15.1. Description des incidences notables permanentes du projet

Dans le cadre de la présente étude d'impacts, une étude de potentialité en énergie renouvelable a été réalisée pour définir la solution principale de production de chaud (chauffage et eau chaude sanitaire).

Pour limiter les consommations énergétiques du quartier et des logements en particulier, d'autres mesures complémentaires pourraient être mises en œuvre dans la conception des bâtiments

6.4.15.2. Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet

Maitriser les consommations énergétiques des bâtiments par le développement d'une conception bioclimatique des logements (15.E.R.01)

Réfléchir à la mise en place des solutions de production d'énergie renouvelable ou de récupération complémentaires au réseau de chaleur à l'échelle de chaque bâtiment : installation de panneaux photovoltaïques ou récupération de chaleur sur eaux grises (15.E.R.02)

6.4.15.3. Modalités de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures définies

- Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots
- Analyse des permis de construire par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable

6.5. Synthèse des principaux impacts du projet en phase exploitation

Remarque : la colonne « classification des mesures » fait mention de quatre abréviations E, R, C et A pour Eviter, Réduire, Compenser et Accompagner.

Sous-thèmes	Hiérarchisation des enjeux identifiés	Nature et analyse des impacts	Niveau d'impact potentiel (avant mesure)	Mesure concernée (ERC)	Mesures mises en place	Modalités et action de suivi	Niveau d'impact (résiduel)	Nécessité d'une mesure compensatoire et description éventuelle
Risques naturels et climat	Modéré	IMPACT NEGATIF DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR LE PROJET ET SES USAGERS (DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)	Fort	01.E.E.02	Adapter le choix des essences végétales aux conditions climatiques projetées	• Rédaction d'un cahier de recommandations et de prescriptions urbaines, architecturales, paysagères et environnementales pour cadrer la conception des logements et des espaces publics • Analyse des permis de construire des logements et de l'avant-projet des espaces publics par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable • Analyse des dossiers de consultation des entreprises pour s'assurer de la bonne traduction des mesures environnementales dans les marchés de construction par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable • Bilan d'opération par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable	Faible	Non
				01.E.R.03	Prévenir le projet des périodes de gel			
				01.E.R.04	Limiter la prise au vent des équipements			
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LE RISQUE D'ILOT DE CHALEUR ET L'EXPOSITION DE LA POPULATION (DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)	Modéré	01.E.E.01	Eviter la surchauffe des logements par une conception bioclimatique du quartier		Faible	Non
				01.E.R.01	Favoriser les matériaux perméables et la végétalisation des différents espaces extérieurs			
				01.E.R.02	Proposer différentes zones d'usages en fonction des saisons			
Sols et sous-sols	Fort	IMPACT NEGATIF SUR L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Fort	02.E.R.01	Adapter la construction au phénomène RGA	• Les études géotechniques réalisées en amont et celles à réaliser à des stades plus avancés du projet constituent une mesure de suivi à part entière. • L'entrepreneur vérifiera que le type de fondations et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues, • L'entreprise prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les fondations voisines (reconnaissance complémentaire de fondations, déport de la machine, tonnage limité). • Conformément aux prescriptions de la norme NFP 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton (si fondation de ce type mise en place) pourra être prévu par carottage sonique ou impédance • Plan de gestion	Faible	Non
				02.E.R.02	Gestion des eaux pluviales en phase exploitation			
				02.E.R.03	Minimiser les variations de la teneur en eau du terrain avoisinant la construction			
				02.E.A.02	Suivre les ouvrages réalisés			
	Fort	IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES SOLS (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	02.E.R.02	Gestion des eaux pluviales en phase exploitation		Faible	Non
				02.E.A.01	Etablir un plan de gestion			
Eaux superficielles et de ruissellement	Fort	IMPACT POSITIF SUR UN TRAITEMENT QUALITATIF DES EAUX PLUVIALES (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	03.E.R.01	Suivre les mesures du dossier Loi sur l'Eau établit dans le cadre des projets d'aménagement	• Analyse de l'AVP par l'assistant à maîtrise d'ouvrage • Analyse des permis de construire par le BET VRD • Suivi des mesures du dossier loi sur l'eau du projet d'aménagement	Faible	Non
	Négligeable	IMPACT NEUTRE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Faible				Faible	
	Modéré	IMPACT POSITIF SUR LE RISQUE D'EROSION, INONDABILITE ET	Faible				Faible	

		RUISSELLEMENT (DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME)						
Eaux souterraines	Modéré	IMPACT POSITIF SUR LES EAUX SOUTERRAINES (DIRECT / PERMANENT / MOYEN TERME)	Faible	04.E.E.01	Adapter les niveaux de parking au regard de la profondeur de la	• Analyse de l'AVP par l'assistant à maitrise d'ouvrage • Analyse des permis de construire par le BET VRD • Suivi des mesures du dossier loi sur l'eau du projet d'aménagement	Faible	Non
				04.E.R.01	Choisir de planter des essences végétales adaptée à la régulation et à l'épuration des eaux pluviales dans les noues ayant vocation à collecter des eaux pluviales provenant des voiries circulées			
				04.E.R.02	Suivre les mesures du dossier loi sur l'eau établit dans le cadre des projets d'aménagement			
	Neutre	IMPACT SUR LE RISQUE REMONTEE DE NAPPE (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Neutre	Aucune mesure			Négligeable	Non
Réseaux d'eaux pluviales et eaux usées	Faible	IMPACT NEGATIF SUR LA CREATION DE RESEAUX D'USEES (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Faible	Aucune mesure			Faible	Non
	Faible	IMPACT NEGATIF SUR LES VOLUMES D'EAUX USEES A GERER (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Faible	Aucune mesure			Faible	
	Modéré	IMPACT POSITIF SUR LES VOLUME SUR LE PROJET AVEC LA GESTION DES EAUX PLUVIALES (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Faible	05.E.R.01	Gestion des eaux pluviales en phase exploitation à ciel ouvert	• Analyse de l'AVP par l'assistant à maitrise d'ouvrage • Analyse des permis de construire par le BET VRD • Suivi des mesures du dossier loi sur l'eau du projet d'aménagement	Faible	
Eau potable	Faible	IMPACT NEGATIF SUR LA CREATION DE RESEAUX D'EAU POTABLE (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	06.E.R.01	Maîtriser les consommations d'eau potable	• Analyse du dossier d'avancement du projet des espaces publics et des lots à construire par le BET VRD et l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable	Faible	Non
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR L'ACCROISSEMENT DES VOLUMES D'EAU POTABLE CONSOMMES (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)		06.E.R.02	Interdire l'arrosage des espaces verts avec de l'eau potable et privilégier le goute à goute sur les lots et les espaces publics		Faible	Non
Milieu naturel	Neutre	IMPACT NEUTRE SUR LES PERIMETRES DE PROTECTION OU D'INTERET DE ZONE ECOLOGIQUE (DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)	Neutre	Aucune mesure			Neutre	Non
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LES ESPECES PROTEGEES PRESENTES SUR LE SITE (DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)	Fort	07.E.A.01	Mettre en place une gestion écologique des espaces verts permettant une recolonisation spontanée des cortèges floristiques présents actuellement	• Suivi des phases de conception du projet urbain par l'écologue • Bilan d'opération par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable • Réaliser par un écologue un suivi du développement de la faune et de la flore et des aménagements à la livraison puis 15 ans après la livraison du quartier et notamment les 5 premières années • Suivi et application d'un plan de gestion écologique et différencié par un écologue	Modéré	Oui
				07.E.A.02	Suivre l'évolution des habitats naturels et la faune selon les mesures de gestion associées			
				07.E.A.03	Informer et sensibiliser le public aux enjeux écologiques)			
	Modéré		Modéré	07.E.A.01	Mettre en place une gestion écologique des espaces verts permettant une		Modéré	

		IMPACT POSITIF SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA BIODIVERSITE (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)			recolonisation spontanée des cortèges floristiques présents actuellement	• Intégration de supports de sensibilisation au sein des livrets d'accueil pour les nouveaux habitants du quartier		
				07.E.A.02	Suivre l'évolution des habitats naturels et la faune selon les mesures de gestion associées			
				07.E.A.03	Informer et sensibiliser le public aux enjeux écologiques			
Paysage et patrimoine	Négligeable	IMPACT NEUTRE SUR L'ARCHEOLOGIE (DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)	Négligeable	Aucune mesure			Négligeable	Non
	Modéré	IMPACT POSITIF SUR LE PAYSAGE (AUX ABORDS DU SITE) (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Faible				Faible	
	Fort	IMPACT POSITIF SUR LE PATRIMOINE ARCHITECTURAL DU SITE (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Faible				Faible	
Mobilité, trafic, circulation et stationnement	Neutre	IMPACT NEUTRE SUR L'ARCHEOLOGIE (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Neutre	Aucune mesure			Neutre	Non
Environnement sonore	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE (INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	10.E.R.01	Respecter la réglementation sur l'exigence d'isolement acoustique des façades selon le classement sonore des voies	• Analyse des PC par un AMO DD	Faible	Non
				10.E.R.02	Mettre en place des solutions complémentaires pour palier au bruit dans les projets architecturaux			
	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LES SOURCES DE BRUITS EXISTANT SUR LE PROJET (INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	10.E.R.01	Respecter la réglementation sur l'exigence d'isolement acoustique des façades selon le classement sonore des voies		Faible	Non
				10.E.R.02	Mettre en place des solutions complémentaires pour palier au bruit dans les projets architecturaux			
Qualité de l'air	Modéré	IMPACT NEUTRE SUR L'EXPOSITION DE LA POPULATION EXISTANTE A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	11.E.E.01	Inciter à la pratique des mobilités alternatives à la voiture individuelle	• Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots • Analyse des permis de construire par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable	Négligeable	Non
				11.E.R.01	Eloigner les populations vulnérables des sources nuisibles à la qualité de l'air			
				11.E.R.02	Abattre les poussières par la végétation			
Risques anthropiques	Faible	IMPACT NEGATIF SUR L'EXPOSITION DE LA POPULATION AUX RISQUES ANTHROPIQUES (INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME	Modéré	12.E.R.01	Mettre en œuvre des dispositions constructives spécifiques afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment en cas de présence avérée de composés volatils	• Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots • Analyse des permis de construire par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable	Faible	Non
Gestion des déchets	Faible	IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION ET GESTION DES DECHETS (INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	13.E.A.01	Sensibiliser aux gestes de bonnes pratiques en matière de tri des déchets dans le livret d'accueil à destination des habitants	• Constat sur place à la livraison de la mise en place des différents équipements (lots privés) par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable • Sensibilisation au tri des déchets dans le livret d'accueil	Faible	Non

Impact carbone	Fort	IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE CO_2 (DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Fort	14.E.R.01	Opter pour l'utilisation généralisée de matériaux biosourcés, sur 12 500 m²	• Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots • Analyse des permis de construire des logements et de l'avant-projet des espaces publics par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable	Modéré	Non
				14.E.R.02	Optimiser la performance environnementale en visant une performance énergétique très élevée (RE2020 seuil 2031) (à l'échelle du projet)			
				14.E.R.03	Améliorer la stratégie d'export de terre vers un site de réemploi et maximiser le réemploi des terres de terrassement in situ très élevée (100%) (			
				14.E.R.04	Développer au-delà des seuils règlementaires la présence de parkings vélos dans les espaces publics et les îlots privés			
				14.E.R.05	Développer un réseau de bornes de recharge des véhicules électriques, de bornes deux-roues au-delà de la réglementation			
Ressource énergétique	Modéré	IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION ET GESTION DES DECHETS (INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)	Modéré	15.E.R.01	Maitriser les consommations énergétiques des bâtiments par le développement d'une conception bioclimatique des logements	• Intégration des mesures dans le CPAUPE et les fiches de lots • Analyse des permis de construire par l'assistant à maitrise d'ouvrage développement durable	Faible	Non
				15.E.R.02	Réfléchir à la mise en place des solutions de production d'énergie renouvelable ou de récupération complémentaires au réseau de chaleur à l'échelle de chaque bâtiment : installation de panneaux photovoltaïques ou récupération de chaleur sur eaux grises		Faible	

COUTS DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

7. COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

7.1. Chiffrage estimatif des mesures compensatoires sur la lisière de biodiversité

Tableau 65 : Chiffrage estimatif des mesures compensatoires sur la lisière de biodiversité - BIOCOR

Habitats actuels	Besoin en compensation	Habitats de compensation visés	Surface / quantité au sein de la lisière de biodiversité	Prix	Prix total
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	1 737 m²	Haie arbustive et bosquets	1 347 m²	2 unités /m² Soit 2 694 jeunes plants compris entre 5 et 6€ / unité	Entre 13 470 et 16 164 €
Arbres isolés	13 arbres	Arbres	-	-	-
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	129 m²	Pierriers de gabions, hibernacula et zone gravillonnée	Gabions 79 m²	Entre 330 et 360 € / m³	Entre 26 070 et 28 440 €
			12 m³ hibernacula reptiles	200 € / m² soit environ 1 200€ / hibernacula	2 400 €
			200 m² de zone gravillonnée	50€ / m²	10 000 €
Zone de friche dominée par les ronciers	3 720 m²	Prairie mésophile diversifiée + prairie steppique	3375 m² Dont 3 m² pour la Drave des murailles	Semis sans préparation de sol 1€/m²	3 375€
				Semis prairie xérophile + apport minéral type galet et/ou GNT 55€/m²	11 000 €
				Achat de terre amendée (1m sur 5 000 m² / sans mise en place) En fonction des décisions prises sur le traitement de cette zone	≈ 125 000 €
Autre compensation	4 nichoirs à Faucon crécerelle		1 nichoir à Faucon (mât de 6m + nichoir + pose)	1 000 €	1 000 €
	1 hibernaculum petits mammifères		1 hibernaculum petits mammifères	200 € / m²	1 200 €
	Déplacement espèce flore (Drave des murailles – banque de graine)		15 m² sur 20 cm de profondeur soit 3 m³ (+ protocole)	2 000 €	2 000 €
1 panneau pédagogique / sensibilisation	Conception / fourniture et pose (panneau contour bois sur pupitre)			3 000 €	
Total					Entre 198 515 et 203 579€

7.2. Chiffrage estimatif des mesures compensatoires à des emplacements complémentaires

Tableau 66 : Chiffrage estimatif des mesures compensatoires à des emplacements complémentaires

Habitats actuels	Besoin en compensation	Habitats de compensation visés	Surface / quantité au sein de la réserve (Parc)	Prix	Prix total
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	1 737 m²	Haie arbustive et bosquets	390 m²	2 unités /m² 780 jeunes plants compris entre 5 et 6€ / unité	Entre 3 900 et 4 680 €
Arbres isolés	9 arbres	Arbres	9 arbres (Arbre tige, diamètre 16/18)	Environ 500€/arbre	4 500 €
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	129 m²	Pierriers de gabions, hibernacula et zone gravillonnée	-	-	-
Zone de friche dominée par les ronciers	3 720 m²	Prairie mésophile diversifiée	345 m²	Semis sans préparation de sol 1€/m²	345 €
Autre compensation	4 nichoirs à Faucon crécerelle		3 nichoirs à Faucon (1 nichoir sur les toits des Cathédrales + 2 nichoirs dans un rayon de 5 km)	Prix à définir en fonction des emplacements et accès	-
Total					Entre 8 745 et 9 525€ (+ prix nichoirs à définir)

7.3. Bilan financier des études et travaux d'aménagement

Tableau 67 : Bilan des dépenses - SAS Cathédrales du Rail

DEPENSES	QUANTITE	Superficie (m²)	unité (à préciser)	RATIO (€ HT/m²) Unité retenue en colonne D	MONTANT HT
ETUDES					
B1 - Etudes pré-opérationnelles					200 000 €
B2 - Etudes liées au recyclage foncier et pollutions					895 980 €
TRAVAUX					
C1 -Travaux éventuels de remise en état du foncier					
C11 - Archéologie (diagnostic, fouilles, hors redevances)					- €
C12- Travaux de Déconstruction					700 000 €
C13 - Travaux de Désamiantage et retrait du plomb du bâti					650 000 €
C14 - Dépollution des sols (et eaux souterraines) et terrassements					4 078 600 €
C15 - Autres frais de remise en état (sécurisation, enlèvement des déchets, déblais/ remblais hors dépollution, confortement, démontage des anciens équipements industriels, etc)					- €
C16 - Actualisation - révisions sur travaux - remise en état du foncier					302 102 €
C2 – Travaux d'aménagement et de construction intégrés au projet					
C21 - Travaux d'infrastructures (voiries, réseaux, espaces publics)					2 486 547 €
C21b - Travaux de la lisière de biodiversité					275 453 €
C21c - Travaux autres espaces verts					963 047 €
C22 - Travaux de réhabilitation des halles					12 861 869 €
C28 - Actualisation - révisions sur travaux - aménagement et construction					1 079 522 €
C3 - Honoraires sur travaux, Frais de maîtrise d'oeuvre					2 477 929 €
TOTAL					26 971 048 €

INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

8. INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 a été mis en place par la Directive européenne « Oiseaux » de 1979 et par la Directive « Habitats » de 1992. Principale contribution de l'Union européenne à la préservation de la biodiversité, ce réseau a pour objectif d'enrayer l'érosion mondiale de la biodiversité. Il vise particulièrement à protéger à long terme des espèces et des habitats menacés, à forts enjeux de conservation en Europe.

Les zones Natura 2000 sont des sites naturels, terrestres et marins identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent.

Conformément à la réglementation française en vigueur, ayant intégré le droit européen (application des directives 2009/147/CEE dite « Oiseaux » et 92/43/CEE dite « Habitats »), ce rapport dresse un dossier d'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 riverains du périmètre d'étude.

Dans un rayon de 4km autour du site d'études (représenté par une étoile sur le schéma ci-contre), on trouve des sites Natura 2000 et espaces naturels sensibles.

- Plaine Commune est couverte par une ZPS (Zone de Protection Spéciale), le site n°FR1112013 « Sites de la Seine-Saint-Denis » au titre de la Directive 2009/147/CE dite « directive Oiseaux » du 30 novembre 2009, qui est représentée par 2 unités pour une surface totale de 345 ha, dont 308 sur le territoire de Plaine Commune composé du Parc de La Courneuve et du Parc de L'Ile-Saint-Denis.
- Le Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis a désigné trois espaces naturels sensibles (ENS) sur le territoire de Plaine Commune :
  - Le parc de La Courneuve (334 ha, dont 276 ha inclus dans Plaine Commune) ;
  - Le terrain des Essences à La Courneuve (14,4 ha),
  - Le parc régional de la Butte Pinson (19,0 ha) qui s'étend sur 4 communes dont Villetaneuse et Pierrefitte-sur-Seine (aujourd'hui rattachée à Saint-Denis) ;

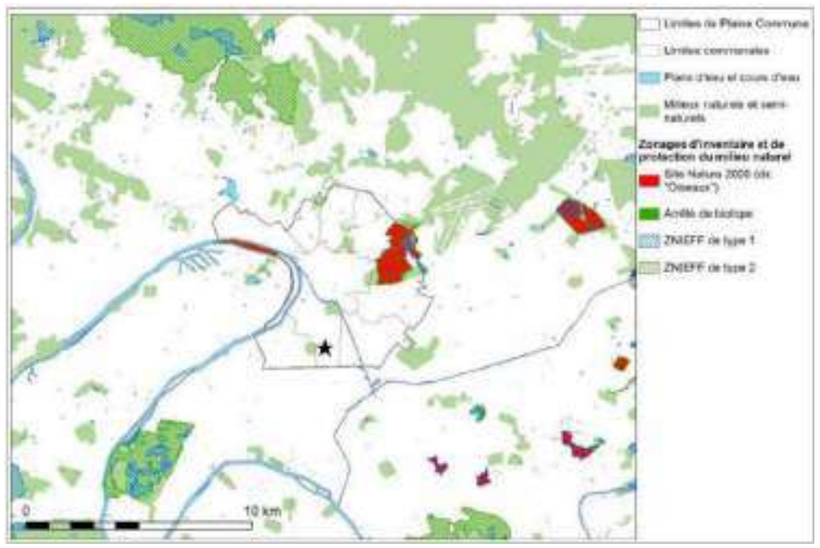


Figure 384 : Zones d'inventaires de protection du milieu naturel - INPN - BIOCOR

L'emprise du projet des Cathédrales du Rail, quant à elle, se situe en dehors de toutes zones protégées répertoriées. Par ailleurs, au regard de la densité urbaine autour de l'emprise du projet, aucun corridor écologique n'est constitué entre l'aire d'étude et les sites naturels protégés cité ci-dessus. Le projet n'impacte donc pas les milieux naturels protégés de Plaine Commune.

ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

9. ANALYSES DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

9.1. Cadre réglementaire

Conformément au décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagement, cette partie consiste à évaluer l'impact de ce projet avec les autres projets connus par l'Autorité Environnementale à proximité pouvant générer un cumul d'impact. Ces projets sont ceux qui, avant le dépôt de la présente étude d'impact, ont fait l'objet :

- D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- D'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Les projets présentés ci-après ont été sélectionnés parmi ceux présents sur les communes ou quartiers jouxtant le site du projet des Cathédrales du Rail et ayant potentiellement des effets cumulés avec le projet. A noter que certains projets n'ont pas fait l'objet ni d'une étude d'incidence environnementale ni d'une évaluation environnementale, mais se trouvent à proximité immédiate du site.

9.2. Projets retenus et impacts cumulés pressentis

Le projet se situe dans un territoire en mutation rapide, à proximité de plusieurs projets majeurs d'aménagement, dont l'influence territoriale et environnementale dépasse leurs limites propres. Les effets cumulés potentiels ne sauraient être négligés.

Le projet de construction de l'ilot Faubourg/TKE (dont la moitié est intégrée au Permis d'Aménager) est analysé dans les impacts du projet. Sur cet ilot, porté par Plaine Commune Développement, il est prévu de construire 110 logements mêlant logements en accession à la propriété et BRS.

❖ Charles de Gaulle Express

Le projet du Charles de Gaulle Express est l'aménagement d'une ligne ferroviaire dédiée et directe entre l'aéroport de Paris Charles de Gaulle et la gare Paris-Est, en 20 min.

Il est prévu la fréquence d'un train tous les ¼ d'heure, de 5h à minuit. Il sera mis en service le 28 mars 2027.

Le tracé du CDGX longe la parcelle du Permis d'aménager du projet. A ce niveau, ce projet ferroviaire est aménagé en viaduc. Pour la construction de celui-ci, une partie du terrain a été défriché par la SNCF à l'ouest du site, y compris sur une partie du site d'étude et ont été imperméabilisé par compactage pour réaliser des plateformes de travail et par la création ponctuelle de dalles béton.

❖ ZAC Landy-Pleyel

Cette ZAC a pour objectif de créer un quartier mixte avec au nord, un pôle tertiaire et un pôle audiovisuel, et au sud, le renouvellement de l'offre de logements. Le périmètre initial de la ZAC créée en 2000 qui était initialement de 26 hectares a été élargi à 35 hectares en 2006.

Au sein de cette ZAC, il est prévu :

- L'émergence du quartier Landy France avec la livraison d'environ 360 000 m² de programmes tertiaires et de services, l'implantation d'entreprises parmi lesquelles Generali et la SNCF
- La Production de 500 logements autour du square des Acrobates - 45 000 m² de SDP
- Commerces et activités : 11 700 m² SDP
- Aménagent d'espaces publics (y compris 2 parcs d'un hectare chacun) : 82 000 m²
- Implantation de l'Académie Fratellini

Dernièrement, l'offre en transport a depuis été décuplée par l'ouverture en 2024 de la nouvelle gare Pleyel du Grand Paris Express (lignes 16, 17, 18), et la réalisation du Franchissement Urbain Pleyel.

❖ ZAC Nozal – Front populaire – Construction lot E1B :

Au sein de cette ZAC, il est notamment prévu la construction du lot E1B : au nord-ouest de la ZAC

Programmation :

- emprise de 5 603 m²
- réalisation de 6 bâtiments, abritant 200 logements, culminant à 10 niveaux et comprenant des commerces en rez-de-chaussée

Le site est actuellement occupé par une friche urbaine, à la suite de démolition des anciens bâtiments d'activité effectuée dans le cadre du projet antérieur

Le projet compte ainsi 100 places de stationnement automobile (dont au minimum 10% pour les véhicules électriques et 632,29 m² de local vélos, soit 354 places, dont 200 en double rack. Plus de la moitié des places sont situées en rez-de-chaussée, les autres sont réparties dans le parking souterrain.

❖ Projet de construction d'un programme immobilier mixte rue Génin à Saint-Denis

Cette programmation vient en lieu et place d'un ensemble voué à la démolition, composé d'une salle évènementielle, d'un centre commercial et de son parking extérieur

Programmation détaillée : la création de surface de plancher totale de 17 100 m² se décomposant comme suit :

- 270 logements en différents immeubles en R+3 à R+13, d'une surface de plancher de 14 900 m² se décomposant en 9 800 m² (135 logements en accession à la propriété et en accession sociale) et 5 100 m², en 40 logements locatifs sociaux et en 96 chambres pour étudiants ;
- un restaurant de 300 m² ;
- 1 900 m² de surface commerciale : (1 500 m² de surface de vente et de 400 m² de stockage en sous-sol) ;
- 185 places de parking : 65 pour la surface commerciale et 120 pour l'ensemble des logements

❖ AOP Porte de la Chapelle

Le projet a pour objectif de renforcer le FRET ferroviaire et fluvial ainsi que les activités de logistique urbaine et de renforcer la présence végétale sur ce site fortement artificialisé.

Ce secteur de 13,9 ha prévoit les principes programmatiques suivants :

- Aménager un pôle économique mixte : un nouveau pôle mixte à dominante tertiaire sera aménagé en tenant compte de l'existant et du bâti industriel et favorisera l'implantation de commerces et de service en rez-de-chaussée des constructions. Les constructions nouvelles destinées au logement sont exclues
- Encourager la logistique urbaine : les activités de logistique urbaine seront à développer au niveau du faisceau ferré en lien avec le FRET

❖ AOP EMGP

Ce secteur stratégique de 38,9 ha est situé à l'interface entre plusieurs sites de projet : la ZAC Nozal-Front Populaire, la ZAC Canal, le Campus Condorcet, le réaménagement de la Porte de La Chapelle ou le secteur de projet du Pont de Stains.

Les principes programmatiques à mettre en œuvre reposent sur l'affirmation de la vocation de parc d'activités innovant :

- l'intégration d'une programmation économique dédiée aux activités créatives, innovantes et aux pratiques culturelles ;
- l'accompagnement du tracé du tramway T8 par le développement de rez-de-chaussée actifs, notamment sous la forme d'activités commerciales et de services, de restaurants, d'équipements, de lieux d'animation urbaine ;
- le développement de la logistique urbaine ;
- le renforcement des activités du secteur audiovisuel, notamment dans le secteur « Ouest Céréales »
- la reconstitution éventuelle des surfaces de commerce de gros existantes, en vue de leur modernisation

La 1ère phase opérationnelle a une programmation mixte d'environ 282 000 m² de SDP.

❖ AOP Secteur de la Plaine Saulnier à Saint-Denis

D'une superficie de 16 hectares environ, ce secteur fait l'objet d'un projet de création d'une ZAC d'intérêt métropolitain.

Dans le cadre des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024, le site de la Plaine Saulnier a été retenu pour accueillir le Centre Aquatique Olympique (CAO), équipement sportif pérenne créé à l'occasion des Jeux.

Son contenu porte sur la phase « héritage », c'est-à-dire sur le projet dans sa version finale postérieure aux Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024. A terme, sont prévus 500 à 650 logements dont 40 % de locatif social.

Le projet d'aménagement de la partie sud de la rue Jules Saulnier, porte sur un programme prévisionnel total d'environ 240 000 m² de surface de plancher (SDP), dont la répartition indicative est la suivante :

- 15 % de surfaces dédiées au Centre Aquatique Olympique (dans son format « héritage », c'est-à-dire à l'issue des Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024) et à son le pôle sportif complémentaire pouvant comprendre des programmes tels que salles de sports, hôtels, bureaux dédiés aux administrations sportives, etc. ;
- 17 % de surfaces dédiées au logement, comprenant au minimum 40% de logements locatifs sociaux et 10% de logements en accession sociale et aidée ;
- 58 % de surfaces dédiées aux bureaux ;
- 8 % de surfaces dédiées aux rez-de-chaussée actifs (activité économique, services, commerces), dont les principaux linéaires sont repérés sur le schéma d'OAP ; des implantations différentes pourront être proposées en fonction des types d'activités envisagés. Ces RDC actifs pourront prévoir des locaux dédiés aux activités culturelles et créatives, en lien avec la démarche du Territoire de la Culture et de la Création
- 2 % de surfaces dédiées à un groupe scolaire et à une crèche

❖ Transports en commun structurants :

- Métro 15, 16 et 17 à la Station Saint-Denis – Pleyel
- Tramway 8 : Prolongement du tronc commun de la ligne de tramway T8 depuis la station-terminus Saint-Denis - Porte de Paris jusqu'à la gare RER E de Rosa-Parks à Paris. 10 nouvelles stations seront créées le long des 5,5 km de ce nouveau linéaire.

Dans le cadre du projet, il est également prévu la création d'un nouvel ouvrage de franchissement du canal Saint-Denis et de ses quais (quai Jean-Marie Tjibaou à l'est et avenue du Général de Gaulle à l'ouest), doublant au nord le pont Francis de Pressensé.

Le projet T8 Sud servira à compléter le réseau existant en offrant un maillage supplémentaire avec le RER B et les lignes du métro 12 et 15. La fréquentation visée est de 100 000 voyageurs par jour. Le projet a pour objectif de renforcer les liens entre le nord parisien et le département de la Seine-Saint-Denis et à accompagner la transformation de ces territoires en pleine mutation.

9.3. Tableau de synthèse des incidences cumulées

Donnés du projet	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu physique	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu naturel	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu humain	Incidences cumulées avec le projet sur le cadre de vie
Charles de Gaulle Express	**Eau superficielles et souterraines**	**Biodiversité**	**Attractivité du territoire**	**Trafic, stationnements et transports**
	Impact Neutre : l'aménagement du CDGX augmente les surfaces imperméabilisées et potentiellement les ruissellements d'eaux pluviales. Le projet des Cathédrales du Rail augmentation la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales	**Impact négatif** : - Destruction ou altération d'une partie des habitats écologiques en place. - Diminution de la trame noire existante. **Impact positif** : - Réduction des espèces végétales invasives - Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales générant un nouveau biotope	**Impact positif** : dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité	Aucun impact cumulé n'est recensé.
	Sol et Sous-sol	**Paysage et patrimoine**	**Qualité de l'air et environnement sonore**	**Equipements et commerces**
	Impact négatif : - Excavations de terres pour la construction des ouvrages - Augmentation de l'aléa au risque retrait-gonflement des argiles	**Impact négatif** : aménagement d'une voie ferroviaire aérienne coupant les perspectives vers le grand paysage **Impact positif** : - insertion du site dans son environnement - Mise en valeur et en lumière des monuments historiques et visibles depuis le CDGX.	**Impact négatif** : nuisances au sein du parc générées par le CDGX **Impact positif** : aménagement d'espaces calmes dans les cœurs d'ilot	Aucun impact cumulé n'est recensé.
ZAC Landy-Pleyel	**Eau superficielles et souterraines**	**Biodiversité**	**Attractivité du territoire**	**Trafic, stationnements et transports**
	Impact positif : augmentation de la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales (alimentation des nappes phréatiques)	**Impact négatif** : destruction ou altération d'une partie des habitats écologiques en place. **Impact positif** : - Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales générant un nouveau biotope - Augmentation de la part de trame arborée et canopée	**Impact positif :** dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité avec l'aménagement d'espaces de vie et de travail conformes aux enjeux présents et futurs	**Impact neutre :** une part importante du programme de la ZAC a déjà été réalisé. Le secteur étant bien desservi par les transports en commun en situation future, l'impact de la réalisation du programme sur les conditions de circulation sur l'Av. du Président Wilson pourrait être limité en raison de la faible part du véhicule particulier dans les trajets domicile-travail des résidents et emplois.
	Sol et Sous-sol	**Paysage et patrimoine**	**Qualité de l'air et environnement sonore**	**Equipements et commerces**
	Impact positif : vérification des sols pollués et adaptation pour la gestion des terres et mise en compatibilité du site avec les usages projets **Impact négatif** : - Excavations de terres pour la construction des ouvrages - Augmentation de l'aléa au risque retrait-gonflement des argiles	**Impact positif** : - insertion du site dans son environnement par de nouvelles accroches - Implantations et volumétries pensées pour s'accrocher au tissu existant - Création d'espaces verts publics offrant des nouveaux usages aux habitants de la commune	**Impact positif** : - aménagement d'espaces calmes dans les cœurs d'ilot - incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	**Impact positif** : aménagement de quartiers hybrides intégrant commerces, équipements publics et espaces tertiaires pour de l'emploi
ZAC Nozal-Front Populaire – Lot E1B	**Eau superficielles et souterraines**	**Biodiversité**	**Attractivité du territoire**	**Trafic, stationnements et transports**
	Impact négatif : Risque d'augmenter l'imperméabilisation des sols **Impact positif** : augmentation de la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales (alimentation des nappes phréatiques)	**Impact négatif** : Destruction ou altération d'une partie des habitats écologiques en place. **Impact positif** : - Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales générant un nouveau biotope - Augmentation de la part de trame arborée et canopée	**Impact positif :** dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité avec l'aménagement d'espaces de vie et de travail conformes aux enjeux présents et futurs	**Impact neutre :** Le secteur étant bien desservi par les transports en commun en situation future, l'impact de la réalisation du programme sur les conditions de pourrait être limité en raison de la faible part du véhicule particulier dans les trajets domicile-travail des résidents et emplois
	Sol et Sous-sol	**Paysage et patrimoine**	**Qualité de l'air et environnement sonore**	**Equipements et commerces**
	Impact positif : vérification des sols pollués et adaptation pour la gestion des terres et mise en compatibilité du site avec les usages projets **Impact négatif** : Excavations de terres pour la construction des ouvrages	**Impact positif** : - insertion du site dans son environnement par de nouvelles accroches - Implantations et volumétries pensées pour s'accrocher au tissu existant	**Impact positif** : - aménagement d'espaces calmes dans les cœurs d'ilot - incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	**Impact positif** : programmations hybrides intégrant des commerces et activités en rez-de-chaussée

Donnés du projet	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu physique	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu naturel	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu humain	Incidences cumulées avec le projet sur le cadre de vie
Projet de construction d'un programme immobilier mixte rue Génin à Saint-Denis	Eau superficielles et souterraines	Biodiversité	Attractivité du territoire	Trafic, stationnements et transports
	Impact négatif : Risque d'augmenter l'imperméabilisation des sols Impact positif : augmentation de la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales (alimentation des nappes phréatiques)	Impact négatif : Destruction ou altération d'une partie des habitats écologiques en place. Impact positif : - Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales générant un nouveau biotope - Augmentation de la part de trame arborée et canopée	Impact positif : - dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité avec l'aménagement d'espaces de vie et de travail conformes aux enjeux présents et futurs - Démarche en économie circulaire générant des ressources pour d'autres projets du territoire	Impact neutre : Les 2 secteurs étant bien desservis par les transports en commun en situation future, l'impact de la réalisation du programme sur les conditions de pourrait être limité en raison de la faible part du véhicule particulier dans les trajets domicile-travail des résidents et emplois.
	Sol et Sous-sol	Paysage et patrimoine	Qualité de l'air et environnement sonore	Equipements et commerces
	Impact positif : vérification des sols pollués et adaptation pour la gestion des terres et mise en compatibilité du site avec les usages projets Impact négatif : Excavations de terres pour la construction des ouvrages	Impact positif : - insertion du site dans son environnement par de nouvelles accroches - Implantations et volumétries pensées pour s'accrocher au tissu existant	Impact positif : - aménagement d'espaces calmes dans les cœurs d'ilot - incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	Impact positif : programmations hybrides intégrant des commerces et activités en rez-de-chaussée
AOP Porte de la Chapelle	Eau superficielles et souterraines	Biodiversité	Attractivité du territoire	Trafic, stationnements et transports
	Impact positif : augmentation de la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales (alimentation des nappes phréatiques)	Impact négatif : Destruction ou altération potentielle d'une partie des habitats écologiques en place. Impact positif : - Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales générant un nouveau biotope - Augmentation de la part de trame arborée et canopée	Impact positif : - dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité avec l'aménagement d'espaces de vie et de travail conformes aux enjeux présents et futurs - développement du transport fluvial et du fret	Impact neutre : le projet pris en compte dans la situation cumulée va engendrer un trafic supplémentaire en particulier sur l'Av. du Président Wilson. Néanmoins, l'analyse des conditions de circulation dans le secteur a montré que les différents carrefours présenteraient des réserves de capacité satisfaisantes en situation projetée, bien au-delà de 40%
	Sol et Sous-sol	Paysage et patrimoine	Qualité de l'air et environnement sonore	Equipements et commerces
	Impact positif : vérification des sols pollués et adaptation pour la gestion des terres et mise en compatibilité du site avec les usages projets Impact négatif : Excavations de terres pour la construction des ouvrages	Impact positif : - insertion du site dans son environnement par de nouvelles accroches - implantations et volumétries pensées pour s'accrocher au tissu existant et pouvoir être traversées	Impact positif : - aménagement d'espaces calmes dans les cœurs d'ilot - incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	Impact positif : programmations hybrides intégrant des activités, commerces, équipements en rez-de-chaussée
AOP EMGP	Eau superficielles et souterraines	Biodiversité	Attractivité du territoire	Trafic, stationnements et transports
	Impact positif : augmentation de la capacité du site à drainer et absorber les eaux pluviales (alimentation des nappes phréatiques)	Impact négatif : Destruction ou altération potentielle d'une partie des habitats écologiques en place. Impact positif : - Aménagement d'espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales générant un nouveau biotope - Augmentation de la part de trame arborée et canopée	Impact positif : - dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité avec l'aménagement d'espaces de vie et de travail conformes aux enjeux présents et futurs - développement d'activités créatives et innovantes - Développement la logistique urbaine	Impact neutre : Les 2 secteurs étant bien desservis par les transports en commun en situation future, l'impact de la réalisation du programme sur les conditions de pourrait être limité en raison de la faible part du véhicule particulier dans les trajets domicile-travail des résidents et emplois. Impact positif : accompagnement au déploiement du T8
	Sol et Sous-sol	Paysage et patrimoine	Qualité de l'air et environnement sonore	Equipements et commerces
	Impact positif : vérification des sols pollués et adaptation pour la gestion des terres et mise en compatibilité du site avec les usages projets Impact négatif : Excavations de terres pour la construction des ouvrages	Impact positif : - insertion du site dans son environnement par de nouvelles accroches - implantations et volumétries pensées pour s'accrocher au tissu existant et pouvoir être traversées	- aménagement d'espaces calmes dans les cœurs d'ilot - incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	Impact positif : programmations hybrides intégrant des activités, commerces, équipements

Donnés du projet	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu physique	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu naturel	Incidences cumulées avec le projet sur le milieu humain	Incidences cumulées avec le projet sur le cadre de vie
AOP Secteur de la Plaine Saulnier à Saint-Denis	Eau superficielles et souterraines	Biodiversité	Attractivité du territoire	Trafic, stationnements et transports
	Impact neutre : ouvrage déjà livré pour l'organisation des JO 2024	**Impact neutre** : ouvrage déjà livré pour l'organisation des JO 2024	Impact positif : dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité avec l'aménagement d'espaces de vie et de travail conformes aux enjeux présents et futurs	**Impact neutre :** Les 2 secteurs étant bien desservis par les transports en commun en situation future, l'impact de la réalisation du programme sur les conditions de pourrait être limité en raison de la faible part du véhicule particulier dans les trajets domicile-travail des résidents et emplois..
	Sol et Sous-sol	Paysage et patrimoine	Qualité de l'air et environnement sonore	Equipements et commerces
	Impact neutre : ouvrage déjà livré pour l'organisation des JO 2024	**Impact neutre** : ouvrage déjà livré pour l'organisation des JO 2024	Impact positif : incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	Impact positif : programmations hybrides intégrant des activités, commerces, équipements (dont groupe scolaire et crèche)
Transports en commun structurant	Eau superficielles et souterraines	Biodiversité	Attractivité du territoire	Trafic, stationnements et transports
	Aucun impact cumulé n'est recensé.	Aucun impact cumulé n'est recensé.	Impact positif : dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité par le renforcement de son accessibilité.	Impact positif : dynamisation du territoire et renforcement de son attractivité par le renforcement de son accessibilité.
	Sol et Sous-sol	Paysage et patrimoine	Qualité de l'air et environnement sonore	Equipements et commerces
	Aucun impact cumulé n'est recensé.	Aucun impact cumulé n'est recensé.	Impact positif : incitation à développer des moyens de transport actifs et collectifs	Aucun impact cumulé n'est recensé.

DESCRIPTION DES METHODES DE PREVISIONS UTILISEES ET DIFFICULTES RENCONTREES

10. DESCRIPTION DES METHODES UTILISEES ET DES DIFFICULTES RENCONTREES

10.1. Démarche de réalisation de l'étude

10.1.1. Méthodes utilisées pour la réalisation de l'étude d'impact

Les méthodes utilisées sont de 2 types :

- **Les méthodes d'analyses descriptives avec collecte de données existantes ou observées**.

  Les éléments traités par ces méthodes peuvent :
  - S'appuyer sur des éléments recensés et connus sur une longue période et être indépendants des périodes d'observations (topographie, urbanisme, socio économie, etc.) ;
  - Être dépendants des périodes d'observations (éléments sonores, paysagers, analyse d'air, etc.). Il est alors nécessaire, de prévoir les périodes d'observations les plus représentatives et les plus critiques au niveau des impacts.

- **Les méthodes d'analyses comparatives après collecte de données existantes ou observées**.
  On retrouve cette méthode notamment lors de l'interprétation des impacts sur les éléments humains telle que l'analyse des besoins, de stationnement, etc.

10.1.2. Présentation des esquisses étudiées et du projet retenu

La description du projet a été élaborée à partir des données relatives transmises par la SAS Cathédrales du Rail.

10.1.3. Description de l'état initial

L'analyse de l'état initial a été réalisée par le recueil des données disponibles auprès des différentes entités détentrices de l'information selon la méthode classique de consultation des services, complétées par des analyses documentaires (Géoportail, Géorisques, BRGM, BASIAS, BASOL, etc.) ainsi que des investigations de terrain.

En outre, l'analyse du territoire d'accueil s'est appuyée sur le rapport de présentation du Plan Local d'Urbanisme intercommunal de Plaine Commune ainsi que l'Etat initial de l'environnement du même PLUi.

Les éléments bibliographiques ont été précisés sur certaines thématiques par la réalisation d'études techniques thématiques :

- Etude pollution
  - Stratégie de dépollution – Mémoire technique – VALGO – Juin 2025
- Amiante :
  - Repérage ALLODIAGNOSTIC, 2015 (Cathédrales du Rail)
  - IRAMIANTE – 2016 (Cathédrales du Rail)
  - FMDC Diagnositcs – 2022 (Centre de santé - Centre de protection maternelle et infantile situé au sud du Chemin des Petits Cailloux)
  - Repérage amiante et plomb avant travaux, GINGER, Janvier 2026
- Etude géotechnique :
  - G1 PGC – ATLAS – Août 2024
  - G2 AVP – ATLAS – Août 2024
  - G5 – Perméabilité des sols – Août 2025
  - G5 – Diagnostic géotechnique – Septembre 2025
- Etude mobilité, COSITREX, Janvier 2026
- Etude acoustique, IMPEDANCE Ingénierie, Décembre 2025
- Etude Air&Santé, TECHNISIM Consultants, Février 2026
- Etude bioclimatique et caractérisation du projet à l'effet d'ilot de chaleur urbain, TERAO, Octobre 2025
- Etude des émissions carbones du projet d'aménagement, TERAO, octobre 2025
- Etude d'approvisionnement en énergies renouvelables, TERAO, mars 2025
- Inventaires faune-flore 4 saisons, SCE, Décembre 2025

10.1.4. Identification et évaluation des effets

L'identification et l'évaluation des effets, tant positifs que négatifs, ont été effectuées dès que possible et selon des méthodes officielles.

Les méthodes d'évaluation des effets ont reposé essentiellement sur la comparaison du projet (plans) avec la réalité du terrain et sur l'étude de documents complémentaires réalisés par des bureaux d'études spécifiques (étude acoustique, étude de pollution des sols, étude géotechnique, étude air et santé, ilot de chaleur, etc.). Cette évaluation a été qualitative ou quantitative dès que possible compte tenu de l'état des connaissances.

10.2. Description des méthodes de prévisions utilisées

10.2.1. Géologie et hydrogéologie

La démarche a consisté à mettre en évidence l'organisation géologique de Saint-Denis et du périmètre de projet en particulier.

Des investigations ont été menées sur le site par le biais d'une étude géotechnique G1 G2 réalisée par le bureau d'étude ATLAS Géotechnique en 2024 puis 2 études G5 (détermination de la perméabilité des sols et recherche d'éventuelles poches de dissolution du gypse antéludien au droit de la parcelle, conformément à la notice technique de l'IGC de Paris (31/01/2016)) afin de documenter le contexte géologique du site et d'identifier les potentiels risques naturels associés.

En complément, des données ont été recueillies sur le site BRGM et InfoTerre.

❖ Méthodologie appliquée pour les sondages et prélèvements de sols

Le programme d'investigation géotechnique proposé par ATLAS Géotechnique comprenait la réalisation de nombreux sondages entre le 10 et 20 juin 2024 comme suit :

- G1 – Etude géotechnique : Phase Préconisation Générale de Construction
  - 8 sondages pressiométriques menés à 10,0 m de profondeur, notés SP1 à SP8, avec enregistrement numérique des paramètres de forage ;
  - 9 sondages au pénétromètre dynamique, notés P11 à P19, menés jusqu'à 3,0 m de profondeur ou au refus,
  - Les sondages SP(i) précédents ont été prolongés jusqu'à 55,0 m en profondeur, en mode destructif avec enregistrement des paramètres de forages ;
  - 48 essais pressiométriques répartis dans les sondages précédents, tous les 1,0 / 1,5 m ;
  - Les sondages SP1, SP4, SP5 et SP7 ont été équipé d'un tube PVC lisse (Ø 52 / 60) jusqu'à 55,0 m de profondeur avec exécution d'un profil de diagraphie différée type Gamma Ray ;
  - 4 sondages piézométriques notés PZ1 à PZ4, menés jusqu'à 8,0 m de profondeur,
  - 4 sondages à la tarière mécanique, notés ST1 à ST4, mené à 2,0 m de profondeur,
  - 4 essais de perméabilité de type Porchet, réalisés au droit des sondages ST(i) précédents,
  - Mesure du niveau d'eau en fin de chantier et un relevé complémentaire effectué le 25/06/2024.

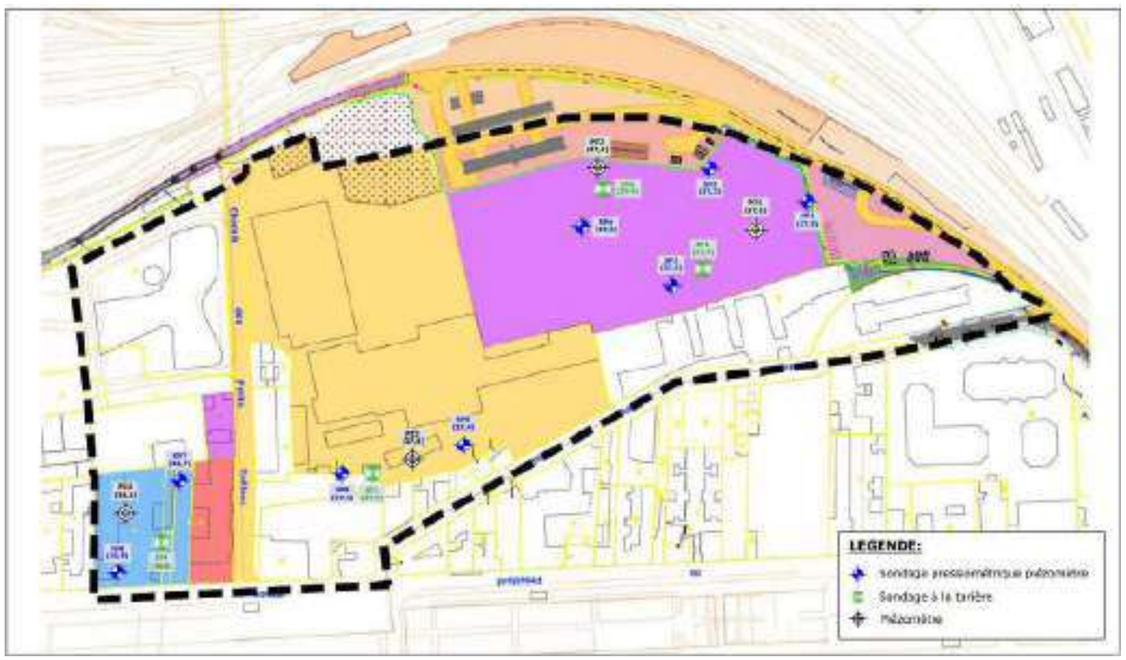


Figure 385 : Plan d'implantation des sondages - ATLAS Géotechnique – G1 PGC – 2024

Compte tenu du risque pyrotechnique avéré, la réalisation des sondages a fait l'objet d'une sécurisation au préalable par ATLAS Géotechnique.

- G2 – Etude géotechnique AVP :
  - 9 sondages au pénétromètre dynamique, notés P11 à P19, menés jusqu'à 3,0 m de profondeur ou au refus,
  - 6 fouilles de reconnaissance géologique à la pelle mécanique menées à 2,0 / 2,6 m de profondeur, notés PM11 à PM16,

Les sondages P11 et PM11 n'ont pas été réalisés en raison d'interdiction d'accès à la zone

  - 3 sondages à la tarière mécanique, notés ST11 à ST13, mené à 2,0 m de profondeur,
  - 3 essais de perméabilité de type Porchet, réalisés au droit des sondages ST(i) précédents, complété par 2 autres essais de perméabilité, de type Porchet également, réalisés lors de la sécurisation pyrotechnique au niveau des sondages P13 et P15,
  - Relevé du niveau d'eau en fin de chantier,
  - Essais de laboratoire : - 6 essais d'identification GTR,
    - 6 essais d'Indice de Portance Immédiate (IPI),
    - 6 mesures de teneur en sulfate et matière organique,
    - 1 essais d'aptitude au traitement des sols

Compte tenu du risque pyrotechnique avéré, la réalisation des sondages a fait l'objet d'une sécurisation au préalable par ATLAS Géotechnique.

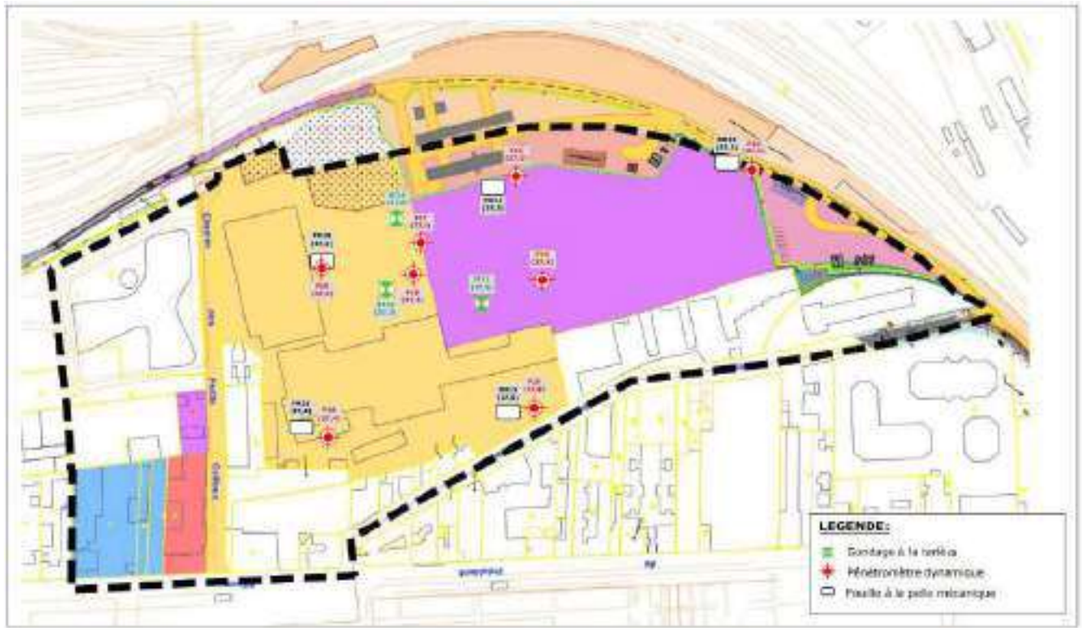


Figure 386 : Plan d'implantation des sondages - ATLAS Géotechnique - G2 AVP - 2024

- G5 – Diagnostic géotechnique pour déterminer le coefficient de perméabilité des sols au droit des futures zones dédiées à l'infiltration des eaux pluviales :
  - 4 sondages carottés, nommés SC101 à SC104, menées jusqu'à 4,0 / 4,5 m de profondeur ;
  - 8 fouilles à la pelle mécanique, nommées F101 à F108, menées jusqu'à 1,8 / 3,7 m de profondeur ;
  - 8 essais de perméabilité, de type Matsuo, avec mesure de la descente, réalisés au sein des fouilles F101 à F108.

Figure 387 : Plan d'implantation des sondages - ATLAS Géotechnique – G5 Perméabilité des sols – 2025

- G5 – recherche d'éventuelles poches de dissolution du gypse antéludien au droit de la parcelle :
  - 26 sondages destructifs, nommés SD101 à SD125, menées jusqu'à 55,0 m de profondeur ;
  - Les sondages SD101, SD105, SD106, SD108, SD110, SD112, SD113, SD117, SD118, SD119, SD121, SD123 et SD125 ont été équipé d'un tube PVC lisse (Ø 52 / 60) jusqu'à 55,0 m de profondeur avec exécution d'un profil de diagraphie différée type Gamma Ray

Figure 388 : Plan d'implantation des sondages – Atlas Géotechnique – G5 poches de dissolution du gypse antéludien - 2025

❖ Méthodologie appliquée pour les travaux de dépollution

Figure 389 : Plan d'implantation des fouilles - VALGO - 2025

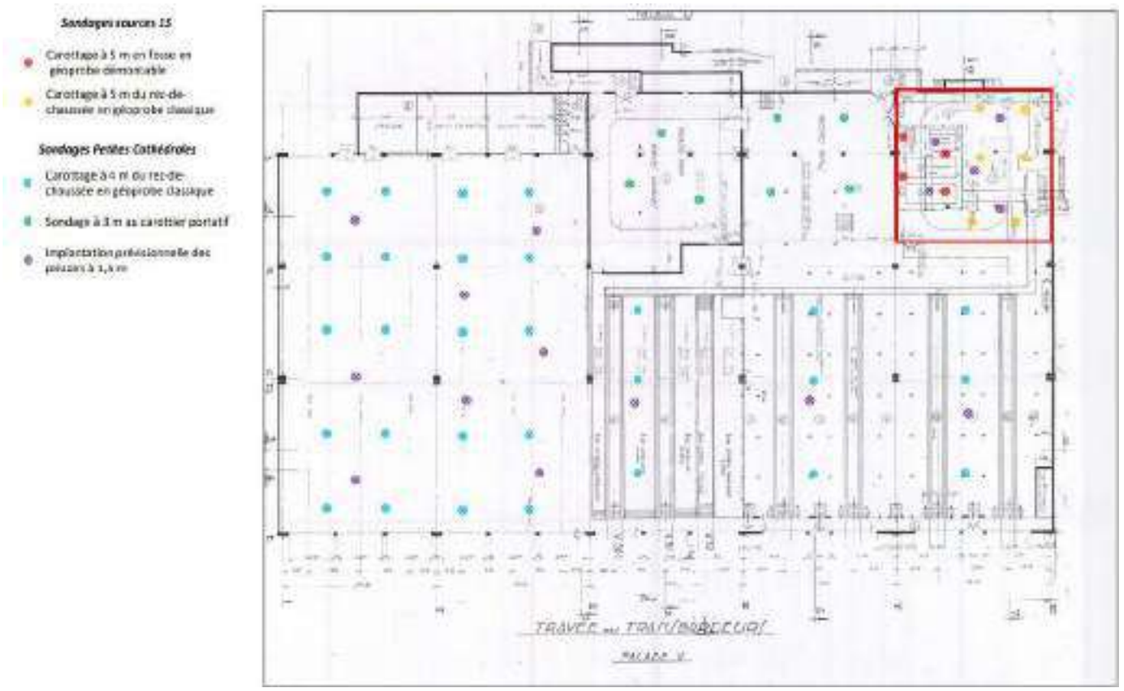


Figure 390 : Plan d'implantation des sondages - Petite Cathédrales - VALGO – 2025

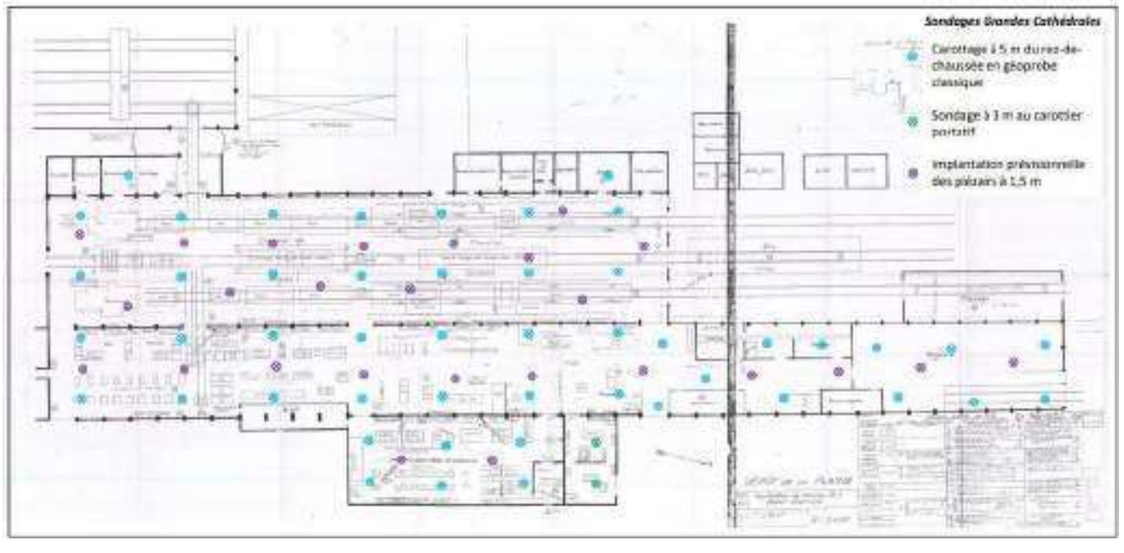


Figure 391 : Plan d'implantation des sondages - Grande Cathédrale - VALGO - 2025

❖ Investigations complémentaires

Afin de compléter les données existantes sur les pollutions du sous-sol, des investigations complémentaires seront menées. Elles sont nécessaires à l'établissement d'un Plan de Gestion et d'un Plan de Conception des Travaux, à réaliser au préalable des travaux pour les définir et les dimensionner au mieux.

- Les moyens matériels suivants seront utilisés pour ces opérations :
  - Deux foreuses mécaniques avec les caractéristiques suivantes :
    - GEOPROBE 7822 DT(M315) pour les forages au droit des cathédrales hors source 15 au droit des petites et grandes cathédrales sans contraintes d'espaces
    - APAFOR 220 DMT démontable pour la zone 15 : Machine démontable grutable pour les forages à réaliser dans la fosse
  - Un carottier portatif pour réaliser les sondages en milieux contraints par la hauteur et l'accessibilité.
  - Une sondeuse avec outil Odex ou Rotary pour la pose des piézomètres
  - Une pelle mécanique à chenilles de 15-20 tonnes
- <u>Etude du milieu de sol</u> :

La stratégie d'investigation sur site du milieu sol est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 68 : Stratégie d'investigation di milieu sol - VALGO

Problématique	Stratégie d'investigation	Nbre / Nature	Normes
Sol potentiellement pollué	Prélèvement de sol dans les zones reconnues comme étant suspectées d'être où d'avoir été le siège d'une pollution potentielle. Prélèvement de sol au droit des sources et à proximité.	Cf paragraphe dédié	NF ISO 18400
Sol voué à l'excavation	Prélèvement de sol au droit des zones à excaver		
Établissement du Bruit de Fond Géochimique local[1]	Prélèvement de sol en vue d'établir un point de comparaison à l'abri de contamination ou de toute perturbation anthropique.	Inclus.	NF ISO 19-258

- <u>Etude du milieu Eaux souterraines</u> :

A210 Prélèvements, mesures, observations et / ou analyses sur les eaux souterraines.

La pose des piézomètres est effectuée selon les normes et spécifications françaises conseillées par la réglementation en vigueur :

- Norme AFNOR NF-X-31-614 : Qualité du sol - Méthode de détection et de caractérisation des pollutions - Réalisation d'un forage de contrôle ou de suivi de la qualité de l'eau souterraine au droit et autour d'un site potentiellement pollué (version de janvier 2024),
- Prescriptions du « Guide méthodologique d'évaluation des sites (potentiellement) pollués » du Ministère chargé de l'environnement.

A l'Est de Grande Cathédrale, c'est un ouvrage de type puits actif qui sera mis en place, afin de pouvoir mutualiser sur cet ouvrage les prélèvements d'eaux souterraines en phase diagnostic des milieux et de potentiels essais de pompage en phase PCT (flottant identifié sur ouvrage existant). Les caractéristiques spécifiques à cet ouvrage sont présentées ci-après.

Tableau 69 : Caractéristique spécifique de l'ouvrage de type puit actif - VALGO

Paramètre	Caractéristiques puits actif
Technique de forage	Forage à la tarière D210
Profondeur de l'ouvrage/ forage	**10 m (2m en-dessous du niveau statique)**
Hauteur de crépine	8 m
Nature de l'ouvrage	PVC 140/126mm à visser
Massif périphérique	Massif filtrant : 2/4mm Bouchon argile (orégonite) Coulis étanche mélange ciment portland (95%) + bentonite (5%)
Equipement tête de puits	bouche à clef étanche

Selon la rubrique 1.1.1.0 du R214-1 du Code de l'Environnement, les nouveaux ouvrages de plus de 10m de profondeur seront déclarés sur le site du BRGM.

2.4.1 Constats et mesures in situ, prélèvements pour analyses au laboratoire

Le prélèvement d'eau souterraine est effectué selon les normes et spécifications françaises conseillées par la réglementation en vigueur :

- Norme AFNOR NF-X-31-615 : Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage,
- Norme internationale ISO 5667-3 : Qualité de l'eau – Echantillonnage : Guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons,
- Prescriptions du « Guide méthodologique d'évaluation des sites (potentiellement) pollués » du Ministère chargé de l'environnement.

La méthodologie suivante est systématiquement appliquée sur chaque piézomètre :

- Mesure manuelle de la profondeur de la nappe ayant pour objectif de déterminer le niveau statique de la nappe au point de mesure par rapport à un point de référence (le sommet du piézomètre) nivelé en NGF (correspondant à l'altitude du sommet de la nappe par rapport au niveau de la mer).
  La mesure sera effectuée à l'aide d'une sonde électrique à graduation centimétrique et indication sonore et visuelle de niveau. Une sonde à interface, capable de détecter différentes phases liquides dans un piézomètre, sera utilisée lors de la suspicion de flottants ou de plongeants.
- Purge du piézomètre afin d'obtenir un renouvellement minimal du volume mort de l'ouvrage afin d'effectuer un prélèvement représentatif de la qualité de la nappe.
  La purge de l'ouvrage se fait à l'aide d'une micro-pompe immergée de type Twister, alimentée en 12V par une batterie. Un contrôleur – survolteur adaptable sur ce type de pompes permet de contrôler le débit de purge. Les tuyaux, en téflon, sont rincés au préalable afin d'éviter les risques de contamination croisée. Le temps de pompage est défini en fonction du volume mort.
  A la fin de la purge, la profondeur de la nappe est à nouveau mesurée.
- Mesures physico-chimiques in situ : pH, conductivité électrique, température, potentiel redox, couleur. Ces mesures de pH, conductivité, température, potentiel redox visent à s'assurer que le prélèvement sera représentatif de la qualité de la nappe. Elles sont effectuées en continu, au niveau de l'exhaure, à l'aide d'un appareil multi paramètre de terrain. Cet appareil est nettoyé et étalonné avant chaque piézomètre.
- Prélèvement et conditionnement en flacons spécifiques fait préférentiellement dans la continuité de la purge, en sortie de pompe, au débit le plus faible afin de limiter au maximum les phénomènes de dégazage (<1L/min)

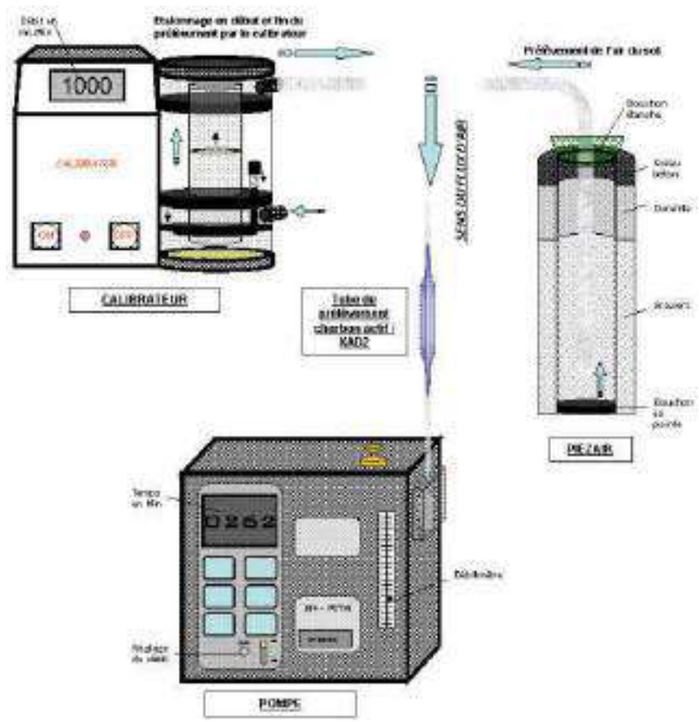
- Etude du milieu Gaz du sol :

A230 Prélèvements, mesures, observations et / ou analyses sur les gaz du sol.

En complément des investigations relatives aux milieux SOL et EAU SOUTERRAINE, il sera envisagé : la réalisation de PiézAir (ou piézomètres Air) selon le même protocole/mode opératoire que l'installation de piézomètre ou la pose de cannes de prélèvements des gaz du sol. L'implantation de piézairs sera réalisée d'une manière concomitante avec les investigations de sols. Les cannes de prélèvements sont des tubes en acier inox de 0.70 à 1.3m de longueur. Ils sont pleins puis crépinés à la pointe sur environ 0.20 m (« crépiné en usine »).

Des prélèvements de gaz des sols seront réalisés selon le schéma suivant :

Tableau 70 : Schéma de principe du prélèvement de gaz des sols - VALGO



Le prélèvement s'effectuera au moyen de capillaires téflon introduits dans le tubage, reliés chacun aux supports de prélèvements adaptés, puis à une pompe chacun (pompes adaptées à ce type de prélèvements).

Des prélèvements d'air ou de gaz du sol seront réalisés conformément à la méthodologie recommandée par le guide du BRGM/INERIS et à la norme NF ISO 18400-204.

- Localisation des investigations : Zone de friche

Les investigations au droit de la zone friche consistent en la réalisation de 10 sondages à la pelle mécanique à 3m, 8 sondages au carottier sous gaine à 7m et 17 sondages équipés en piézairs à 3 et 1.5m de profondeur.

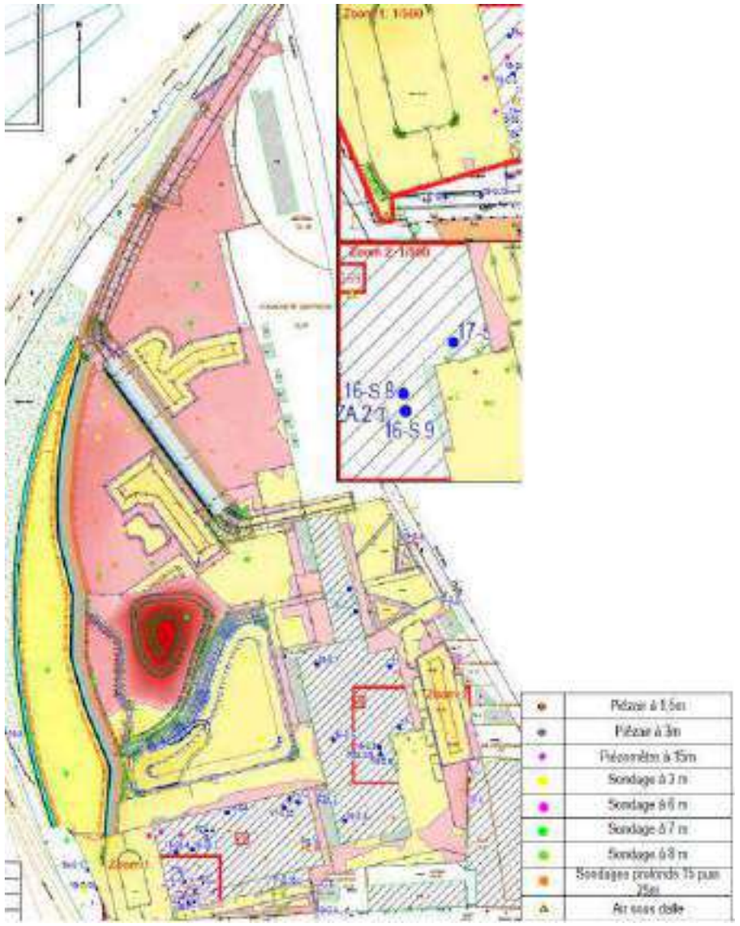


Figure 392 : Implantation des investigations en zone "friche" - VALGO

Les fouilles seront réalisées au moyen d'une pelle à chenilles de 15 à 20 tonnes équipée d'un godet de terrassement.
Au droit de la zone des cuves, il est prévu en plus 5 sondages de prélèvement des sols à 5m de profondeur. *

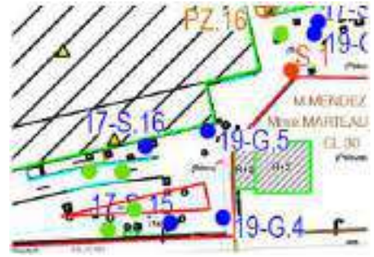


Figure 393 : Implantation des investigations au droit des cuves- VALGO

Le pelleur terrasse par couches successives de 20 à 50 cm, sous la surveillance du pyrotechnicien, qui contrôle le contenu de la pelle, le sol après son passage, ainsi que sa dépose en merlon. Le pyrotechnicien sera équipé d'un magnétomètre à main pour vérifier à chaque passe la présence d'un objet enterré. Une fois ces opérations réalisées, le technicien dédié pourra réaliser les prélèvements.

Les fouilles seront réalisées au-delà de 1,3 m de profondeur et seront donc talutées en 1 pour 2 afin de sécuriser leur stabilité lors du prélèvement. Une fois les prélèvements réalisés, elles seront remblayées en respectant l'agencement des couches de sols initial. La surface des fouilles sera d'environ 2 m sur 3 m pour les fouilles de 2 m.

Deux prélèvements par fouille sont prévus et seront analysés soit un total de 100 analyses, en adaptant le programme analytique à la zone concernée (HCT, HAP, COHV principalement).

Il sera prévu également 4 piézairs à 3 m de profondeur / crépinés de 3 à 4 m de profondeur et 13 piézairs à 1,5 m de profondeur / crépinés de 0,5 à 1,5 m de profondeur. Ils seront positionnés au droit des futurs bâtiments

Les 17 piézairs ont été localisés au droit des futurs bâtiments, qui seront équipés de sous-sols ou vide sanitaires. 2 campagnes de prélèvement dans ces piézairs alimenteront l'analyse des risques sanitaires.

Au droit de l'ilot Faubourg, du fait de la future crèche, le nombre de piézairs a été doublé. Seuls les piézairs à 1,5m de profondeur seront réalisés, car il n'y aura pas de sous-sol au droit de cet ilot.

La présence d'une pellicule de flottant à l'Est de Grande Cathédrale (ouvrage découvert en SP5), proche de la future crèche justifie la pose d'un piézomètre à 10 m de profondeur.

Figure 394 : Zoom sur l'ilot Faubourg (les piézairs à 3 m doivent être supprimés) - VALGO

- Localisation des investigations : Zone du délaissé

Les investigations au droit de la zone du délaissé consistent en la réalisation de :

- 8 sondages de prélèvement des sols :
  - 5 sondages à 3m à la pelle mécanique
  - 3 sondages à 7m au carottier sous gaine
- 2 piézomètres à 10 m de profondeur

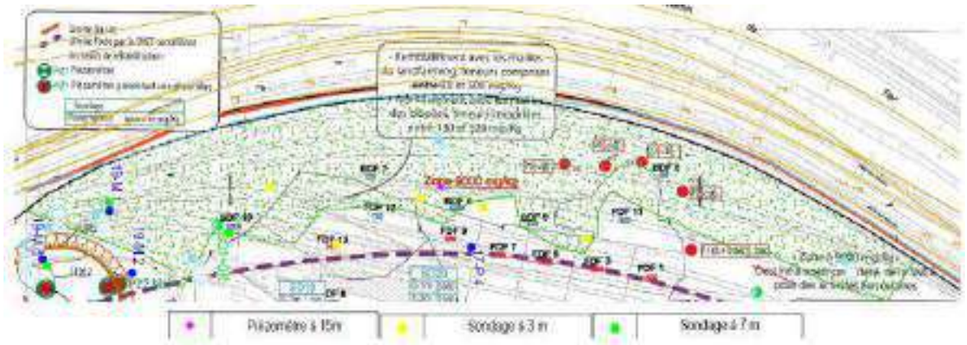


Figure 395 : Localisation des investigations dans la zone du délaissé - VALGO

- Localisation des investigations : Petites cathédrales

Les investigations au droit des petites cathédrales consistent en :

- 16 sondages de prélèvement des sols
  - 3 sondages à 3m
  - 13 sondages à 6m
  - 2 sondages carottés profonds à 15 ou 25m

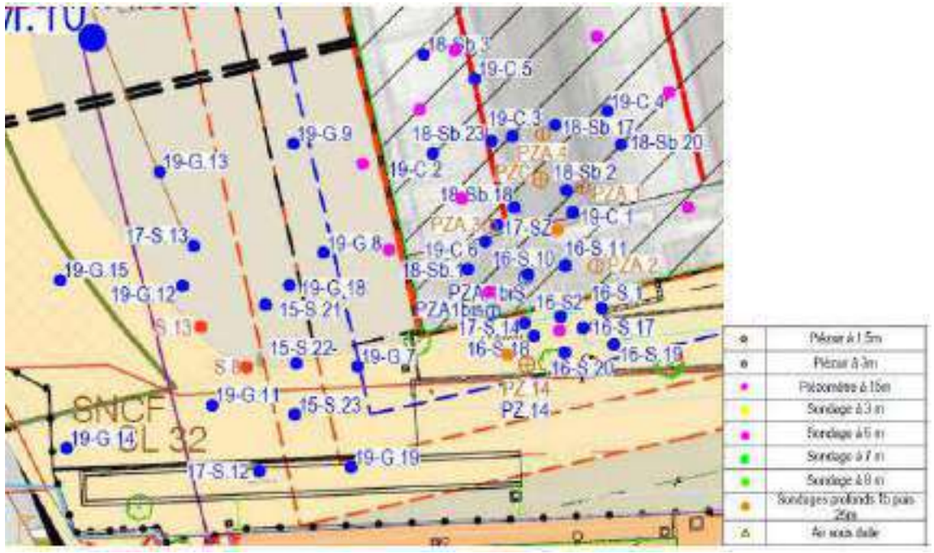


Figure 396 : Plan d'implantation des sondages de sol - Zones 14 et 15 "Petite Cathédrale" - VALGO

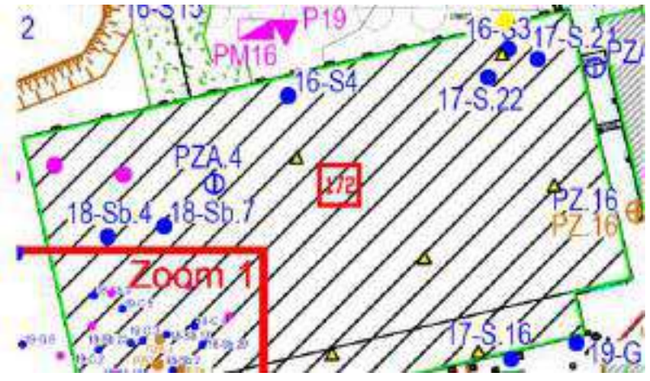


Figure 397 : Implantation des investigations en zone 13 et "Petite Cathédrale" - VALGO

Pour mesurer l'impact en COHV dans les gaz du sol, il est prévu 2 campagnes sur ouvrages suivants :

- Les deux piézairs existants PZA4 et PZA3
- 7 prélèvements d'air sous dalle

- Localisation des investigations : Grandes Cathédrales

Les investigations au droit des grandes cathédrales consistent en :

- 15 sondages de prélèvement des sols
  - 5 sondages à 8m
  - 3 sondages à 3m
  - 7 sondages pour pose de piézairs, dont :
    - 3 à 3 m
    - 4 à 1,5 m

Le plan d'implantation prévisionnel des sondages est présenté ci-après.

Figure 398 : Implantation des investigations en zone "Grande Cathédrale" et zoom sur la zone 10 - VALGO

Pour mesurer l'impact en COHV dans les gaz du sol, il est prévu 2 campagnes sur ouvrages suivants :

- Le piézair existant PZA.2
- 7 prélèvements d'air sous dalle au droit des 7 nouveaux piézairs

10.2.2.Risque pyrotechnique

Un diagnostic pyrotechnique a été réalisé par VALGO afin d'évaluer et gérer le risque pyrotechnique pendant la durée du chantier de dépollution et de terrassement des Cathédrales du Rail. Cette étude d'inscrit dans le prolongement d'une étude menée par la société ELENKHOS réalisée en 2019.

D'après cette étude, les activités militaires ayant eu lieu sur la zone et dans les secteurs proches des travaux envisagés font apparaître un niveau de menace dans le rapport moyen pour le risque UXO. Suivant cette évaluation, pour des bombes de 500 lb, dans un sol tendre, la profondeur maximum des impacts serait d'environ 5,8m.

Par ailleurs, le terrain a été souvent remaniés depuis 1944. Aussi il est peu probable de retrouver des engins pyrotechniques issus de bombardement entre 0 et 1m de profondeur. La « butte de déchets du BTP » est constituée d'un mélange de déchets, terres et bétons provenant de l'extérieur du site, entreposés postérieurement aux bombardements. Ainsi, le risque pyrotechnique est considéré comme faible à l'intérieur de la butte.

Une méthodologie spécifique est néanmoins mise en place pour la sécurisation des forages.

❖ La sonde Magnétique et détection autour du forage

Cette procédure est mise en place lors des opérations de Forage au niveau de la friche. La sécurisation pyrotechnique en forage est réalisée par VALGO sur des sites présentant un risque pyrotechnique (étude historique). En amont des opérations de forage, un passage avec un Géoradar peut-être effectué si le site est potentiellement perturbé en surface (objets ou réseaux métalliques) puis à l'avancement dans le forage au moyen d'une sonde MAG 03 de chez BARTINGTON par passes de 1.5 mètre.

L'acquisition est réalisée au moyen d'une sonde MAG 03 de chez BARTINGTON (sonde 3 axes, mesurant les 2 composantes horizontales X et Y et la composante verticale Z du champ magnétique terrestre). La composante Z ne change pas et détectera l'anomalie en profondeur. La sonde sera glissée dans un tube PVC et descendue dans le trou du forage généralement de diamètre 63 mm.

La détection autour du forage se fait grâce à des passes de 1.5 mètres effectuées jusqu'à la profondeur préconisée.

❖ Mise en œuvre

La première phase consiste à sécuriser une première épaisseur de terrain à l'aide d'un radar géologique ou d'un détecteur monosonde.

Le radar permet de sécuriser une première tranche de terrain comprise entre 1.5m et 2m environ suivant la nature du terrain et la pénétration des ondes électromagnétiques dans le sol.

La phase 2 consiste à sécuriser les forages à l'avancement suivant la méthodologie suivante : le foreur commence à forer sur l'épaisseur sécurisée par le radar ou une sonde magnétique de surface. Le foreur remonte son train de tiges, le positionne horizontalement et coupe le moteur de la machine. Le géophysicien descend la sonde magnétique au fond du forage, prend la mesure après stabilisation et donne une nouvelle épaisseur sécurisée de 0.50 à 1.50m en fonction de la valeur du champ magnétique mesuré en direct sur l'écran de l'unité centrale, en cas de valeur élevée des mesures peuvent être réalisées tous les 50 centimètres pour mieux appréhender le gradient magnétique observé. Le géophysicien remonte la sonde et le foreur redescend son train de tiges et fore cette nouvelle épaisseur jusqu'à la nouvelle profondeur sécurisée, et ainsi de suite jusqu'à la limite souhaitée.

Pendant les forages, le Géophysicien se tiendra à une dizaine de mètres de la foreuse, la zone peut être balisée à l'aide de piquets bois et de rubalise.

❖ Protocole en cas d'anomalie

Si sur un des forages, les mesures magnétiques effectuées augmentent en profondeur, cela implique la proximité et un rapprochement avec un objet ferromagnétique pouvant potentiellement correspondre à une cible pyrotechnique.

Le forage s'arrête sur la dernière passe mesurée anomale et doit être décalé.

En cas d'anomalie détectée, le repositionnement du forage devra être fait en accord entre l'entreprise, le MOA et la MOE, dans la limite des besoins du chantier (large en cas de forage géotechnique de reconnaissance ou pour un contrôle d'anomalie, et plus serré dans le cadre de pieux ou d'un renforcement des sols) et après vérification des réseaux ou entités de surface présentant un risque.

La distance de déport est classiquement de 50 cm dans une direction, en prenant une précaution particulière lorsque la profondeur anomale est atteinte, des mesures magnétiques plus denses peuvent éventuellement être effectuées pour vérifier si la variation s'opère dans le bon sens. L'opérateur en pyrotechnie défini sur site le risque associé aux variations magnétiques observées, et propose un nouvel emplacement en accord avec le foreur. Il est parfois nécessaire de faire plusieurs tests si aucune amélioration ou tendance n'est observée, on peut effectuer une triangulation avec les forages pour délimiter la zone à risque.

10.2.3.Climatologie et changement climatique

L'analyse de l'état initial a reposé sur les informations renseignées dans l'état initial de l'environnement du PLUi ainsi que sur les données fournies par la station météorologique la plus proche du site, située à 6km au nord-est du site d'étude. Il s'agit de la station météorologique du Bourget (aéroport), située dans la commune de Bonneuil-en-France (95500).

Afin d'évaluer les projections climatiques scénarisés à horizon 2050, les outils « Climadiag » créé par Météo France et « DRIAS, les futurs du climat », ont été utilisés.

Les informations sur l'effet d'ilots de chaleur urbain proviennent de l'étude bioclimatique réalisée par le bureau d'études TERAO. Celle-ci a pour objectif d'analyser le potentiel bioclimatique du site et des propositions d'aménagement. L'analyse est axée sur le potentiel des espaces extérieurs afin de proposer un aménagement adéquat, et une étude du potentiel bioclimatique des bâtiments afin d'exploiter au mieux les ressources de l'environnement (soleil, vent) pour la conception des bâtiments.

Les éléments modélisés sur le logiciel 3D Forma (anciennement Spacemaker) sont les suivants :

- Bâtiments : hauteur et forme ;
- Végétation : arbres et arbustes de hauteur variée ;

Les simulations permettent de visualiser les heures d'ensoleillement au 21 juin, 21 décembre et 21 mars, le pourcentage d'accès à la composante verticale du ciel (c'est-à-dire l'accès à la lumière naturelle selon la géométrie des bâtiments et les façades) et les vitesses des vents de toute direction.

Les paramètres pris en compte sont les suivants : date de la simulation, ombres des bâtiments et masques, ralentissement des masses d'air par la végétation, relief du terrain et géométrie des bâtiments pour les flux d'aéraulique, position du soleil avec la technologie OptiX™ Ray Tracing Engine de NVIDIA, géométrie du plan masse pour la part de lumière atteignant les façades.

En parallèle, une modélisation sur le logiciel 3D Envi-met a été réalisée. Les conditions de simulation des ambiances thermiques sur le quartier ont été définies sur la base d'un horizon temporel moyen (2050), en s'appuyant sur les hypothèses du scénario climatique RCP 8.5. Ce scénario, bien qu'étant le plus pessimiste parmi les quatre trajectoires du GIEC, est aujourd'hui considéré comme l'un des plus plausibles compte tenu de l'évolution actuelle des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale. Il traduit une dynamique de réchauffement climatique soutenue, sans inflexion majeure des politiques climatiques internationales.

La simulation a été réalisée en prenant en compte l'augmentation des températures moyennes. Les jours de vagues de chaleur sur un horizon moyen (2050) sont estimés à 14 jours sur l'année. Ces épisodes restent exceptionnels et ne sont pas représentatifs de la température typique d'un jour chaud d'été.

Toutefois, afin de privilégier une approche représentative du confort thermique durant la majeure partie de l'été, les simulations ont été effectuées en prenant en compte, non pas des conditions les plus extrêmes de température lors de vagues de chaleur mais en simulant une journée d'été chaude typique sur un horizon temporel moyen (01/08/2050).

Ce choix méthodologique permet d'évaluer le fonctionnement thermique du quartier dans un contexte fréquent et non exceptionnel, ce qui facilite l'interprétation des résultats et leur transposition à l'échelle opérationnelle. Il convient néanmoins de souligner que ces résultats restent partiellement optimistes : en conditions extrêmes — notamment lors d'épisodes de vague de chaleur —, les effets de l'îlot de chaleur urbain (ICU) seraient très probablement amplifiés, conduisant à une dégradation plus marquée des conditions de confort, en particulier pour les usagers vulnérables ou les espaces minéralisés.

10.2.4.Milieu naturel et paysage

Une investigation bibliographique a été réalisée sur le site Géoportail afin de recenser l'ensemble des zonages réglementaires du patrimoine naturel (Natura 2000, Arrêté de Protection du Biotope, base de données de l'INPN etc.) et des zonages d'inventaire du patrimoine naturel (ZNIEFF, ZICO, ENS, etc.) au droit du site et à proximité. Les documents cadres pour la biodiversité, l'Etat initial de l'environnement du PLUi de Plaine Commune, ainsi que les continuités écologiques mises en évidence sur le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) en Ile-de-France ont été analysés.

Enfin, des données bibliographiques disponibles sur la faune et la flore (données issues des listes rouges, base de données de l'INPN, FSD Natura 2000) ont été consultées.

La société BIOCOR a été missionné entre 2023 et 2026 pour la réalisation d'une étude « Faune, Flore, Habitats naturels » 4 saisons afin d'en dégager l'aménagement le moins préjudiciable à l'environnement naturel. L'objectif de cette étude était de réaliser l'évaluation de la sensibilité éventuelle des milieux naturels présents sur le site retenu et ses abords.

La mission a consisté à :

- Phase 1 : Les inventaires écologiques. Cette mission comprend les recherches bibliographiques et les études terrains permettant de mettre en avant le contexte écologique du site, ses enjeux et les habitats et espèces d'intérêts (espèces cibles). Cette phase d'inventaire est organisée dès le mois d'avril 2023 jusqu'au mois d'octobre 2023.
  Cette phase permet d'identifier leurs potentialités en termes de richesse écologique et interactions avec les milieux adjacents (notamment les voies ferrées).

- Phase 2 : Analyse d'impacts. Cette mission comprend l'analyse des impacts du projet sur le site à partir des recherches et études réalisées, des enjeux écologiques et des potentiels différents effets du projet sur l'environnement du site.

- Phase 3 : Mesures compensatoires. Cette mission comprend la proposition de mesures, si nécessaires, afin d'éviter, de réduire et de compenser les effets négatifs du projet sur le site.

❖ Aire d'étude

L'aire d'étude considérée est l'aire d'étude du projet des Cathédrales du Rail.

Figure 399 : Délimitation de la zone d'étude – BIOCOR – 2025

Pour étudier les trames et continuités écologiques autour du site, un périmètre de rayon de 500 m autour de l'aide d'étude est analysé.

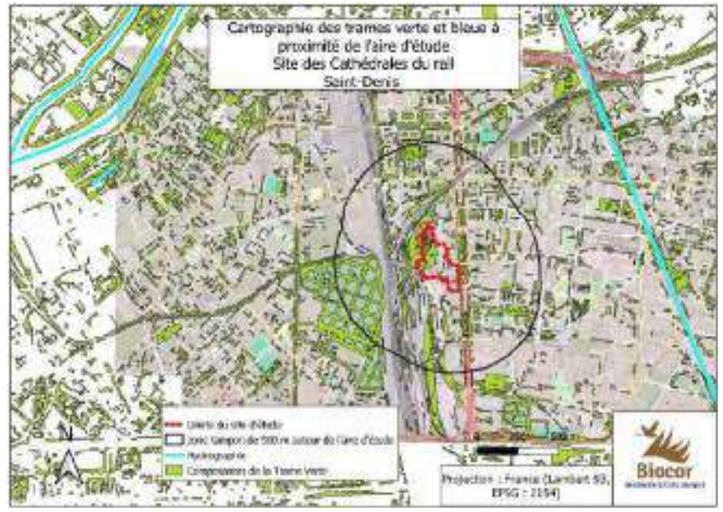


Figure 400 : Cartographie des trames et bleue à proximité de l'air d'étude – BIOCOR – 2025

❖ Visites de terrain

Les visites terrain se sont déroulées d'avril 2023 à octobre 2023.

Tableau 71 : Calendrier de visite pour le suivi écologique du site des Cathédrales du Rail à Saint-Denis – BIOCOR - 2025

Missions / Mois	Inventaires des habitats naturels et flore	Inventaire des chiroptères	Inventaire des reptiles	Inventaire des amphibiens	Inventaire de l'avifaune	Inventaire des mammifères	Inventaire des insectes
Janvier							
Février							
Mars							
Avril	■		■	■	■	■	■
Mai		■	■	■	■	■	
Juin			■				
Juillet	■	■	■		■		■
Août							
Septembre	■	■			■		■
Octobre		■					■
Novembre							
Décembre							

Tableau 72 : Suivi des inventaires de terrain - BIOCOR - 2025

Suivi	Méthode	Période	Dates
Habitats naturels et flore	Echantillonnage par quadrats et par transects + relevés phytosociologiques par habitats naturels	2 passages en avril et en juillet	18/04/2023 26/07/2023 05/09/2023
Chiroptères	Ecoutes hétérodynes et statique (48h)	1 passage en mai 1 passage en juillet + Ecoute statique	Hétérodyne + statique le 24/05/2023 26/07/2023 20/09/2023 17/10/2023
Reptiles	Echantillonnage à vue et avec plaques	Pose de plaques + 6 relevés au printemps	18/04/2023 09/05/2023 24/05/2023 30/05/2023 13/06/2023 27/06/2023 11/07/2023
Amphibiens	Prospection visuelle, capture et écoute des chants	1 passage diurne et 1 passage crépusculaire en avril	18/04/2023 09/05/2023
Avifaune	Echantillonnage par point d'écoute et par observation	1 passage en avril 1 passage en septembre	18/04/2023 + passages complémentaires le 09/05/2023, le 24/05/2023, le 30/05/2023 et le 11/07/2023 20/09/2023
Mammifères	Inventaires à vue et identification des traces + pièges photographiques Prospections diurnes, crépusculaires et nocturnes afin de localiser les zones les plus favorables aux mammifères (gîtes, corridors, terrains de chasse...).	1 passage diurne avril 1 passage nocturne début juin Pose de pièges photographiques + relevés	Passage + pose des pièges photo le 27/04/2023 1e relevé le 09/05/2023 2e relevé le 24/05/2023 3e relevé le 30/05/2023
Insectes	Echantillonnage à vue et par capture	1 passage au printemps (mai) 1 passage en été (juillet-août)	17/04/2023 25/07/2023 04/09/2023
Macrofaune du sol	Prélèvement de terre en surface et évaluation des espèces	Passage conjoint avec les sondages pédologiques réalisés pour l'étude de la pollution des sols	12/05/2024 en lien avec les sondages pédologiques réalisés dans le cadre de la caractérisation de zone humide

10.2.5.Milieu humain et urbain

Les données démographique et socio-économique ont été recueillies sur le site l'Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques (INSEE) pour la commune de Saint-Denis, données de 2023 et 2024.

Les différents documents d'urbanisme ont également été exploités ainsi que des données des cartes du site Géoportail.

10.2.6.Etude trafic, circulation et stationnement

L'évaluation du trafic, des conditions de circulation et de stationnement sur l'état existant et projeté a été réalisée par le bureau d'étude COSITREX entre 2023 et 2026.

Les objectifs de l'étude sont d'établir un diagnostic de la situation actuelle, d'estimer le trafic engendré par le fonctionnement du projet, et d'évaluer l'impact de ce trafic sur les conditions de circulation dans le quartier.

Les situations suivantes ont été prises en compte dans la méthodologie de l'étude :

- La situation actuelle
- La situation future dit « fil de l'eau », correspondant à la situation à l'horizon de la livraison prévisionnelle du projet, mais ne prenant pas en compte le projet lui-même
- La situation projetée, correspondant à la une situation à un horizon plus lointain que la livraison du projet, prenant en compte l'effet des autres projets existants ou approuvés ayant fait l'objet :
    - D'une étude d'incidence environnementale et d'enquête publique
    - Ou d'une évaluation environnementale et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public

L'étude comprend :

- Une analyse des conditions de circulations en situation actuelle, fondée principalement sur une enquête de circulation et sur des observations sur le terrain,
- Une analyse des conditions de circulation en situation « fil de l'eau »
- Une estimation du trafic engendré par le projet et se son affectation sur le réseau de voirie du quartier
- Une analyse des conditions de fonctionnement prévisibles en situation « projetée » et, le cas échéant, la proposition de mesures d'aménagement permettant un bon fonctionnement des accès au projet
- Une analyse des conditions de circulation en situation « cumulée »,
- Une analyse des conditions de circulation pendant la phase chantier

La situation projetée correspondant à une situation future à l'horizon 2032 avec le projet réalisé.

10.2.6.1. Réseau de voirie et volume de trafic

Une enquête de circulation a été réalisée dans le quartier en octobre 2023, comprenant :

- des comptages automatiques sur l'Av. du Président Wilson et la Rue du Bailly pendant une durée d'une semaine,
- des comptages directionnels aux heures de pointe sur 11 des principaux carrefours du quartier

❖ Comptages automatiques

Des comptages automatiques ont été mis en place pendant une semaine, du mercredi 11 octobre au mardi 17 octobre 2023, sur les postes suivants :

- A Rue du Bailly,
- B Av. du Président Wilson vers le sud,
- C Av. du Président Wilson vers le nord.

Les relevés sont détaillés heure par heure, jour par jour, par sens de circulation.

Les résultats présentés comprennent des cartes des trafics moyens journaliers (moyenne des jours ouvrés) mesurés sur chacun des postes (véhicules/jour),

❖ Comptages directionnels

Les comptages directionnels ont été réalisés pendant une heure à l'heure de pointe du matin et une heure à l'heure de pointe du soir, le jeudi 12 octobre 2023, sur les carrefours suivants :

- 1. Av. du Président Wilson x Rue du Landy,
- 2. Av. du Président Wilson x Rue du Bailly,
- 3. Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral ouest,
- 4. Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral est,
- 5. Av. du Président Wilson x Rue des Blés nord,
- 6. Av. du Président Wilson x Rue des Blés sud,
- 7. Av. du Président Wilson x Rue du Bailly,
- 8. Av. du Président Wilson x Rue de la Montjoie,
- 9. Av. du Président Wilson x Chemin des Petits Cailloux,
- 10. Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie ouest,
- 11. Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie est.

Les catégories de véhicules suivantes ont été distinguées : véhicules légers, poids-lourds, bus et deux-roues.

Les résultats présentés comprennent des cartes du trafic horaire aux heures de pointe sur les principales voies du quartier, en Unité-Véhiculer Particulier / heure.

Unité-Véhicule-Particulier : 1 voiture = 1 UVP, 1 bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP

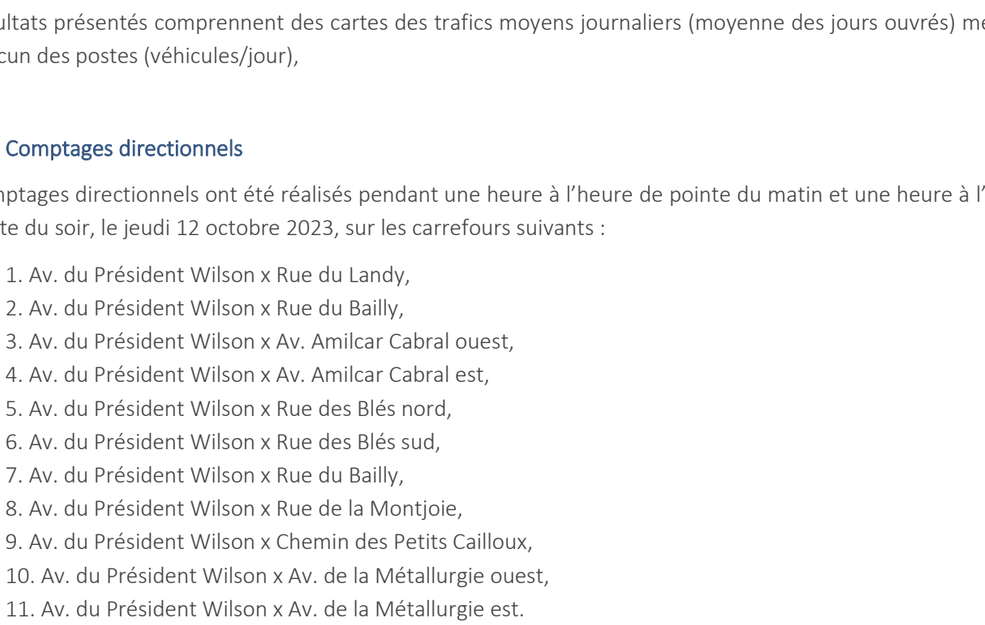


Figure 401 : Postes d'enquête - Etude trafic – COSITREX

10.2.7.Environnement sonore

L'étude acoustique de la situation existante et projeté a été réalisée par le bureau d'études IMEPDANCE entre 2023 et 2026.

La campagne de mesures acoustiques a été réalisée les 28 et 29 septembre 2023, en 8 emplacements :

- 2 points fixes (PF) de 24 heures ;
- 5 prélèvements (PR) de 30 minutes
- 1 prélèvement court (1 minute) proche du forage sur le chantier CDGx
- 4 prélèvements vibratoires de 30 minutes

A ces points se rajoutent les mesures effectuées le 3 avril 2019 : 2 prélèvements acoustiques et 2 prélèvements vibratoires (lors de la phase concours du projet des Cathédrales du Rail).

Les conditions de trafic ferroviaire et routier étaient normales.

Le chantier du Charles de Gaulle express était très actif pendant les mesures, une opération de forage était en cours sur la partie Nord du site obligeant à concentrer les mesures sur la moitié sud.

Les conditions météorologiques observées étaient propices aux mesurages acoustiques : ciel dégagé, sol sec, vent moyen à fort. L'intégralité des points se trouvent sur la Commune de Saint-Denis.

La localisation des mesures est indiquée sur la planche graphique ci-dessous.

Figure 402 : Localisation des points de mesures lors de la campagne 2019 et 2023 - IMPEDANCE

Les microphones étaient placés à entre 1,5m et 14 m de hauteur par rapport au sol.

Les conditions météorologiques observées étaient favorables aux mesurages acoustiques : ciel nuageux, sol sec, vent moyen.

10.2.8. Air et Santé

L'étude Air & Santé a été réalisée entre 2023 et 2026 par le bureau d'études TECHNISIM. Elle a été conduite conformément aux préconisations de la note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Dans un premier temps, les principales sources d'émissions atmosphériques ont été identifiées à partir des données de Plaine Commune (2023). Une analyse de la zone d'étude et de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la population a ensuite été réalisée.

Des mesures in situ ont également été programmées afin de caractériser plus finement la qualité de l'air au sein du périmètre concerné.

Par la suite, les projections de trafic ont permis d'évaluer les impacts futurs du projet, notamment à travers une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS). D'autres effets ont également été étudiés, en particulier ceux liés aux émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les impacts sur la faune, la flore, les sols et le bâti.

Enfin, l'étude propose un ensemble de mesures d'évitement et de réduction destinées à limiter les effets négatifs identifiés.

- Déroulement de la campagne de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée du 28 septembre au 24 octobre 2023. Les prélèvements de NO2 ont été effectués sur 8 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des réplicats ont été réalisés au point n°5. Une mesure de « blanc » a été réalisée au point n°8 pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport.

Les mesures de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°6 et 7.

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le périmètre du projet. Chaque point de mesure a été repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et a fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs, hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, etc.), description de l'environnement immédiat du point de mesures (habitations, etc.). L'ensemble de ces renseignements a été regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

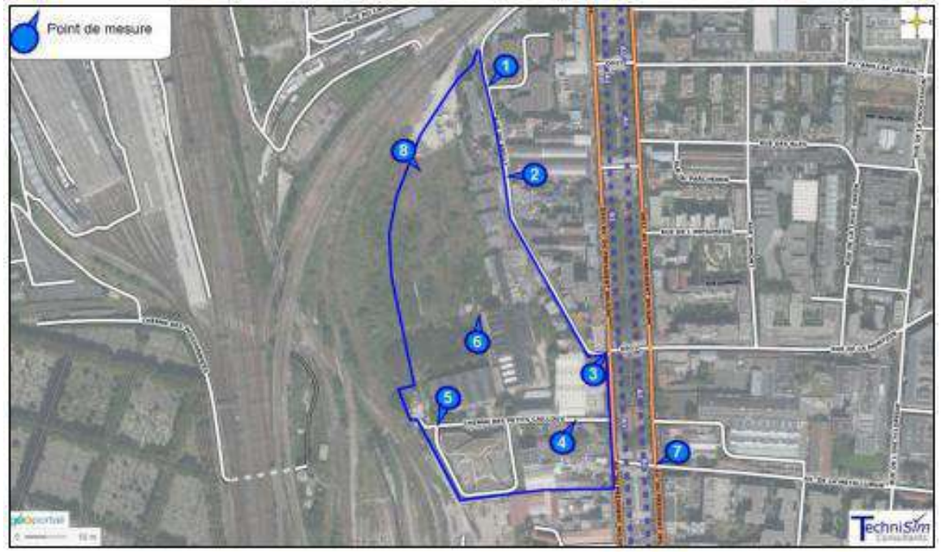


Figure 403 : Emplacement des points de mesure - TECHNISIM

Tableau 73 : Typologie des points de mesure - TECHNISIM

POINTS	Remarque Typologie	POINTS	Remarque Typologie
N°1	Trafic	N°5	Trafic
N°2	Trafic	N°6	Fond projet
N°3	Trafic	N°7	Trafic
N°4	Trafic	N°8	Fond projet

10.2.9. Energie et approvisionnement en ENR

L'étude d'approvisionnement en énergies renouvelables a été réalisé par le BET TERAO en 2025. Elle a permis d'identifier les sources d'énergie mobilisables pour ce projet.

L'analyse s'est déroulée avec l'objectif de développer en priorité les énergies renouvelables à l'échelle du site (solaire, bois énergie, géothermie, etc.), tout en pérennisant les équipements déjà existants sur le site ou à proximité (réseau de chaleur).

L'étude s'est concentrée, d'une part, sur le périmètre du projet d'aménagement et son environnement immédiat, et d'autre part, sur cinq grands usages énergétiques : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, électricité et autres usages. Les effets d'optimisation par mutualisation, foisonnement et lissage ont été intégrés dans les analyses et les préconisations.

La démarche s'est déroulée en deux phases. Dans un premier temps, une cartographie des solutions énergétiques mobilisables, en particulier celles issues des énergies renouvelables, a été élaborée. Dans un second temps, une étude de faisabilité chiffrée a été réalisée, incluant différents scénarios destinés à répondre aux ambitions énergétiques du projet.

L'évaluation des scénarios s'est appuyée sur une analyse multicritère prenant en compte :

- Le coût global de chaque scénario sur 50 ans,
- La consommation en énergie finale,
- La consommation en énergie primaire,
- Les émissions de gaz à effet de serre,
- Ainsi que les contraintes techniques propres à chaque scénario.

Ainsi, le projet réalise une comparaison par rapport au scénario de référence ce qui permet d'identifier les avantages ou désavantages induits par le choix énergétique retenue.

10.2.10. Emission de gaz à effet de serre et impact carbone

Dans le cadre de la réalisation d'une étude d'impact environnemental, l'Autorité Environnementale recommande l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre sous forme d'estimation rigoureuse et complète de l'empreinte environnementale induite par l'exploitation des ressources naturelles et la production des matériaux de construction, notamment à travers l'empreinte carbone, en prenant en compte le cycle de vie de l'ensemble des composants du projet, et en intégrant les démolitions prévues.

Pour la réalisation du bilan carbone de l'opération, la **Méthode Quartier Energie Carbone** (V1.1 du 09/22) proposée par le consortium CSTB, Efficacity, Elioth entre autres, et le logiciel UrbanPrint mis au point par Efficacity ont été utilisés. Ce logiciel permet d'exprimer les résultats en TCO2eq.

Pour l'analyse des impacts sur le climat, le calcul des émissions de gaz à effet de serre du projet s'effectue sur l'ensemble de sa durée de vie. Une **durée de vie de projet de 50 ans** a été retenue pour l'analyse.

L'étude porte une réflexion sur l'ensemble des émissions engendrées et/ou évitées du fait de la réalisation du projet, directement et indirectement, sur site et hors site. Pour cela, les émissions sont divisées suivant la Méthode Quartier Energie Carbone (V1.1 du 09/22), de la manière suivante :

- **Périmètre aménageur** (émissions directes) :
  - Consommations d'énergie : catégorie B de la norme ISO 14 064-1
  - Produits de construction : catégorie A de la norme ISO 14 064-1
  - Eaux : catégorie E de la norme ISO 14 064-1
  - Mobilité des usagers : catégorie C de la norme ISO 14 064-1 o Déchets : catégorie E de la norme ISO 14 064-1
  - Chantier : catégorie D de la norme ISO 14 064-1
- **Périmètre usager** :
  - Déplacements longue distance : catégorie C de la norme ISO 14 064-1
  - Alimentation : catégorie F de la norme ISO 14 064-1
  - Transport de marchandises : catégorie C de la norme ISO 14 064-1
  - Biens de consommation : catégorie F de la norme ISO 14 064-1.

En tenant compte de ces deux périmètres, l'analyse de cycle de vie hybride permet de considérer tous les usages, et ainsi de reconstituer l'ensemble de l'empreinte carbone de ses usagers.

- Chantier et exploitation, des eaux de pluie
- Les matériaux constructifs et modes de construction.

La simulation permet alors de visualiser les émissions estimées selon les postes suivants :

- Contributeur produits de construction et équipements
- Contributeur énergie
- Contributeur eau
- Contributeur déchets
- Contributeur mobilité
- Contributeur chantier.

10.3. Description des difficultés rencontrées

La réalisation de la présente étude d'impact s'est appuyée sur l'ensemble des études techniques disponibles.

Toutefois, certaines difficultés ont été rencontrées : la réaction de cette étude a été réalisée sur plusieurs années. Ainsi, l'accès aux données actualisées, notamment en matière de pollution, s'est avéré parfois difficile en raison de la fragmentation des sources et des délais administratifs.

Enfin, la prise en compte des réglementations environnementales et urbaines ont évolué (PLUi de Plaine Commune révisé en décembre 2025), ce qui a imposé une veille juridique et une évolution du projet, afin d'assurer la conformité du projet tout au long de son élaboration.

Etude d'impact environnementale

-

Annexes

Les Cathédrales du Rail,
SAINT-DENIS (93)

Février 2026

Référence du document	TR19-786-2_EIFFAGE – CDR_Etude d'impact_Annexes		
Distribution	SAS Cathédrales du Rail		
Version I Date	Les Cathédrales du rail – Saint-Denis (93)		23/02/2026
Rédigé par	Mathieu KERRIEN mkerrien@terao.fr 07 80 90 71 32	Margaux TABELLA mtabella@terao.fr 06 11 21 37 72	Sofia HURTADO spatinohurtado@terao.fr 07 57 60 05 57
Vérifié par	Margaux TABELLA Directrice Aménagement et Projets Urbains		
Date de dépôt	27/02/2026		

ANNEXES

groupe impēdance

L'écoute des vibrations du monde

Cathédrales du rail

Etude d'impact acoustique

Document 05DE01-EN13259 - 7 juillet 2025

EIFFAGE AMÉNAGEMENT

AIRE NOUVELLE
UNE MARQUE DE EQUANS

Siège Paris Saclay : 80 Domaine de Montvoisin - 91400 GOMETZ-LA-VILLE - + 33 1 69 35 15 25
SAS au capital de 450 000 € I Code APE 7112B
RCS Evry 814 732 707 I TVA Intracommunautaire FR87 814732707

contact-impedance.fr www.impedance.fr

impēdance ingēnierie

Sommaire

1 Contexte et objet de l'étude 3
2 Contexte réglementaire 4
2.1 Indicateurs acoustiques 4
2.2 La réglementation en vigueur 4
2.3 Aspect vibratoire 7
3 Résumé de l'état initial 10
4 Modélisation acoustique du site avec projet 11
4.1 Hypothèses de calculs 11
4.2 Cartes horizontales des niveaux sonores en situation future 12
4.3 Futurs niveaux sonores en façade 15
5 Impact acoustique du projet 18
5.1 Impact du projet sur son milieu 18
5.2 Impact du milieu sur le projet 24
6 Mesures de réduction de bruit à la source 29
7 Conclusion 35

8 Annexes 36
8.1 Annexe 1 : Généralités sur le bruit dans l'environnement 36
8.2 Annexe 2 : Isolements de façades requis 40

Date	Version	Modifications	Rédacteur	Vérificateur
07/07/2025	**01**	**Edition initiale**	**BM**	**GP**
Destinataires			Organisme	
Mathieu KERRIEN				

1 Contexte et objet de l'étude

Le projet du quartier des Cathédrales du Rail s'inscrit dans un ensemble d'aménagements multisites de 700 ha sur la Plaine Saint-Denis.

Site symbole de l'histoire industrielle, les halles ferroviaires (dites Cathédrales) représentent un patrimoine encore peu exploité. Le projet d'écoquartier prévoie de transformer ce territoire inexploité en un lieu vivant.

Dans ce cadre, une étude acoustique et vibratoire est nécessaire afin de connaitre les besoins pour les aménagements ainsi que les préconisations pour la protection des riverains.

Cette étude acoustique se décompose en trois grandes phases :

1) L'établissement d'un état acoustique initial à l'aide d'une campagne de mesures acoustiques et vibratoire et de la modélisation du site existant ;
2) **L'évaluation de l'impact acoustique du projet**
3) **La proposition de recommandations pour la protection acoustique des riverains**

Le présent document décrit l'évaluation de l'impact acoustique du projet et les recommandations pour la protection acoustique des riverains

2 Contexte réglementaire

2.1 Indicateurs acoustiques

Des notions d'acoustique ainsi qu'une description des indicateurs utilisés en acoustique de l'environnement sont présentées en *Annexe 1*.

Précisons les points suivants :

- L'indicateur prévu par la réglementation pour rendre compte de la gêne due aux infrastructures de transport est le L_{Aeq}, le *niveau acoustique équivalent,* exprimé en *décibels pondérés A* et symbolisé *dB(A).*

- Les niveaux sonores sur les périodes diurne et nocturne sont respectivement représentés par les moyennes d'énergie acoustique reçues en un point : l'indicateur **L_{Aeq}(6h-22h)** et le **L_{Aeq}(22h-6h)**.

2.2 La réglementation en vigueur

2.2.1 Constructions nouvelles

Pour les constructions nouvelles, c'est l'arrêté du 23 Juillet 2013 qui fait référence pour la protection acoustique des habitations vis-à-vis du bruit des transports dans l'environnement. L'arrêté modifie celui du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports dans l'environnement.

La valeur minimale de l'isolement acoustique standardisé des logements, indicateur pondéré $D_{nT,A,tr}$ des locaux vis-à-vis de l'espace extérieur, est alors déterminé de telle sorte que le niveau de bruit à l'intérieur des pièces principales et cuisines soit égal ou inférieur à 35 dB(A) en période diurne et 30 dB(A) en période nocturne. Cette valeur d'isolement doit être égale ou supérieure à 30 dB.

Ainsi l'objectif d'isolement est fixé par les conditions suivantes pour les constructions nouvelles :

$$\mathbf{D_{nT,A,tr} \geq L_{Aeq,j} - 35 \text{ et } D_{nT,A,tr} \geq 30,} \text{ en dB}$$

$$\mathbf{D_{nT,A,tr} \geq L_{Aeq,n} - 30 \text{ et } D_{nT,A,tr} \geq 30,} \text{ en dB}$$

Où $L_{Aeq,j}$ représente la contribution sonore diurne de la voie classée en façade.

et $L_{Aeq,n}$ représente la contribution sonore nocturne.

2.2.2 Voies nouvelles

Les études acoustiques d'infrastructures routières s'inscrivent dans le cadre réglementaire précis issu de la loi sur le bruit du 31 décembre 1992 (article 12 abrogé et remplacé par l'article L.571-9 du code de l'environnement) à savoir :

- Le décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 « relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres » ;
- L'arrêté du 5 mai 1995, « relatif au bruit des infrastructures routières » ;

2.2.2.1 Décret du 9 janvier 1995

Ce décret introduit la notion de « **transformation significative** » :

« *Est considérée comme significative, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs, telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains (6h-22h, 22h-6h), serait supérieure de plus de 2 dB(A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou transformation* ».

2.2.2.2 Arrêté du 5 mai 1995

Cet arrêté précise :

- Les niveaux maximaux admissibles pour la contribution sonore d'une **infrastructure nouvelle** sont fixés aux valeurs suivantes :

USAGE ET NATURE DES LOCAUX	L_{Aeq} (6h-22h)	L_{Aeq} (22h-6h)
Établissements de santé, de soins, d'action sociale	60 dB(A)	55 dB(A)
Établissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs) ...	60 dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée (*)	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

(*) Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, à deux mètres en avant des façades des bâtiments est tel que L_{Aeq}(6h-22h) est inférieure à 65 dB(A) et L_{Aeq} (22h-6h) est inférieure à 60 dB(A).

Contribution sonore admissible pour une infrastructure routière nouvelle.

Il s'agit de la contribution sonore de l'infrastructure nouvelle (ou modifiée) seule (sans le bruit d'autres sources ou de routes connexes).

- Lors d'une **transformation significative d'une infrastructure existante**, le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :
  - Si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues dans le tableau ci-dessus, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux.
  - Dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

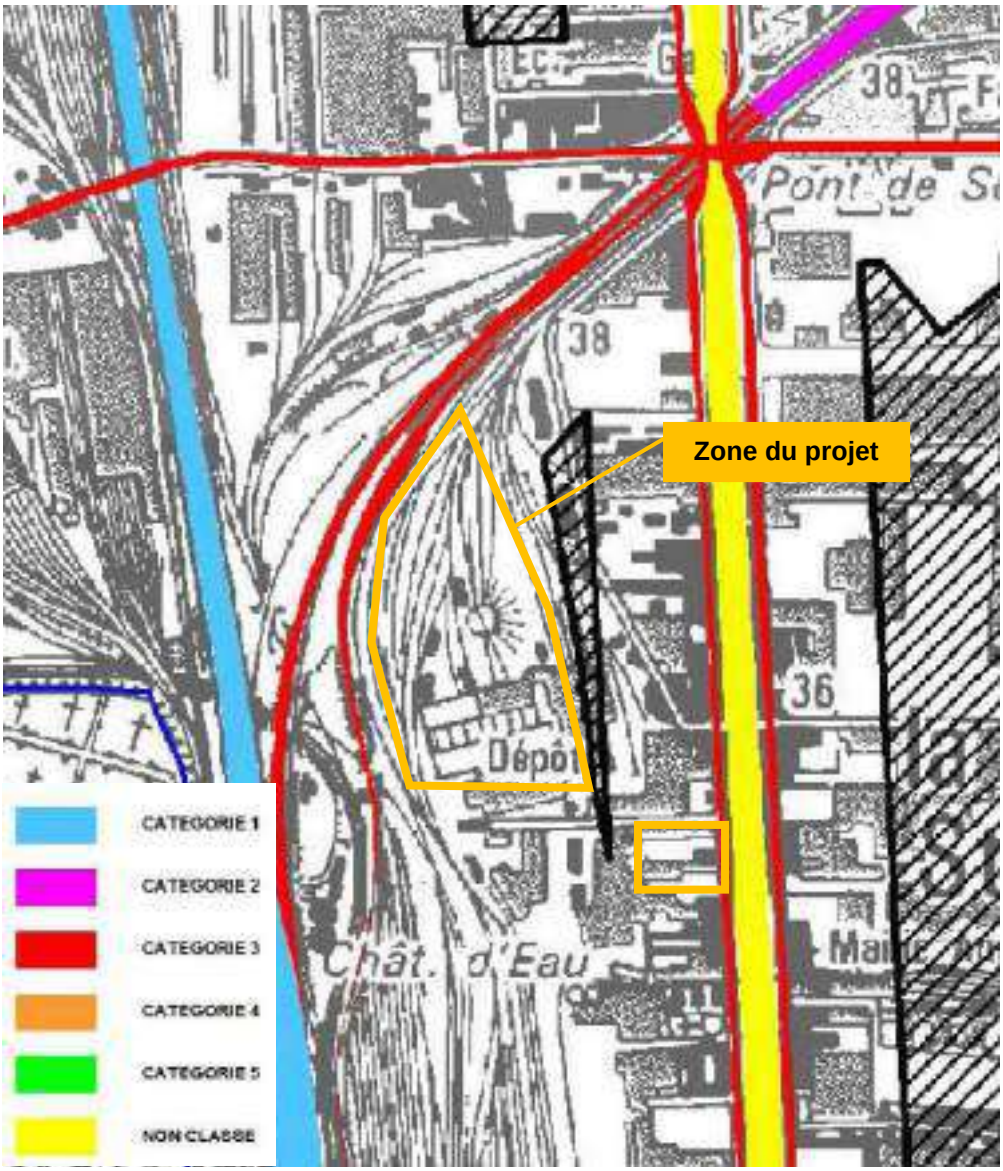
2.2.3 Normes

La norme acoustique NFS 31-010 intitulée « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement », la norme NFS 31-088 relative au bruit ferroviaire ainsi que la norme NFS 31-085 relative au bruit routier, sont les références en vigueur pour les mesures et analyses acoustiques réalisées.

La norme acoustique NFS 31-133 intitulée « Bruit dans l'environnement - Calcul de niveaux sonores » est la référence en vigueur pour les calculs de propagation acoustique des bruits de transports routiers.

2.2.4 Classement sonore des infrastructures terrestres

Le classement des infrastructures de transports terrestres est établi dans l'arrêté préfectoral du 13 mars 2000.



Classement sonore des infrastructures terrestres (source : Préfecture de Seine-Saint-Denis)

Le site des cathédrales du rail est donc à proximité de plusieurs voies classées :

- Catégorie 1 : Le faisceau ferroviaire Nord-Sud au départ de Gare du nord à moins de 300m
- Catégorie 3 : Le RER B et l'avenue du Président Wilson (N1) à moins de 100m

  Le Charles-de-Gaulle Express (CDGx) actuellement en construction à proximité directe du projet, n'a pas encore de classement défini. On pourrait s'attendre à un classement proche de celui du RER donc entre une catégorie 2 et 4.

2.3 Aspect vibratoire

2.3.1 Rappel sur les vibrations

Les sources de vibrations fréquemment citées pour leur impact sur l'environnement correspondent :

- Au trafic ferroviaire en zone urbaine, voies de surface et voies souterraines (métro, RER, trains…).
- Au trafic routier et plus particulièrement les poids lourds.
- Aux chantiers de travaux publics et de construction des bâtiments : battage de pieux, marteaux piqueurs, tirs de mines, engins de chantier.
- Aux installations industrielles : presses, cisailles, marteau, machines tournantes et alternatives.

L**es effets des vibrations se manifestent la plupart du temps à l'intérieur des bâtiments,** à la différence des émissions sonores de ces sources souvent perçues comme une nuisance à l'extérieur des bâtiments.

Suivant l'intensité des perturbations et le type de locaux concernés, leurs effets peuvent être divers :

- Dommages aux constructions, plus particulièrement pour les ouvrages sensibles de type monuments ou bâtiments historiques ;
- Perturbations du fonctionnement de certains équipements sensibles : équipements informatiques, appareillage de mesure de précision de type microscopes électroniques…
- Perceptions des occupants des locaux exposés : perception directe des vibrations par les individus (perception tactile) et/ou **perception du bruit rayonné par les structures excitées**.

S'agissant de ce dernier point (exposition des individus), la perception du bruit rayonné par les structures excitées (effet indirect des vibrations sur l'environnement) constitue souvent le critère prépondérant.

L'oreille apparaît en effet comme un capteur plus sensible aux vibrations que le toucher. Ainsi pour des perturbations vibratoires situées dans la gamme de fréquences audibles (au-dessus de 20 Hz), une vibration sera systématiquement entendue (souvent sous la forme d'un grondement sourd provenant de la structure rayonnante vis-à-vis des sources précitées) avant d'être ressentie physiquement (d'un point de vue tactile) par l'individu exposé.

La présente analyse vibro-acoustique porte donc exclusivement sur les **risques d'exposition aux nuisances vibro acoustiques ou « bruit solidien » vis-à-vis des logements de l'opération à l'égard du RER.**

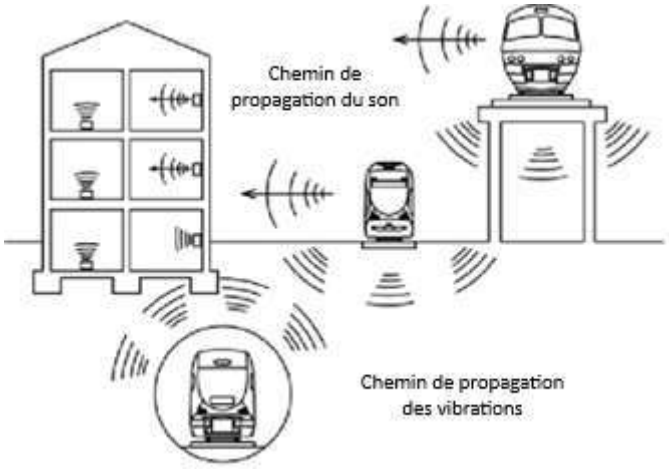


Schéma des mécanismes de propagation des ondes sonores et vibratoires

2.3.2 Préconisations vibratoires

De nombreux auteurs ont tenté de déterminer des seuils limites ou des critères de gêne nécessaires à la caractérisation d'une situation existante ou projetée et à l'évaluation des risques de perturbations potentiels des ouvrages ou des individus

On peut retenir globalement qu'**il n'y a pas d'exigence réglementaire directement applicable aux nuisances vibro-acoustiques générées par les infrastructures de transports terrestres**.

Pour autant :

- Cette thématique est en cours d'évolution avec la promulgation de la loi LOM (Loi d'Orientation des Mobilités) avec en particulier son Art. 91 visant à prendre en considération les vibrations engendrées aux abords des infrastructures. Les textes d'application sont encore en cours d'élaboration, et devront traiter des méthodes d'évaluation, des indicateurs et des valeurs seuils.
- Les niveaux de bruit ambiant qu'il convient de respecter à l'intérieur de pièces principales de logements neufs sont fixés à 30 dB(A) de nuit et 35 dB(A) de jour, s'agissant des bruits de transports terrestres extérieurs transmis par voie aérienne (Cf. arrêté du 30 mai 1996 modifié).
- Dans le cadre de la construction de logements, la courbe de la norme ISO 2631-2 (1989) représente le seuil de perception tactile des vibrations qu'il convient de ne pas dépasser dans les zones de sommeil. Ce seuil est plus contraignant que celui de la circulaire du 23 juillet 1986 pour des sources continues et des bâtiments très sensibles. Il correspond à des niveaux de vitesse de 66dBv (réf. 5x10-8 m/s).

Il est à noter que l'exigence réglementaire de bruit ambiant intérieur en provenance des infrastructures de transports terrestres correspond à un niveau de bruit moyen énergétique (indicateur LAeq,T), déterminé sur l'ensemble de la période de référence réglementaire considérée : 6h-22h (période diurne) et 22h-6h (période nocturne).

Autrement dit, dans le cas d'une source de nuisance extérieure de nature événementielle (de type circulation ferroviaire), le niveau sonore engendré à l'intérieur d'un logement respectant les obligations réglementaires en matière d'isolation de façade, sera supérieur à ces valeurs limites de 30 dB(A) (de nuit) / 35 dB(A) (de jour) au moment du passage des trains, dans les pièces exposées à l'infrastructure.

En outre, il est relativement courant de constater des niveaux de bruit ambiant relativement faible de l'ordre de 25 dB(A), voire moins, dans les pièces peu exposées au bruit de l'espace extérieur (façade arrière, cour intérieure…) et lors des périodes les plus calmes (période nocturne principalement).

Enfin, précisons que le niveau de bruit généré par les vibrations au passage d'un événement ferroviaire est principalement rayonné dans la gamme des basses fréquences (octaves 31.5 Hz – 125 Hz), ressenti comme un « grondement sourd » renforçant son caractère perceptible par rapport aux composantes habituelles du bruit de fond.

En ce qui concerne le confort acoustique, la présente analyse de risque sera donc conduite sur la base d'objectifs usuellement retenus dans la profession, à savoir :

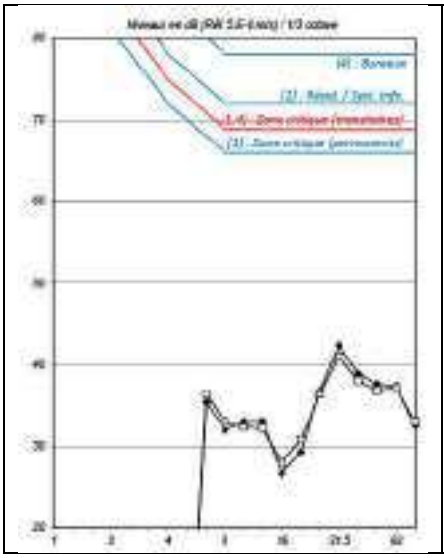
Niveau de bruit moyen au passage LAeq,T ≤ 30 dB(A)
et inférieur à 35 dB(A) en valeur maximale (indicateur LAeq,1s,max)

Cette exigence a le mérite de rester cohérente avec les exigences réglementaires sus mentionnées, tout en limitant l'émergence de niveau au passage, notamment lors des moments calmes, et donc les risques de perturbations / nuisances associés.

2.3.3 Norme ISO 2631-2 (1989) – Vibrations globales du corps

Les critères vibrations de perception tactile utilisés habituellement sont ceux définis dans la norme ISO 2631-2 (1989) : « Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps - Vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments ». Son Annexe A fourni des indications quant aux amplitudes de vibrations jugées acceptables dans les bâtiments vis-à-vis de la réponse humaine (perception tactile).

Les courbes reprises sur les figures dans le rapport d'état initial sont explicitées ci-dessous :



- la courbe **(1)** représente le critère jugé acceptable dans les zones critiques de travail (par exemple salles d'opération d'hôpital, laboratoires de précision....) **ou dans les zones de sommeil**. Celui-ci correspond également en moyenne au seuil de perception tactile des individus ;
- la courbe **(2)** représente le critère jugé acceptable pour les bâtiments d'habitation (résidences) **de jour**, et correspond également au critère habituellement retenu pour les espaces de travail équipés de systèmes informatiques (sources bibliographiques sur ce dernier aspect) ;
- la courbe **(4)** représente le critère pour les locaux à usage de bureaux.

Nota : Ces critères conduisent à des amplitudes de vibrations au-dessous desquelles la probabilité de réaction est faible. Cela n'implique pas a contrario que des plaintes ou des commentaires défavorables n'apparaîtront pas pour des amplitudes plus faibles.

3 Résumé de l'état initial

L'ambiance sonore du site est conditionnée essentiellement par le trafic ferroviaire directement à l'ouest. Seuls les immeubles du donnant directement sur l'avenue du président Wilson sont influencés par le trafic routier.

Dans l'ensemble les niveaux sonores sur le site sont modérée au sens réglementaire ($L_{Aeq,j}$ < 65 dB(A) et $L_{Aeq,n}$ < 60 dB(A)).

Les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leur proximité avec les différentes infrastructures Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) par rapport à la période diurne.

Les mesures vibratoires n'indiquent pas d'enjeu majeur sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles. De plus le bruit solidien maximum issu du trafic devrait rester inférieur à 28 dB(A) et donc en dessous du seuil de 30 dB(A) conseillés dans les pièces de vie sur la période nocturne.

4 Modélisation acoustique du site avec projet

4.1 Hypothèses de calculs

Le modèle est validé avec un sol plutôt réfléchissant (G=0,3), et des conditions météo d'occurrence favorable à la propagation correspondant à la station météo d'Évreux.

La géométrie des bâtiments du projet ainsi que du viaduc du CDGx sont issus du modèle « 2023-PROJET SIMP.skp » transmis par TERAO.

Les hypothèses de trafics actuels sont issus de l'étude acoustique du CDGx : « ST DENIS CATH AAP etude acoustique CDGEX » mais aussi des comptages manuels, tout deux extrapolés pour l'horizon 2030 sur la base de la création de 650 logements et d'une augmentation annuelle du trafic de l'ordre de 1%.

Voie	Période	VL		PL	
		Veh/h	V [km/h]	Veh/h	V [km/h]
Rue du Bailly	6h-22h	175	30	0	30
	22h-6h	22	30	0	30
Ch. Des Petits Cailloux	6h-22h	6	30	0	30
	22h-6h	1	30	0	30
Av. du Président Wilson	6h-22h	654	50	99	50
	22h-6h	99	50	23	50
Voies internes	6h-22h	20	30	0	30
	22h-6h	4	30	0	30

Volumes de trafic routier compté
(VL : véhicules légers ; PL : poids-lourds)

Les données de trafic ferroviaire correspondent à celles indiqués dans l'étude acoustique du CGDx : « ST DENIS CATH AAP etude acoustique CDGEX » ajusté pour l'étude en cours. Les trafics, modèles et vitesses des trains sont indiqués ci-dessous :

Ligne (Trafic par sens)	Modèle	6h-22h		22h-6h	
		Veh/h	V [km/h]	Veh/h	V [km/h]
RER B	Z8700 (MI79)	15.0	60	4.2	60
Transilien K	NAT 8 caisses	7.5	90	1.3	90
RER D	Z22500 pentacaisse (MI2N)	9.6	90	1.2	90
Transilien H	NAT 8 caisses	7.5	90	1.3	90
Intercités	Regiolis Z51500	1.6	90	0.0	90
TGV	TGV-A	7.4	90	0.6	90
FRET	1 BB22200 et 18 wagons Fret feiné fonte	0.1	80	0.2	80
TER	B81500 quadricaisse	2.2	90	0.3	90
CDGx	1 rame NAT 7 caisses	4.0	90	1.3	90

Volumes de trafic ferroviaire modélisé

4.2 Cartes horizontales des niveaux sonores en situation future

Les niveaux sonores diurnes et nocturnes en situation actuelle sont calculés à une hauteur constante de 4m par rapport au sol ; ils sont représentés sur les cartes pages suivantes.

Les niveaux sonores sur l'ensemble du site à l'état futur avec projet sont compris entre 50 et 65 dB(A) de jour et entre 45 et 60 dB(A) la nuit. L'ambiance sonore est donc modérée au sens réglementaire ($L_{Aeq,j}$ < 65 dB(A) et $L_{Aeq,n}$ < 60 dB(A)).

La mise en service de la ligne du Charles-de-Gaulle Express vient augmenter la contribution sonore ferroviaire sur le site d'environ 2 dB(A).

Les nouveaux logements proches des voies viennent aussi faire écran aux sources ferroviaires ce qui permet d'avoir une ambiance plus calme au centre du lotissement (entre 45 et 50 dB(A)).

Niveaux sonores diurnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol.

Niveaux sonores nocturnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol.

4.3 Futurs niveaux sonores en façade

Les niveaux sonores diurne et nocturne en façades des bâtiments actuels et futurs sont représentés respectivement sur les deux cartes ci-après.

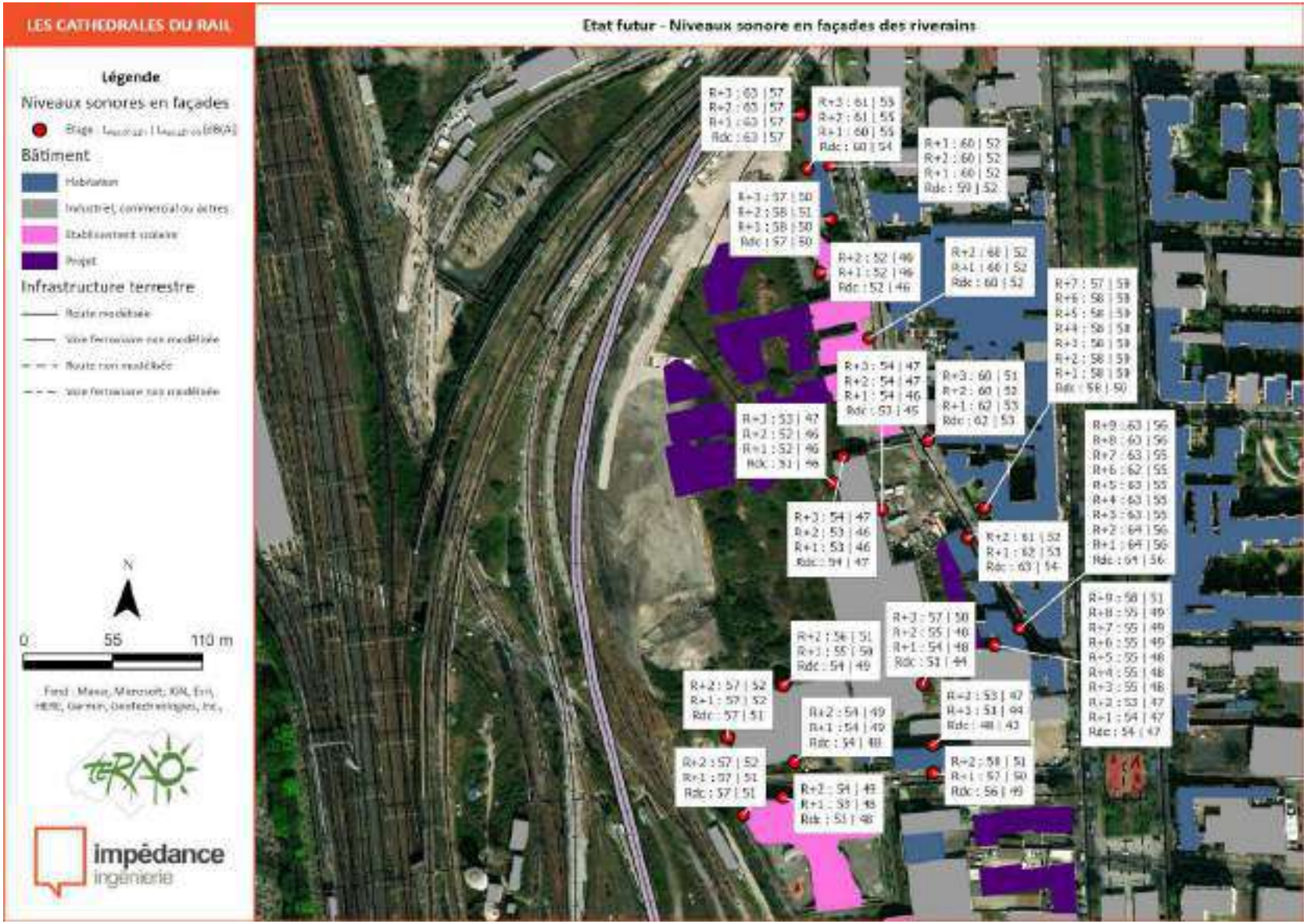
Les niveaux sonores en façade des bâtiments existants sont compris entre 50 et 63 dB(A) de jour suivant leurs proximités avec les différentes infrastructures Les niveaux sonores nocturnes baissent d'environ 6 dB(A) durant la période nocturne.

En ce qui concerne les logements du projet les façades exposées au trafic ferroviaire présentent des niveaux sonores de l'ordre de 61 à 63 dB(A) de jour et de 55 à 57 dB(A) de nuit.

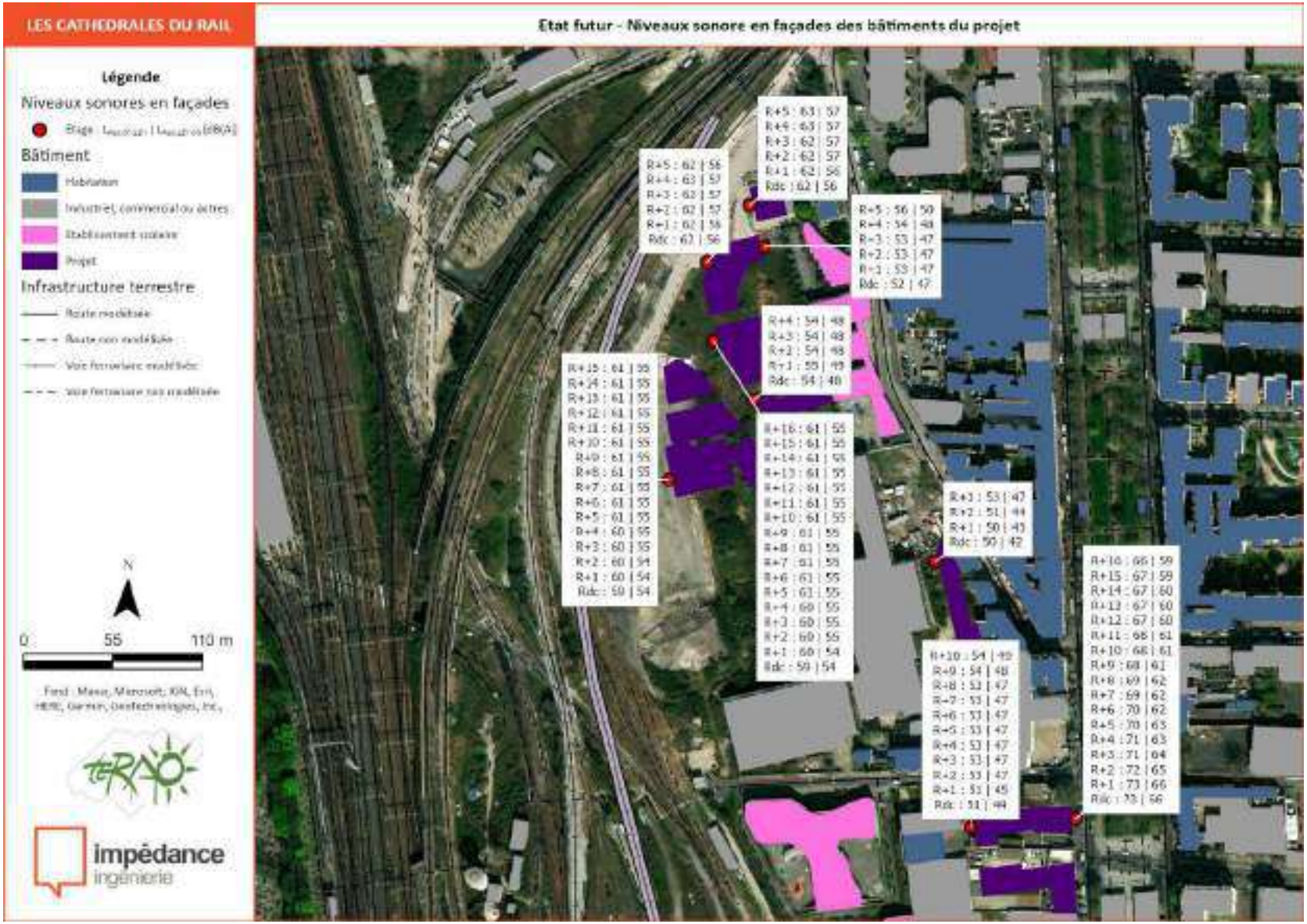
Les façades exposées à l'avenue du Président Wilson ont-eux des niveaux sonores élevés en façades avec des niveaux sonores pouvant monter jusqu'à 73 dB(A) de jour et 66 dB(A) de nuit ce qui est au-dessus des seuils de point noir de bruit ($L_{Aeq,j}$ > 70 dB(A) et $L_{Aeq,n}$ > 65 dB(A)).

Les niveaux sonores sont donc modérés (< 65 dB(A) de jour) comme constaté sur les cartes horizontales de bruit à 4m.

Comparé à l'état initial les niveaux augmentent d'environ 1 à 2 dB(A) du fait de la mise en service du CDGx.



Niveaux sonores futurs en façades des bâtiments riverains, en dB(A).



Niveaux sonores futurs en façades des bâtiments du projet, en dB(A).

5 Impact acoustique du projet

5.1 Impact du projet sur son milieu

5.1.1 Carte différentielle

La carte différentielle présentée ci-dessous permet de mieux visualiser l'impact du projet et de la mise en service du CDGx sur le site des Cathédrales du rail mais aussi sur les riverains.

Les écarts sonores sont calculés de la manière suivante : $\Delta L_{Aeq} = L_{Aeq,projet} - L_{Aeq,etat\ initial}$.

On remarque l'influence de la mise en service du CDGx qui vient augmenter les niveaux sonores de 1 à 2 dB(A) aux abords directs des voies. Les nouveaux logements créent bien un effet d'écran sur la partie est du site avec des réductions des niveaux sonores de l'ordre de 4 dB(A) ou plus.

Les trafics routiers potentiellement induits par les nouveaux logements devraient contribuer à l'augmentation des niveaux sonores de l'ordre de 1 dB(A) principalement sur la rue du Bailly.

Les augmentations importantes constatées au sud sur le Chemin des Petits Cailloux proviennent, elles, de la démolition de bâtiments existants et du nouveau tracé du chemin.

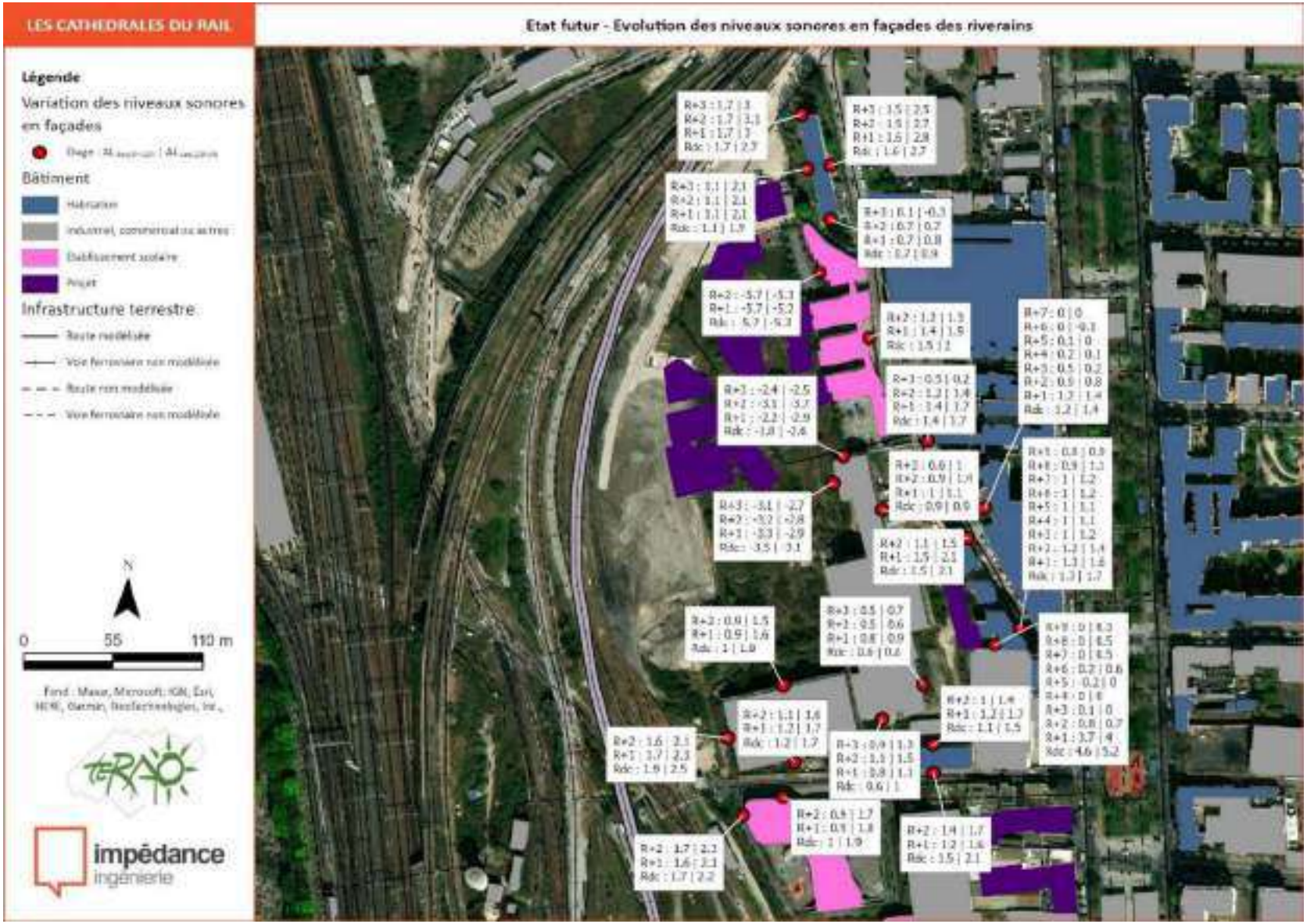
Variation des niveaux sonores, en dB(A), estimée à 4m du sol

5.1.2 Niveaux sonores en façades des riverains au projet

Les écarts des niveaux sonores en façades des riverains ont été calculés pour les façades présentées précédemment.

Comme annoncé précédemment les augmentations les plus importantes se situent sur les logements exposés au CDGx avec des augmentations de l'ordre de 1 à 2 dB(A). La façade ouest de l'Ecole élémentaire Aimée Césaire se retrouve protégée par les nouveaux logements avec des baisses des niveaux sonores de l'ordre de 5 dB(A).

De la même façon le point nord de Cathédrale se trouve elle aussi protégée avec des gains proches de 3 dB(A).



Variation des niveaux sonores en façades des riverains, en dB(A)

5.1.3 Voies nouvelles

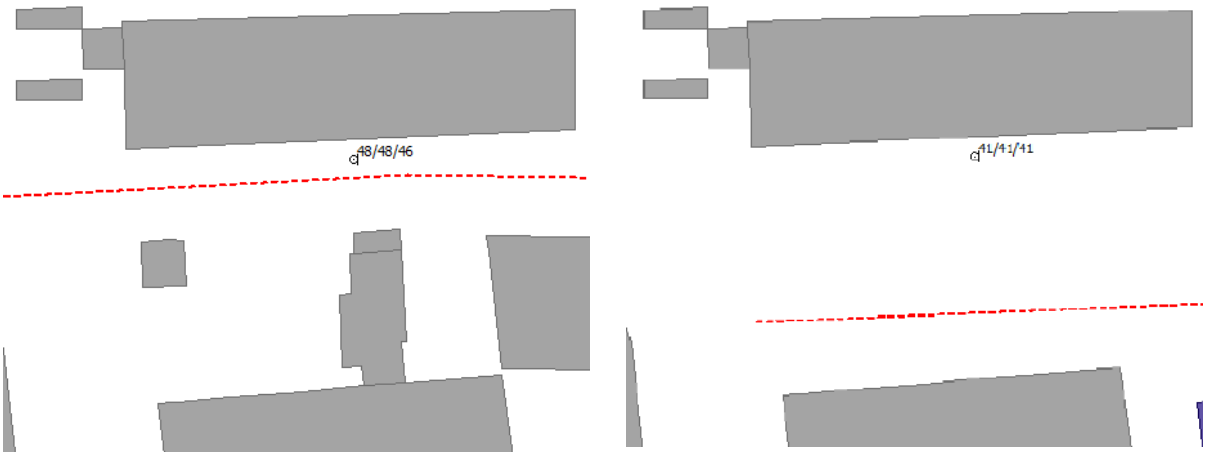
L'intégralité des voies nouvelles (ou modifications *significatives*) prévues dans le projet se situent dans des zones d'ambiance sonore préexistantes modérée (L_{Aeq}(6h-22h) inférieur à 65 dB(A) ou L_{Aeq} (22h-6h) inférieur à 60 dB(A)).
De ce fait leurs contributions sonores sur les façades sont contraintes aux seuils de 60 dB(A) de jour et 55 dB(A) de nuit.
Les niveaux sonores sont donc évalués sur l'ensemble des façades exposées aux voies nouvelles ou modifiées afin de vérifier le respect ou non de ces seuils.

La carte page suivante représente les résultats des calculs sur les façades directement impactées par les modifications apportées par le projet. Elle indique les niveaux $L_{Aeq,j}$, $L_{Aeq,n}$ à chaque étage.

On constate qu'aucune façade proche des **voies nouvelles** au cœur du site (carte page suivante) ne présente de niveaux sonores supérieurs aux seuils indiqués précédemment. Ceci s'explique entre autres par les trafics peu importants attendus sur les nouvelles voies. De ce fait ces voies respectent l'arrêté du 5 mai 1995 et aucun dispositif particulier de protection acoustique n'est à prévoir.

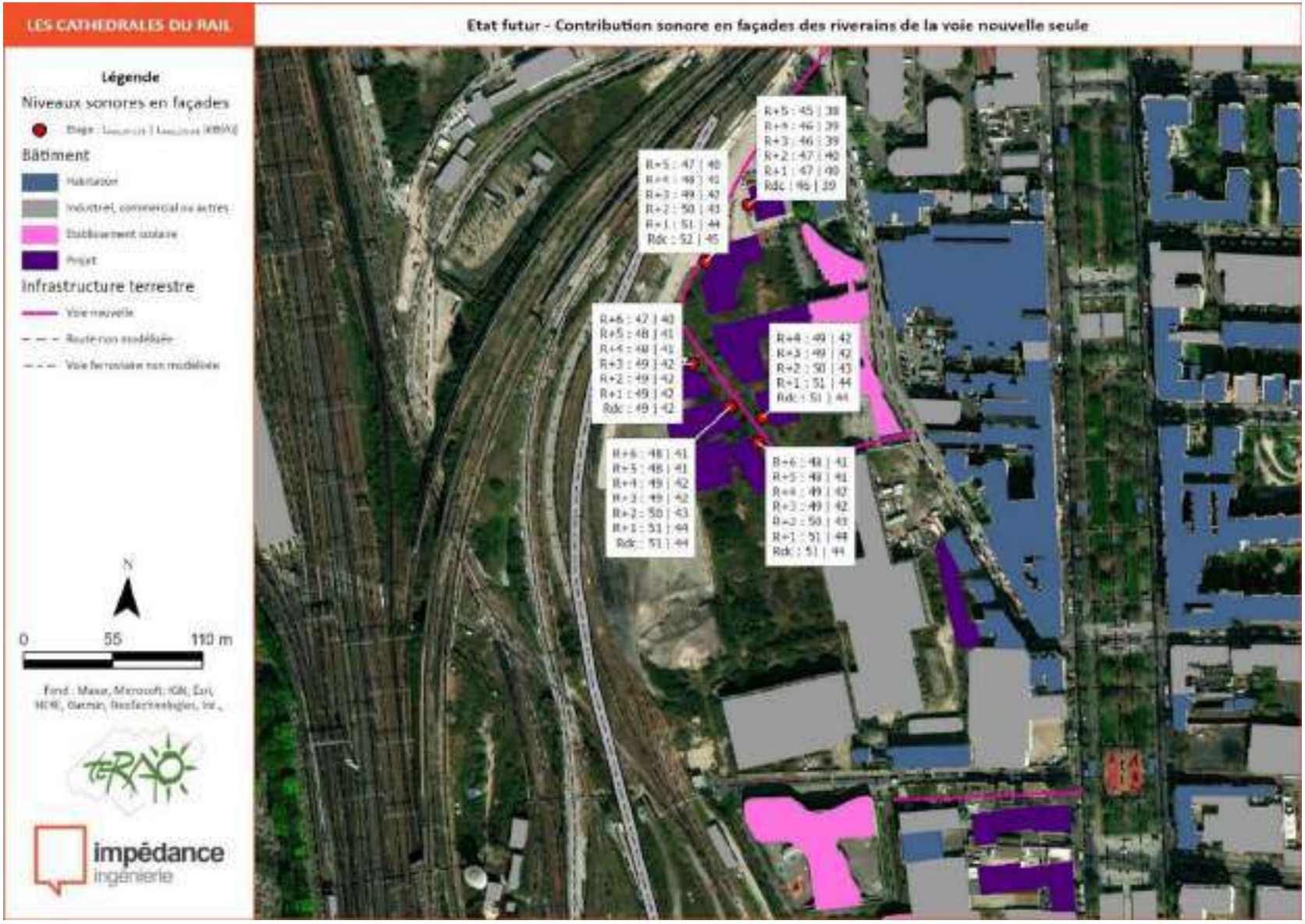
En termes de **voies modifiées** seul le chemin des Petits Cailloux est modifié dans son tracé. Les seuls logements impactés par ce changement sont les logements « Adoma » au nord. L'éloignement du chemin des Petits Cailloux de ce dernier induit alors une baisse des niveaux sonores de l'ordre de 7 dB(A).

Il n'y a donc pas d'augmentation des niveaux de plus de 2 dB(A) et la modification n'est pas considérée comme significative et aucun dispositif particulier de protection acoustique n'est à prévoir.



Etat futur sans projet *Etat futur avec projet*

Evolution des niveaux sonores diurnes en façade du bâtiment « Adoma »



Contribution sonore en façades des logements de la voie nouvelle seule, en dB(A)

5.2 Impact du milieu sur le projet

5.2.1 Constructions nouvelles

Les constructions nouvelles sont, elles, soumises à la réglementation présentée au §2.2.4 qui présente les valeurs d'isolement minimums réglementaires à mettre en place sur les nouveaux logements. Ces valeurs sont aussi valables pour les établissement sensibles (soins et éducation).

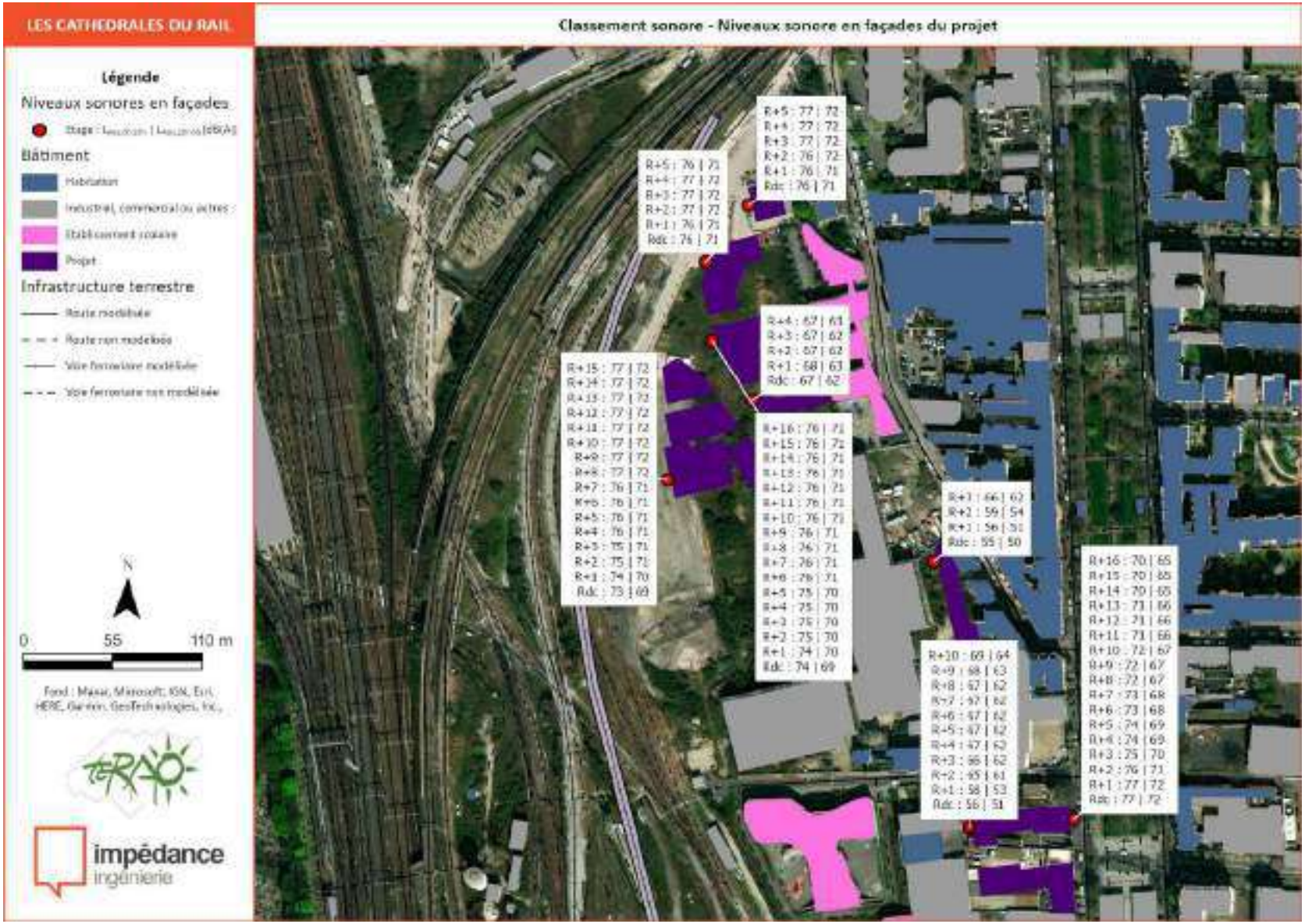
Pour ce faire les niveaux sonores sur toutes les façades des nouveaux bâtis sont calculés ainsi que les isolements de façades correspondants. Ici les logements sont dans la zone d'influence des voies faisant l'objet d'un classement sonore. De ce fait les émissions de ces voies sont recalées sur les valeurs de référence correspondant à leur classement (le classement du CDGx étant encore indéterminé on prend l'hypothèse d'un classement sonore de catégorie 3 similaire au RER B).

Ces valeurs sont indiquées dans le tableau suivant pour chaque voie :

Voie	Classement	$L_{Aeq,6h\text{-}22h,ref}$ [dB(A)]	$L_{Aeq,22h\text{-}6h,ref}$ [dB(A)]
Faisceau Gare du Nord	1	86	81
RER B	3	76	71
CDGx	(3)	76	71
Avenue du Président Wilson	3	73	68

Niveaux sonores de référence pour les infrastructures terrestres classées

La carte suivante représente les résultats des calculs sur les façades des constructions nouvelles. Elle indique les niveaux $L_{Aeq,j}$, $L_{Aeq,n}$ à chaque étage. Par souci de clarté cette carte n'indique qu'une partie des résultats, le détail par façade et par bâtiment est disponible dans les tableaux au § 5.2.2.



Classement sonore - Niveaux sonores en façades des logements du projet

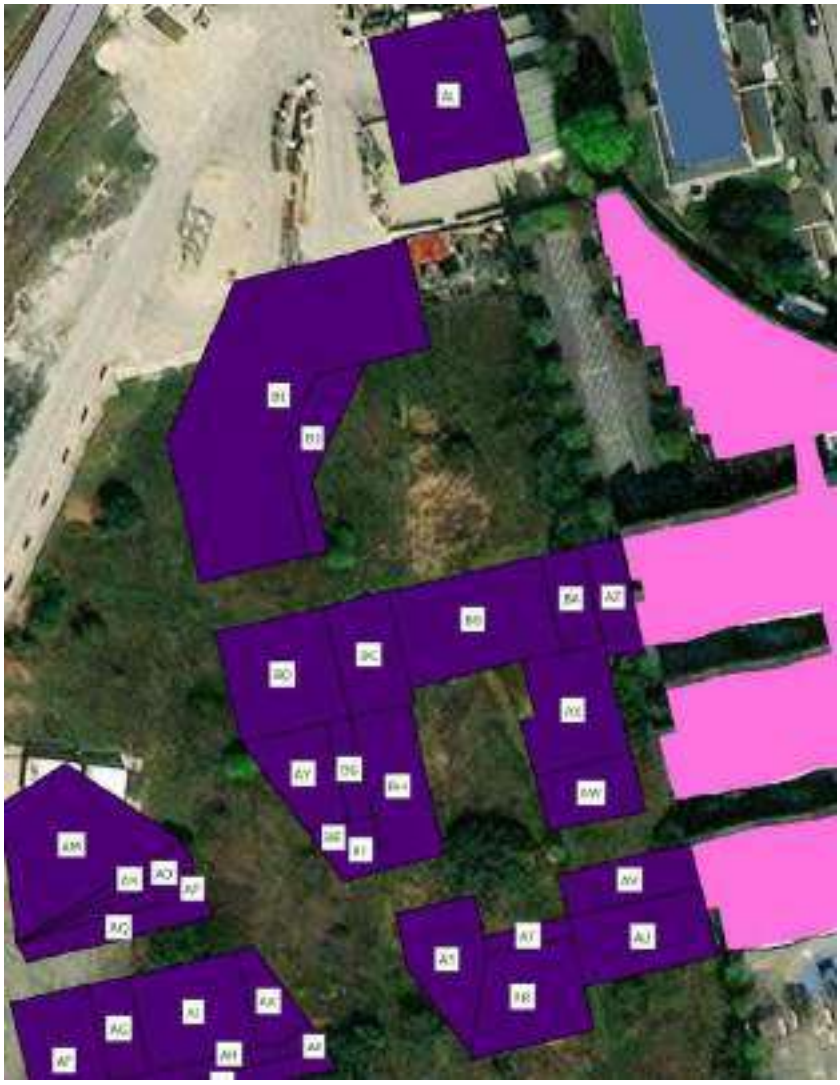
5.2.2 Isolements de façades du projet

Les isolements réglementaires sont calculés pour chaque façade de chaque bâtiment du projet. Ces derniers sont identifiés par une lettre dans les visuels suivants :

Identification du bâti 1 sur 4

Identification du bâti 2 sur 4

Identification du bâti 3 sur 4



Identification du bâti 4 sur 4

Rappelons que les isolements de façades minimaux des pièces principales de logements et établissements sensibles sont d'un $D_{nT,A,tr}$ de 30 dB.

Le tableau suivant présente un extrait des résultats sur un bâtiment, l'intégralité des résultats est présentée en *Annexe 2* du présent document, avec des valeurs de 30 à 41 dB. Les étages non indiqués sont ceux masqués par un autre bâtiment.

Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
BD	Est	R+12	53	47	30
		R+13	62	57	30
		R+14	62	57	30
		R+15	62	57	30
		R+16	62	57	30
	Nord	Rdc	70	65	35
		R+1	70	66	36
		R+2	71	66	36
		R+3	71	66	36
		R+4	72	67	37
		R+5	72	67	37
		R+6	73	68	38
		R+7	73	68	38
		R+8	73	68	38
		R+9	73	68	38
		R+10	73	68	38
		R+11	73	68	38
		R+12	73	68	38
		R+13	73	68	38
		R+14	73	68	38
		R+15	73	68	38
		R+16	73	68	38
	Ouest	Rdc	72	68	38
		R+1	73	68	38
		R+2	73	69	39
		R+3	74	69	39
		R+4	74	69	39
		R+5	74	69	39
		R+6	74	69	39
		R+7	74	69	39
		R+8	74	69	39
		R+9	75	70	40
		R+10	75	70	40
		R+11	75	70	40
		R+12	75	70	40
		R+13	75	70	40
		R+14	75	70	40
		R+15	75	70	40
		R+16	74	69	39
	Sud	R+9	68	63	33
		R+10	71	66	36
		R+11	71	66	36
		R+12	71	66	36
		R+13	71	66	36
		R+14	70	65	35
		R+15	70	65	35
		R+16	70	65	35

Résultat des calculs d'isolement réglementaire pour le bâtiment BD.

6 Mesures de réduction de bruit à la source

Dans l'objectif de réduire l'impact des infrastructures ferroviaires sur le projet, la mise en place d'un merlon est envisagée le long du nouveau tracé du CDGx à une distance d'environ 20m du viaduc qui culmine lui à 8m de hauteur par rapport au sol.

Ce dernier, indiqué en rose dans les cartes suivantes, est simulé à des hauteurs théoriques de 6m, 9m et 12m par rapport au sol.

Les niveaux en façades des logements du projet proches des voies sont indiqués dans les cartes ci-dessous.

Situation sans merlon

Merlon 6m

Merlon 9m

Merlon 12m

Pour chaque configuration les gains estimés par étage sont les suivants :

Etage	Merlon 6m	Merlon 9m	Merlon 12m
Rdc	5 à 7 dB(A)	10 à 14 dB(A)	10 à 17 dB(A)
R+1	2 à 5 dB(A)	9 à12 dB(A)	11 à 16 dB(A)
R+2	1 dB(A)	7 à 9 dB(A)	10 à 12 dB(A)
R+3	0 dB(A)	2 à 5 dB(A)	4 à 9 dB(A)
R+4	0 dB(A)	0 à 2 dB(A)	3 à 6 dB(A)
R+5	0 dB(A)	0 à 1 dB(A)	2 à 5 dB(A)
R+6	0 dB(A)	0 dB(A)	2 dB(A)
R+7	0 dB(A)	0 dB(A)	1 à 2 dB(A)
R+8	0 dB(A)	0 dB(A)	1 dB(A)
R+9	0 dB(A)	0 dB(A)	1 dB(A)
R>9	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)

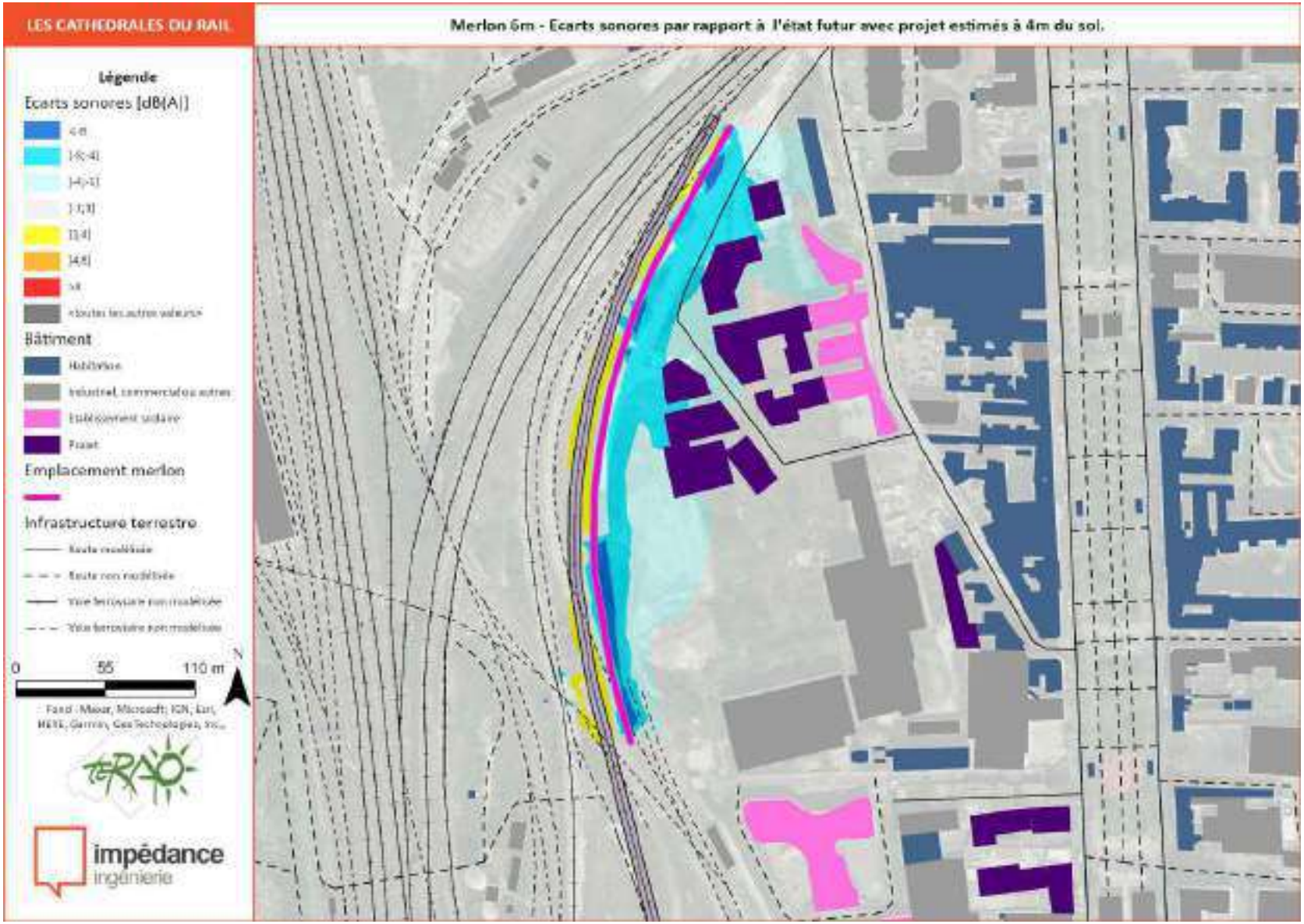
Gains moyens estimés par étages en fonction de la hauteur du merlon

On constate que les gains sont effectivement croissants avec la hauteur du merlon.

A une hauteur de 6m les gains sont localisés essentiellement sur le rez-de-chaussée et le 1er étage. La configuration 9m permet de réduire les niveaux sonores jusqu'au R+3. Enfin la configuration théorique à 12m permettrait d'avoir des gains encore notables jusqu'au R+6.

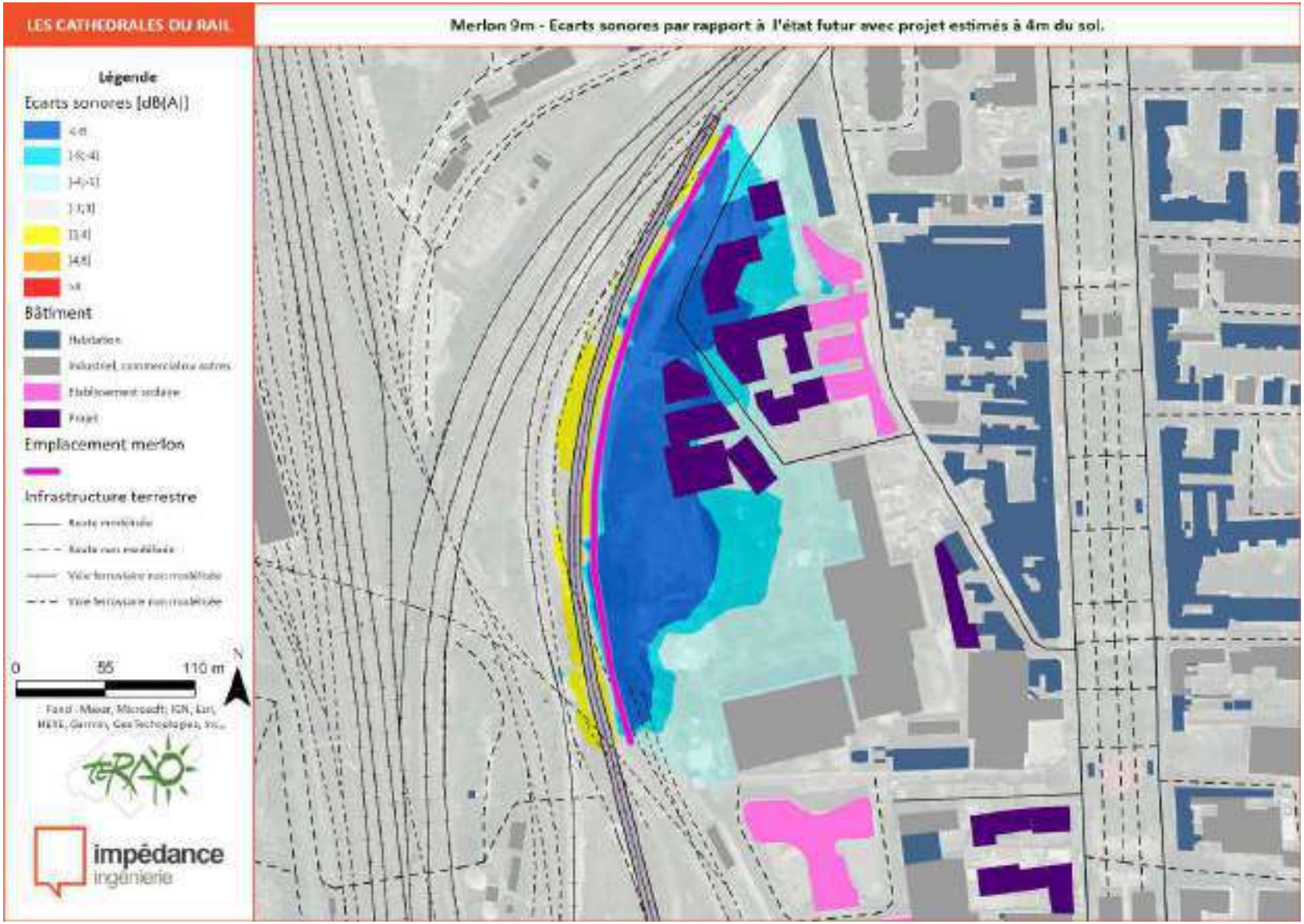
Afin de visualiser l'impact de ces mesures sur le site des cartes différentielles et des cartes de bruits à 4m sont présentées ci-après pour les configurations de 6m et 9m.

On notera que les gains du merlon sont très localisés sur une distance maximale de 60m De ce fait, bien que protégeant les logements proches, le merlon sera peu efficace sur le reste du site et sur le parc au sud.



Merlon 6m - Variation des niveaux sonores , en dB(A), estimés à 4m du sol

Merlon 6m - Niveaux sonores diurnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol



Merlon 9m - Variation des niveaux sonores , en dB(A), estimés à 4m du sol

Merlon 9m - Niveaux sonores diurnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol

7 Conclusion

Le présent document restitue l'établissement de l'impact acoustique et vibratoire ainsi que la proposition de recommandations pour la protection acoustique des riverains sur le site des Cathédrales du Rail dans le contexte du projet immobilier.

Les mesures vibratoires ont montré qu'il n'y aura pas d'enjeu majeur sur le projet et les vibrations restent bien en dessous des seuils de perception tactiles. De plus le bruit solidien maximum issu du trafic devrait rester inférieur à 28 dB(A) et donc en dessous du seuil de 30 dB(A) conseillés dans les pièces de vie sur la période nocturne.

L'ambiance sonore du site en projet est conditionnée essentiellement par le trafic ferroviaire directement à l'ouest. Seuls les immeubles donnant directement sur l'avenue du président Wilson sont eux influencés davantage par le trafic routier.

Dans l'ensemble les niveaux sonores sur le site resteront modérés au sens réglementaire avec des valeurs diurnes $L_{Aeq,j}$ < 65 dB(A) et nocturnes $L_{Aeq,n}$ < 60 dB(A).

La mise en service du Charles-de-Gaulle express (CDGx), et plus particulièrement du viaduc à l'est, devrait augmenter les niveaux sonores sur le site d'environ 1 à 2 dB(A) par rapport à la situation existante.

Les façades des nouveaux logements du projet les plus exposées seront celles en vue directe sur les voies ferrées et sur l'avenue du Président Wilson, avec des niveaux sonores diurnes variant de 61 dB(A) jusqu'à 73 dB(A). Le reste des logements seront eux moins exposés avec des niveaux sonores de l'ordre de 50 dB(A) à 54 dB(A) de jour.

L'impact du projet sur les riverains existants est limité à une légère augmentation des émissions sonores de la rue du Bailly et à une diminution des niveaux sonores sur la façade ouest de l'école élémentaire Aimée Césaire.

Les voies nouvelles et les modifications des voies n'auront qu'un faible impact acoustique et n'induisent pas de contrainte réglementaire.

Les isolements de façades réglementaires requis sur les futurs logements sont eux importants du fait des voies classées proches, avec des isolements pouvant aller jusqu'à 41 dB.

La mise en place d'un merlon de 6m de hauteur à proximité du viaduc du CDGx permettrait d'avoir des gains acoustiques uniquement sur les premiers étages des logements les plus exposés, mais avec des réductions importantes, de l'ordre de 7 dB(A) au Rdc. Un écran/merlon de 9m de hauteur permettrait d'avoir des gains plus importants et plus étendus sur l'ensemble du site.

8 Annexes

8.1 Annexe 1 : Généralités sur le bruit dans l'environnement

LA PRESSION ACOUSTIQUE

Le bruit est dû à une variation rapide de la pression régnant dans l'atmosphère. La pression acoustique est la différence entre la pression instantanée et la pression atmosphérique (notre oreille n'est pas sensible aux variations de la pression atmosphérique, qui se produisent trop lentement).

La pression acoustique s'exprime en Pa (Pascal) et est notée « p ».

LE DECIBEL : dB

La sensation auditive de bruit est liée physiologiquement au logarithme de la pression acoustique « p ». De manière à caractériser le niveau sonore d'un bruit, on utilise une unité basée sur le logarithme : le décibel, noté dB.

Le niveau de pression acoustique L_p se déduit donc de la relation suivante :

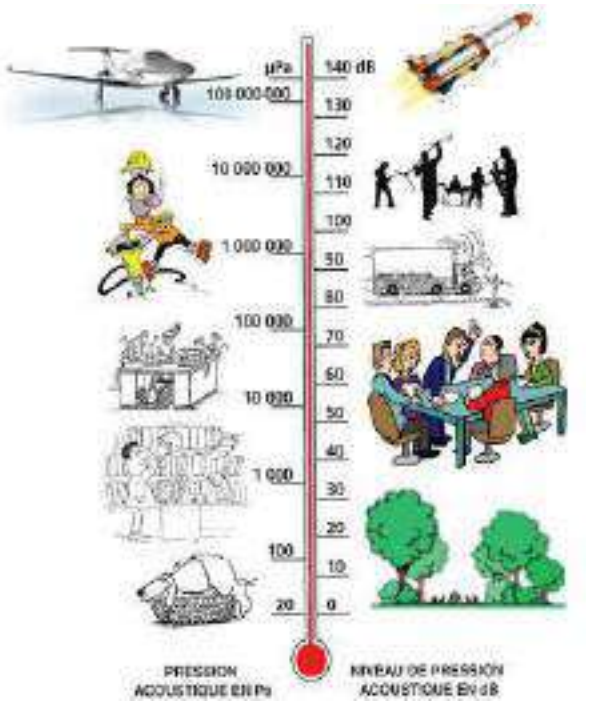
$$Lp = 10 * Log\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right)$$

avec : p : La pression acoustique

p_0 : La pression acoustique audible minimale, soit 20 µPa

Dans la réalité, l'échelle de niveaux sonores auxquels nous pouvons être exposés varie de 10 à 140 dB.

Voici quelques exemples :

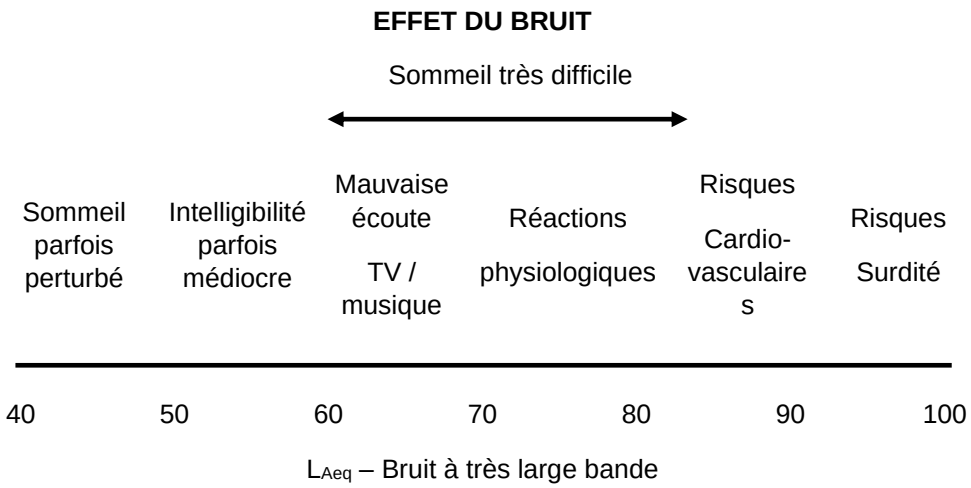


LA PONDERATION A : LE dB(A)

L'oreille humaine joue le rôle d'un filtre en fonction des fréquences du bruit : elle atténue certaines fréquences (inférieures à 1 000 Hz et supérieures à 4 000 Hz) et en amplifie d'autres (celles comprises entre 1 000 Hz et 4 000 Hz).

De manière à restituer la **« courbe de réponse » de l'oreille**, on utilise une courbe de pondération, dite « courbe de pondération A ». On pourra ainsi définir un niveau sonore en dB(A) qui sera représentatif de la sensation auditive humaine.

Le dB(A) est l'unité la plus fréquemment utilisée en ce qui concerne la caractérisation des bruits dans l'environnement. L'échelle de niveaux ci-dessous illustre quelques effets du bruit sur l'homme :



L'ADDITION DE NIVEAUX SONORES

Les lois physiques et physiologiques liées au bruit imposent une arithmétique particulière. En effet, l'addition de 2 niveaux sonores ne se fait pas du tout de la même manière que l'addition de deux nombres classiques : **60 dB + 60 dB ne font pas 120 dB !**

Pour simplifier, nous ne rappellerons ici que les règles de base qui illustrent l'addition des niveaux sonores.

DOUBLEMENT DE LA PUISSANCE

60 dB ⊕ 60 dB = 63 dB

Lorsque l'on additionne deux sources de même niveau, le résultat global augmente de 3 dB. Par exemple, le doublement du trafic routier correspond à une augmentation du niveau sonore de 3 dB (toutes choses restant égales par ailleurs : % PL, vitesses, fluidité…)

60 dB

63 dB

EFFET DE MASQUE

60 dB ⊕ 70 dB = 70 dB

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est au moins supérieur de 10 dB par rapport au second, le niveau sonore résultat est au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.

60 dB

70 dB

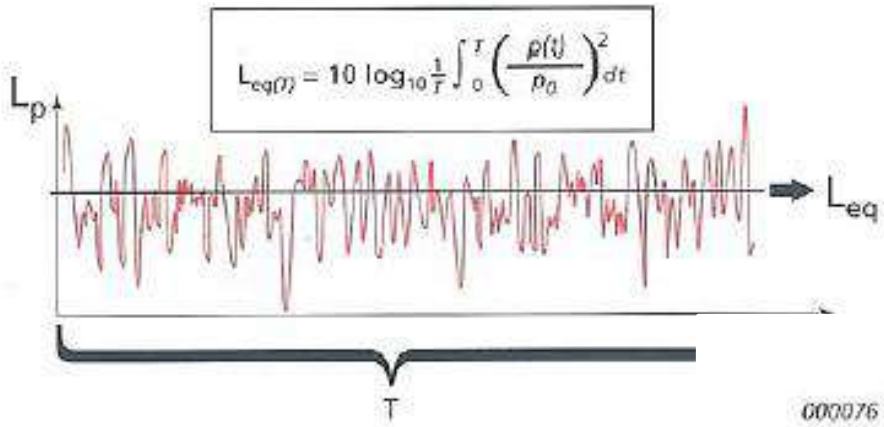
70 dB

LE L_{eq}

La plupart du temps, les bruits auxquels nous sommes soumis ne sont pas stables, leur niveau varie rapidement avec le temps : ce sont des bruits fluctuants (le bruit routier en est un exemple).

Il n'est alors plus possible de caractériser un tel bruit par son niveau sonore instantané. On utilise donc dans ce cas un indicateur appelé « niveau sonore (énergétique) continu équivalent » et noté $L_{eq,T}$ ou $L_{Aeq,T}$ (pour les bruits exprimés en dB(A)), T étant la période de temps sur laquelle on détermine cet indice.

Sur une période déterminée T, le L_{eq} est le niveau de bruit constant (stable dans le temps) qui aurait la même énergie que le bruit fluctuant considéré. Ce niveau continu équivalent constitue en quelque sorte une moyenne énergétique des niveaux de bruit.



LES INDICATEURS STATISTIQUES

Dans certaines situations sonores, le L_{Aeq} n'est pas suffisant pour l'appréciation des effets du bruit. On effectue également des analyses statistiques de L_{Aeq} courts qui permettent de déterminer les niveaux fractiles $L_{N\%}$: niveaux atteints ou dépassés pendant N% de la durée d'observation.

Ces situations se caractérisent par la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie, mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de masque du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment lorsqu'il existe un bruit de circulation discontinu (survol d'avion, passage de trains, de véhicules…).

Ainsi :

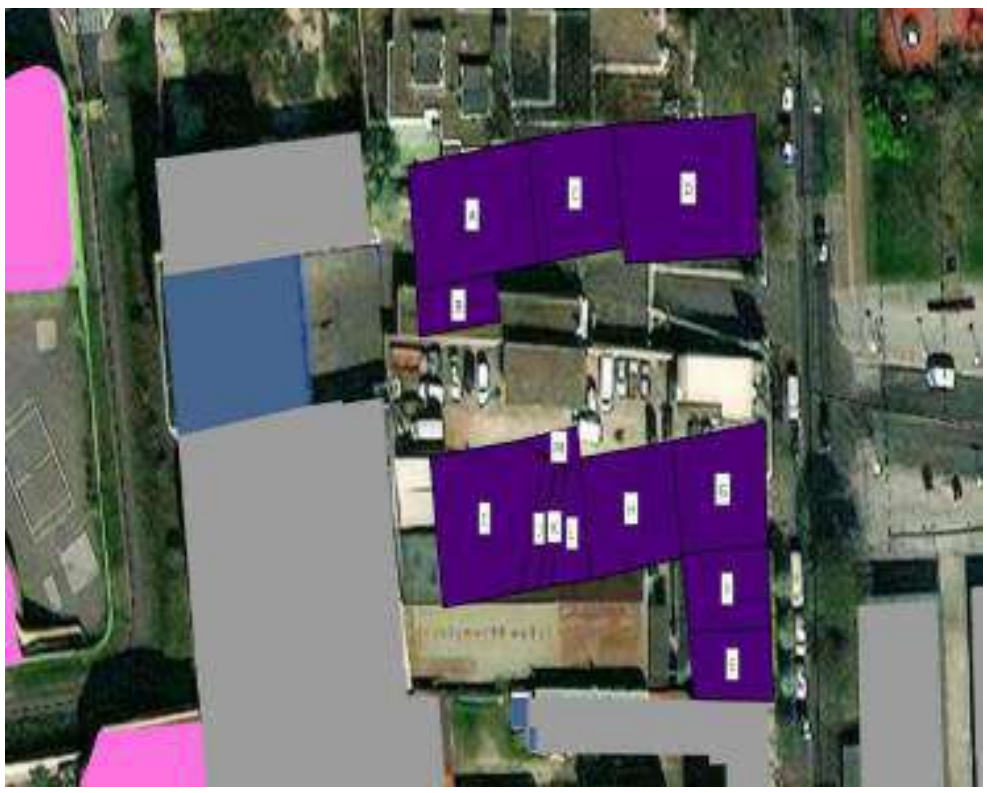
- Le niveau L_{10}, atteint ou dépassé pendant 10 % du temps, représente le bruit de crête
- Le niveau L_{50}, médiane statistique, représente un bruit moyen
- Le niveau L_{90}, représente un bruit de fond.

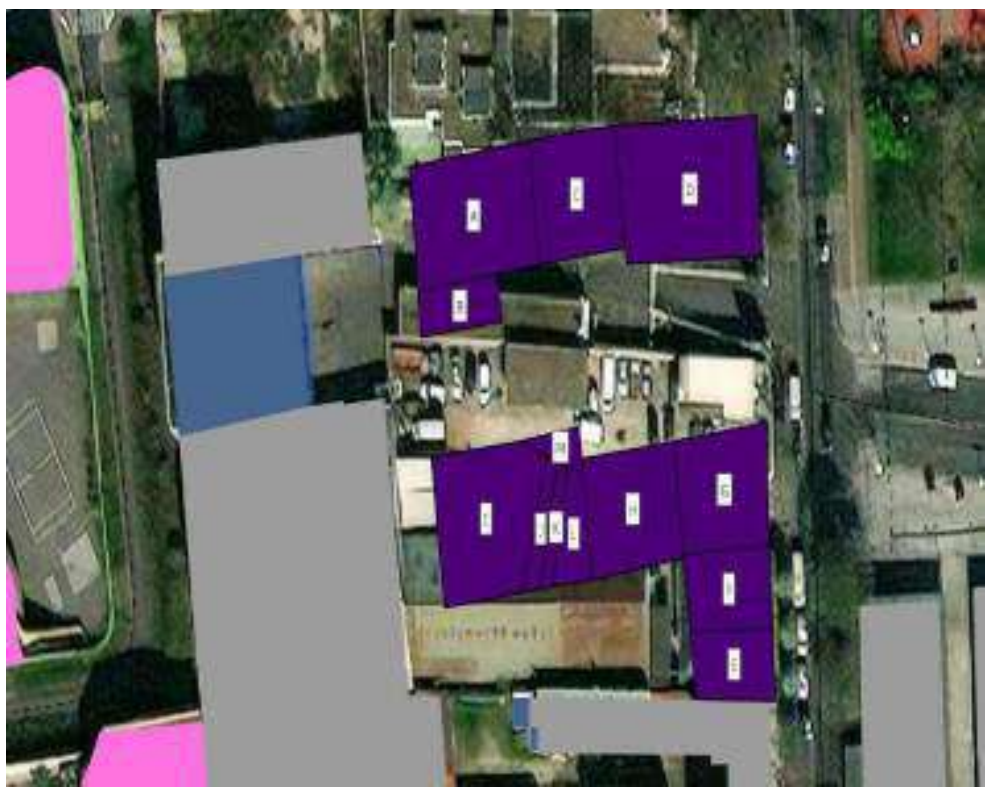
8.2 Annexe 2 : Isolements de façades requis

Les isolements de façades minimaux pour les pièces principales de logements et établissements sensibles sont d'un $D_{nT,A,tr}$ de 30 dB.

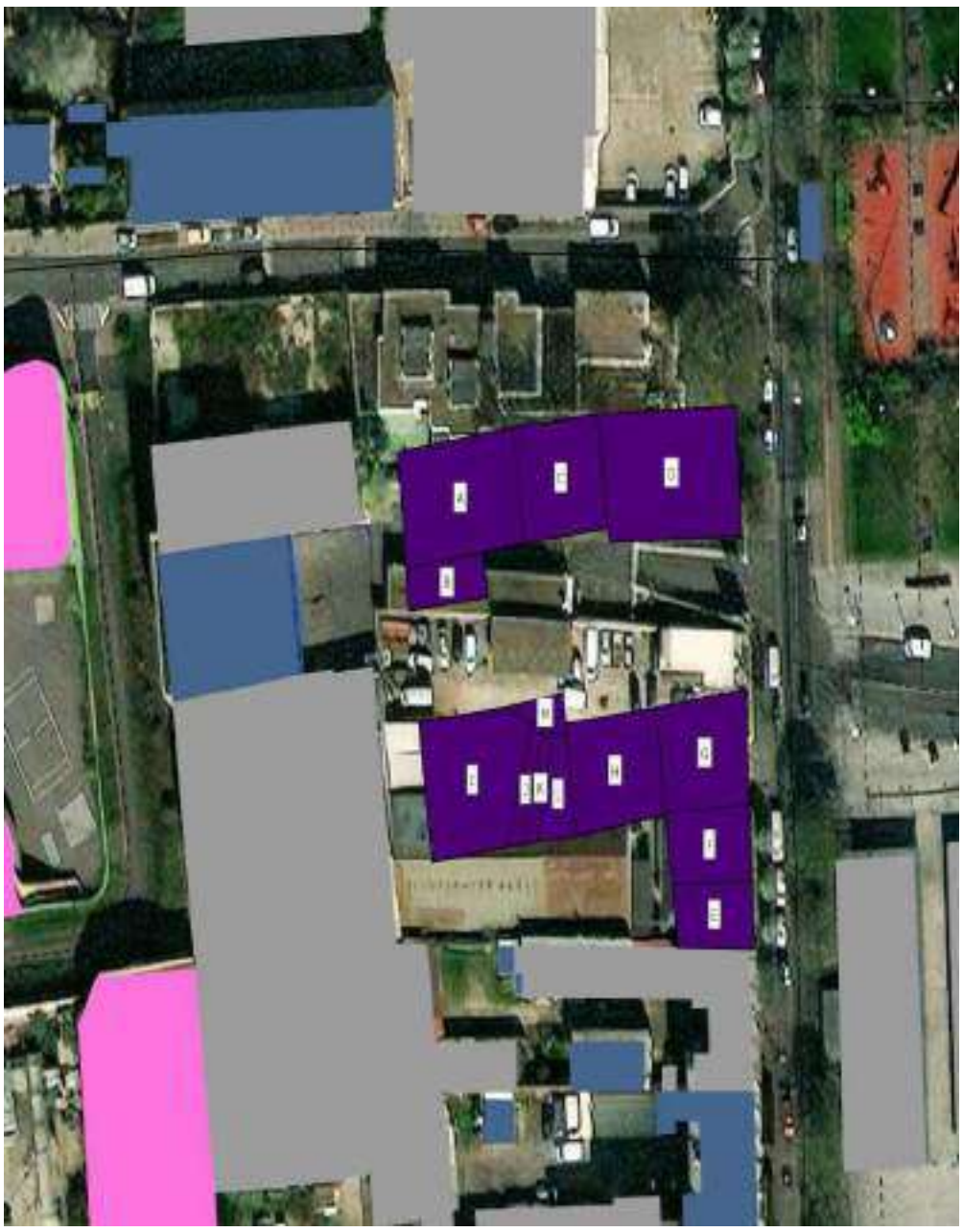
Les tableaux qui suivent détaillent pour chaque étage de chaque façade particulièrement exposée au bruit, les isolements $D_{nT,A,tr}$ requis pour le projet sans protection particulière à la source (sans merlon).

Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
A	Nord	Rdc	62	57	**30**
		R+1	63	58	**30**
		R+2	65	60	**30**
		R+3	66	62	**32**
		R+4	66	62	**32**
		R+5	67	62	**32**
		R+6	67	62	**32**
		R+7	67	62	**32**
		R+8	67	62	**32**
		R+9	67	62	**32**
		R+10	67	62	**32**
	Ouest	Rdc	57	52	**30**
		R+1	59	54	**30**
		R+2	64	60	**30**
		R+3	65	60	**30**
		R+4	65	60	**30**
		R+5	65	60	**30**
		R+6	65	60	**30**
		R+7	65	60	**30**
		R+8	66	61	**31**
		R+9	67	62	**32**
		R+10	67	62	**32**
	Sud	R+8	56	51	**30**
		R+9	64	59	**30**
		R+10	65	60	**30**
B	Est	Rdc	63	58	**30**
		R+1	63	58	**30**
		R+2	63	58	**30**
		R+3	64	59	**30**
		R+4	64	59	**30**
		R+5	64	59	**30**
		R+6	63	58	**30**
		R+7	63	58	**30**
	Ouest	Rdc	56	52	**30**
		R+1	58	54	**30**
		R+2	64	59	**30**
		R+3	64	59	**30**
		R+4	64	60	**30**
		R+5	65	60	**30**
		R+6	65	60	**30**
		R+7	65	60	**30**
	Sud	Rdc	60	56	**30**
		R+1	61	56	**30**
		R+2	61	56	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	63	58	**30**
		R+5	63	58	**30**
		R+6	63	58	**30**
		R+7	63	58	**30**
C	Nord	Rdc	64	59	**30**
		R+1	65	60	**30**
		R+2	66	61	**31**
		R+3	67	62	**32**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	67	62	**32**
		R+6	67	62	**32**
		R+7	67	62	**32**
		R+8	67	62	**32**
		R+9	67	62	**32**
		R+10	67	62	**32**
		R+11	67	62	**32**
		R+12	67	62	**32**
	Ouest	R+11	67	62	**32**
		R+12	67	62	**32**
	Sud	Rdc	63	58	**30**
		R+1	63	59	**30**
		R+2	64	59	**30**
		R+3	64	59	**30**
		R+4	64	59	**30**
		R+5	64	59	**30**
		R+6	64	59	**30**
		R+7	64	59	**30**
		R+8	64	59	**30**
		R+9	65	61	**31**
		R+10	66	61	**31**
		R+11	66	61	**31**
		R+12	66	61	**31**





Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
D	Est	Rdc	74	69	**39**
		R+1	74	69	**39**
		R+2	73	68	**38**
		R+3	72	67	**37**
		R+4	71	66	**36**
		R+5	71	66	**36**
		R+6	70	65	**35**
		R+7	70	65	**35**
		R+8	70	65	**35**
		R+9	69	64	**34**
		R+10	69	64	**34**
		R+11	68	63	**33**
		R+12	68	63	**33**
		R+13	68	63	**33**
		R+14	68	63	**33**
		R+15	67	62	**32**
		R+16	67	62	**32**
	Nord	Rdc	67	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	68	63	**33**
		R+3	68	63	**33**
		R+4	68	63	**33**
		R+5	68	63	**33**
		R+6	68	63	**33**
		R+7	68	63	**33**
		R+8	68	63	**33**
		R+9	68	63	**33**
		R+10	68	63	**33**
		R+11	67	62	**32**
		R+12	67	62	**32**
		R+13	67	62	**32**
		R+14	67	62	**32**
		R+15	67	62	**32**
		R+16	67	62	**32**
	Ouest	R+13	66	61	**31**
		R+14	67	62	**32**
		R+15	67	62	**32**
		R+16	67	62	**32**
	Sud	Rdc	66	61	**31**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	67	62	**32**
		R+3	67	62	**32**
		R+4	66	61	**31**
		R+5	66	61	**31**
		R+6	66	61	**31**
		R+7	66	61	**31**
		R+8	65	60	**30**
		R+9	66	61	**31**
		R+10	66	61	**31**
		R+11	66	61	**31**
		R+12	66	61	**31**
		R+13	66	61	**31**
		R+14	66	61	**31**
		R+15	66	61	**31**
		R+16	66	61	**31**
E	Est	Rdc	75	70	**40**
		R+1	75	70	**40**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	73	68	**38**
		R+4	72	67	**37**
	Ouest	Rdc	56	51	**30**
		R+1	56	51	**30**
		R+2	59	54	**30**
		R+3	63	59	**30**
		R+4	64	59	**30**
	Sud	R+3	65	60	**30**
		R+4	67	62	**32**
F	Est	Rdc	74	70	**40**
		R+1	74	69	**39**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	73	68	**38**
		R+4	72	67	**37**
		R+5	72	67	**37**
		R+6	71	66	**36**
	Ouest	Rdc	56	51	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	59	54	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	61	57	**30**
		R+5	62	57	**30**
		R+6	63	58	**30**
	Sud	R+5	65	60	**30**
		R+6	66	61	**31**



Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
G	Est	Rdc	74	69	**39**
		R+1	74	69	**39**
		R+2	73	68	**38**
		R+3	72	67	**37**
		R+4	72	67	**37**
		R+5	71	66	**36**
		R+6	71	66	**36**
		R+7	70	65	**35**
		R+8	70	65	**35**
	Nord	Rdc	68	63	**33**
		R+1	68	63	**33**
		R+2	68	63	**33**
		R+3	68	63	**33**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	67	62	**32**
		R+6	67	62	**32**
		R+7	67	62	**32**
		R+8	66	61	**31**
	Ouest	R+5	60	55	**30**
		R+6	61	56	**30**
		R+7	61	56	**30**
		R+8	61	57	**30**
	Sud	R+7	62	57	**30**
		R+8	65	60	**30**
H	Nord	Rdc	64	60	**30**
		R+1	65	60	**30**
		R+2	65	60	**30**
		R+3	65	60	**30**
		R+4	65	60	**30**
	Sud	Rdc	56	51	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	59	54	**30**
		R+3	61	57	**30**
		R+4	61	57	**30**
I	Est	R+13	63	58	**30**
		R+14	64	60	**30**
	Nord	Rdc	61	56	**30**
		R+1	62	57	**30**
		R+2	63	58	**30**
		R+3	63	59	**30**
		R+4	65	60	**30**
		R+5	65	60	**30**
		R+6	65	60	**30**
		R+7	65	60	**30**
		R+8	66	61	**31**
		R+9	66	61	**31**
		R+10	66	61	**31**
		R+11	66	62	**32**
		R+12	67	62	**32**
		R+13	67	62	**32**
		R+14	67	62	**32**
	Ouest	Rdc	56	50	**30**
		R+1	56	50	**30**
		R+2	56	51	**30**
		R+3	59	54	**30**
		R+4	65	60	**30**
		R+5	65	60	**30**
		R+6	65	60	**30**
		R+7	65	60	**30**
		R+8	65	60	**30**
		R+9	66	61	**31**
		R+10	66	62	**32**
		R+11	67	62	**32**
		R+12	67	62	**32**
		R+13	67	62	**32**
		R+14	66	61	**31**
	Sud	Rdc	56	51	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	59	55	**30**
		R+3	61	57	**30**
		R+4	64	59	**30**
		R+5	64	59	**30**
		R+6	64	59	**30**
		R+7	64	59	**30**
		R+8	64	59	**30**
		R+9	64	59	**30**
		R+10	64	59	**30**
		R+11	65	60	**30**
		R+12	65	60	**30**
		R+13	65	60	**30**
		R+14	65	61	**31**

Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
J	Est	R+11	63	58	**30**
		R+12	64	59	**30**
	Sud	Rdc	57	52	**30**
		R+1	58	53	**30**
		R+2	60	55	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	64	59	**30**
		R+5	64	59	**30**
		R+6	64	59	**30**
		R+7	64	59	**30**
		R+8	64	59	**30**
		R+9	64	59	**30**
		R+10	64	59	**30**
		R+11	64	59	**30**
		R+12	65	60	**30**
K	Est	R+9	62	57	**30**
		R+10	62	57	**30**
	Sud	Rdc	56	51	**30**
		R+1	58	53	**30**
		R+2	60	55	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	63	58	**30**
		R+5	64	59	**30**
		R+6	64	59	**30**
		R+7	64	59	**30**
		R+8	64	59	**30**
		R+9	64	59	**30**
		R+10	64	59	**30**
L	Est	R+5	61	56	**30**
		R+6	62	57	**30**
		R+7	62	57	**30**
		R+8	63	58	**30**
	Nord	R+7	64	59	**30**
		R+8	64	59	**30**
	Sud	Rdc	56	51	**30**
		R+1	57	53	**30**
		R+2	60	55	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	63	58	**30**
		R+5	63	58	**30**
		R+6	63	58	**30**
		R+7	63	58	**30**
		R+8	64	59	**30**
M	Est	Rdc	64	59	**30**
		R+1	64	59	**30**
		R+2	65	60	**30**
		R+3	65	60	**30**
		R+4	65	60	**30**
		R+5	65	60	**30**
		R+6	65	60	**30**
	Nord	Rdc	62	57	**30**
		R+1	63	58	**30**
		R+2	64	59	**30**
		R+3	64	59	**30**
		R+4	65	60	**30**
		R+5	65	60	**30**
		R+6	65	60	**30**

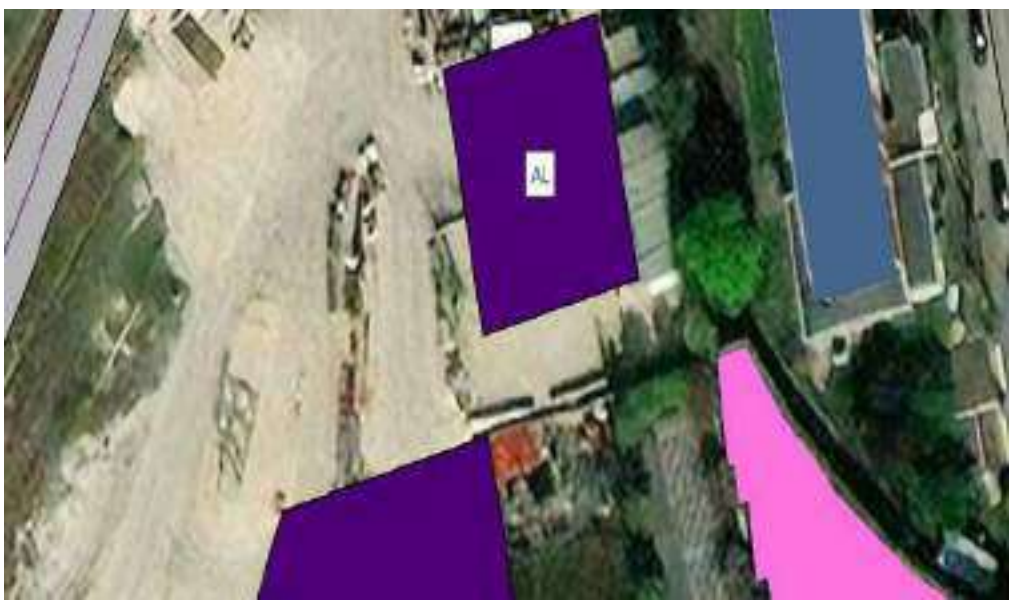
Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
N	Nord	R+2	60	55	**30**
		R+3	65	61	**31**
	Ouest	Rdc	55	50	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	58	53	**30**
		R+3	63	59	**30**
	Sud	Rdc	56	51	**30**
		R+1	57	53	**30**
		R+2	61	57	**30**
		R+3	65	60	**30**
O	Est	R+4	61	56	**30**
		R+5	63	58	**30**
	Nord	R+2	60	55	**30**
		R+3	65	61	**31**
		R+4	66	61	**31**
		R+5	67	62	**32**
	Ouest	R+4	67	62	**32**
		R+5	68	63	**33**
	Sud	Rdc	54	48	**30**
		R+1	55	50	**30**
		R+2	59	54	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	68	63	**33**
P	Est	Rdc	58	52	**30**
		R+1	58	52	**30**
	Ouest	Rdc	55	50	**30**
		R+1	55	50	**30**
Q	Est	Rdc	58	52	**30**
		R+1	58	52	**30**
		R+2	61	57	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	63	58	**30**
		R+5	63	58	**30**
		R+6	65	60	**30**
	Nord	R+4	67	62	**32**
		R+5	67	62	**32**
		R+6	67	62	**32**
	Ouest	R+6	67	62	**32**
	Sud	R+2	60	55	**30**
		R+3	63	59	**30**
		R+4	63	58	**30**
		R+5	64	59	**30**
		R+6	66	61	**31**
R	Nord	R+4	66	62	**32**
		R+5	67	62	**32**
	Ouest	Rdc	55	50	**30**
		R+1	55	50	**30**
		R+2	57	52	**30**
		R+3	64	60	**30**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	66	61	**31**
	Sud	R+2	59	55	**30**
		R+3	64	60	**30**
		R+4	65	61	**31**
		R+5	66	61	**31**
S	Est	R+1	55	50	**30**
		R+2	62	57	**30**
		R+3	63	58	**30**
	Nord	Rdc	58	52	**30**
		R+1	58	52	**30**
		R+2	61	56	**30**
		R+3	65	61	**31**
	Ouest	Rdc	56	50	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	60	56	**30**
		R+3	65	61	**31**

Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
T	Est	Rdc	63	58	**30**
		R+1	63	58	**30**
		R+2	63	58	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	62	57	**30**
		R+5	61	56	**30**
		R+6	63	58	**30**
	Nord	Rdc	60	55	**30**
		R+1	61	56	**30**
		R+2	61	56	**30**
		R+3	61	56	**30**
		R+4	61	56	**30**
		R+5	61	56	**30**
		R+6	62	57	**30**
	Ouest	R+2	57	52	**30**
		R+3	58	53	**30**
		R+4	58	53	**30**
		R+5	58	53	**30**
		R+6	60	56	**30**
U	Est	Rdc	61	56	**30**
		R+1	61	56	**30**
		R+2	61	56	**30**
		R+3	60	54	**30**
		R+4	58	53	**30**
		R+5	58	53	**30**
		R+6	58	53	**30**
		R+7	58	53	**30**
		R+8	59	54	**30**
	Nord	R+7	64	59	**30**
		R+8	66	61	**31**
	Ouest	Rdc	66	61	**31**
		R+1	66	62	**32**
		R+2	66	62	**32**
		R+3	67	62	**32**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	67	62	**32**
		R+6	67	63	**33**
		R+7	68	63	**33**
		R+8	68	64	**34**
	Sud	Rdc	63	58	**30**
		R+1	63	58	**30**
		R+2	63	59	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	62	57	**30**
		R+5	62	57	**30**
		R+6	62	57	**30**
		R+7	63	58	**30**
		R+8	64	59	**30**
V	Est	R+8	56	51	**30**
		R+9	58	53	**30**
		R+10	58	53	**30**
		R+11	59	54	**30**
		R+12	59	54	**30**
		R+13	59	54	**30**
		R+14	60	54	**30**
		R+15	60	55	**30**
		R+16	60	55	**30**
	Nord	R+16	72	67	**37**
	Ouest	R+16	75	70	**40**
	Sud	Rdc	67	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	68	63	**33**
		R+3	68	63	**33**
		R+4	69	64	**34**
		R+5	69	64	**34**
		R+6	69	64	**34**
		R+7	69	64	**34**
		R+8	69	65	**35**
		R+9	70	65	**35**
		R+10	70	65	**35**
		R+11	70	65	**35**
		R+12	70	65	**35**
		R+13	70	65	**35**
		R+14	70	65	**35**
		R+15	70	65	**35**
		R+16	71	66	**36**

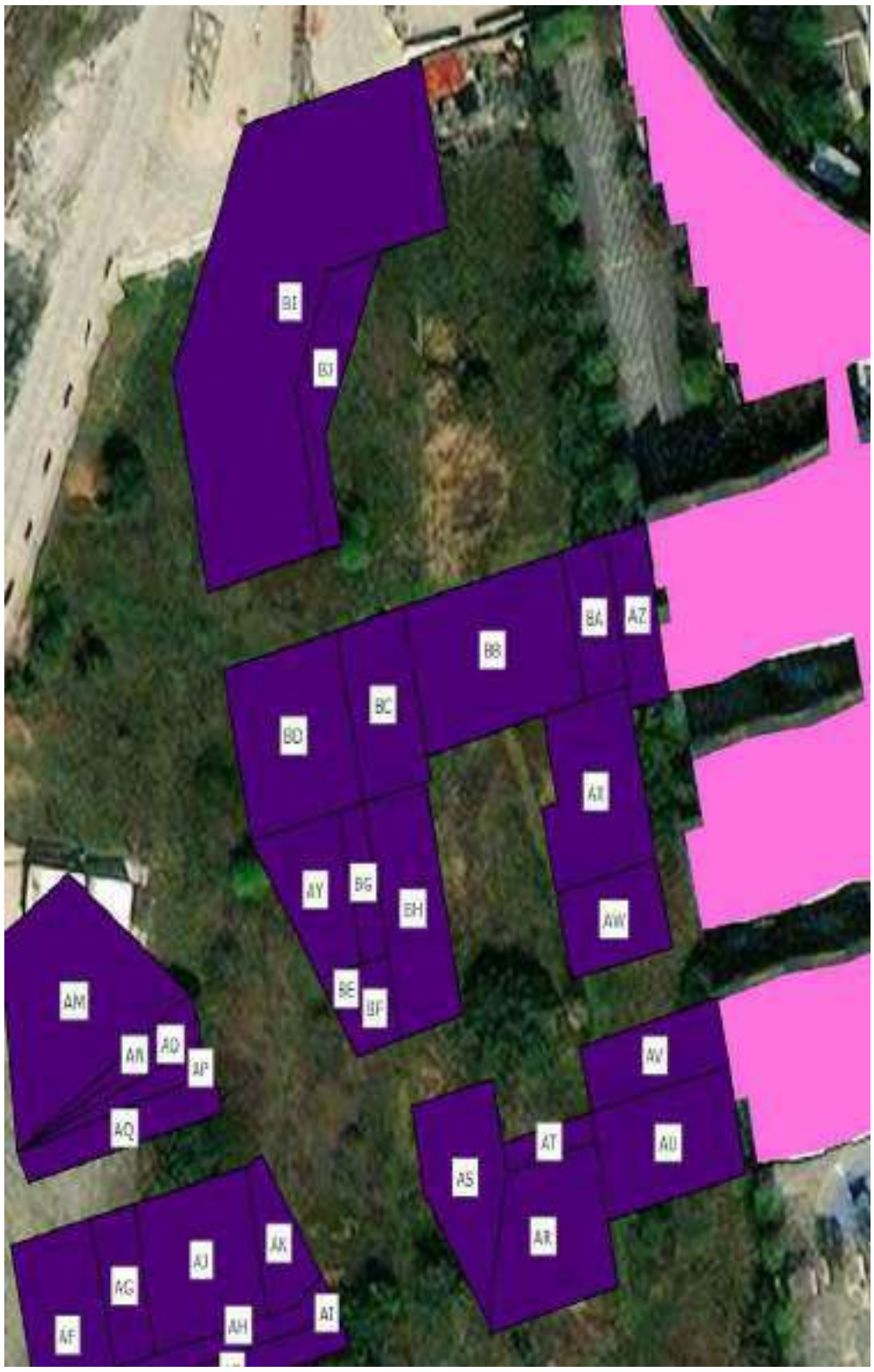
Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
W	Ouest	Rdc	72	67	**37**
		R+1	73	68	**38**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	74	69	**39**
		R+4	74	69	**39**
		R+5	74	70	**40**
		R+6	75	70	**40**
		R+7	75	70	**40**
		R+8	75	70	**40**
		R+9	75	70	**40**
		R+10	75	70	**40**
		R+11	75	70	**40**
		R+12	75	70	**40**
		R+13	75	70	**40**
		R+14	75	70	**40**
		R+15	75	70	**40**
	Sud	Rdc	70	65	**35**
		R+1	70	66	**36**
		R+2	71	67	**37**
		R+3	72	67	**37**
		R+4	72	67	**37**
		R+5	72	67	**37**
		R+6	72	67	**37**
		R+7	73	68	**38**
		R+8	73	68	**38**
		R+9	73	68	**38**
		R+10	73	68	**38**
		R+11	73	68	**38**
		R+12	73	68	**38**
		R+13	73	68	**38**
		R+14	73	68	**38**
		R+15	73	68	**38**
X	Est	R+1	59	55	**30**
		R+2	58	53	**30**
		R+3	58	53	**30**
		R+4	58	53	**30**
		R+5	57	52	**30**
		R+6	57	51	**30**
		R+7	60	55	**30**
		R+8	63	58	**30**
		R+9	63	59	**30**
		R+10	64	59	**30**
		R+11	64	59	**30**
		R+12	64	59	**30**
		R+13	64	59	**30**
		R+14	63	58	**30**
		R+15	63	58	**30**
	Nord	R+7	74	69	**39**
		R+8	75	70	**40**
		R+9	75	70	**40**
		R+10	75	70	**40**
		R+11	75	70	**40**
		R+12	75	70	**40**
		R+13	75	70	**40**
		R+14	74	69	**39**
		R+15	74	69	**39**
	Ouest	Rdc	72	67	**37**
		R+1	73	68	**38**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	74	69	**39**
		R+4	75	70	**40**
		R+5	75	70	**40**
		R+6	75	70	**40**
		R+7	75	70	**40**
		R+8	75	70	**40**
		R+9	75	70	**40**
		R+10	75	70	**40**
		R+11	75	70	**40**
		R+12	75	70	**40**
		R+13	75	70	**40**
		R+14	75	70	**40**
		R+15	75	70	**40**
Y	Est	R+7	56	51	**30**
	Nord	R+3	60	55	**30**
		R+4	60	55	**30**
		R+5	58	53	**30**
		R+6	57	51	**30**
		R+7	56	51	**30**
	Sud	Rdc	66	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	68	63	**33**
		R+3	68	63	**33**
		R+4	68	63	**33**
		R+5	68	63	**33**
		R+6	69	64	**34**
		R+7	69	64	**34**

Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
Z	Est	R+3	60	55	**30**
		R+4	60	55	**30**
		R+5	60	55	**30**
		R+6	60	55	**30**
	Nord	R+3	59	54	**30**
		R+4	59	54	**30**
		R+5	58	53	**30**
		R+6	58	52	**30**
	Sud	Rdc	66	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	68	63	**33**
		R+3	68	63	**33**
		R+4	68	63	**33**
		R+5	68	63	**33**
		R+6	69	64	**34**
AA	Est	R+2	58	53	**30**
	Nord	R+2	59	54	**30**
	Sud	Rdc	66	61	**31**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	68	63	**33**
AB	Est	Rdc	55	50	**30**
		R+1	55	50	**30**
	Sud	Rdc	66	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
AC	Est	Rdc	59	54	**30**
		R+1	59	54	**30**
	Nord	R+1	60	55	**30**
AD	Est	Rdc	61	56	**30**
	Nord	Rdc	58	52	**30**
AE	Est	Rdc	66	61	**31**
	Sud	Rdc	58	53	**30**
AF	Nord	Rdc	70	65	**35**
		R+1	71	67	**37**
		R+2	73	68	**38**
		R+3	73	68	**38**
		R+4	73	68	**38**
		R+5	74	69	**39**
		R+6	74	69	**39**
	Ouest	Rdc	72	67	**37**
		R+1	73	68	**38**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	74	70	**40**
		R+4	75	70	**40**
		R+5	75	70	**40**
		R+6	75	70	**40**
AG	Nord	Rdc	69	64	**34**
		R+1	70	65	**35**
		R+2	71	67	**37**
		R+3	71	67	**37**
		R+4	72	67	**37**
		R+5	72	67	**37**
		R+6	72	67	**37**
	Sud	R+5	57	52	**30**
		R+6	60	56	**30**
AH	Est	Rdc	67	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	67	62	**32**
		R+3	67	62	**32**
		R+4	67	62	**32**
	Sud	R+1	62	57	**30**
		R+2	62	57	**30**
		R+3	62	57	**30**
		R+4	62	57	**30**

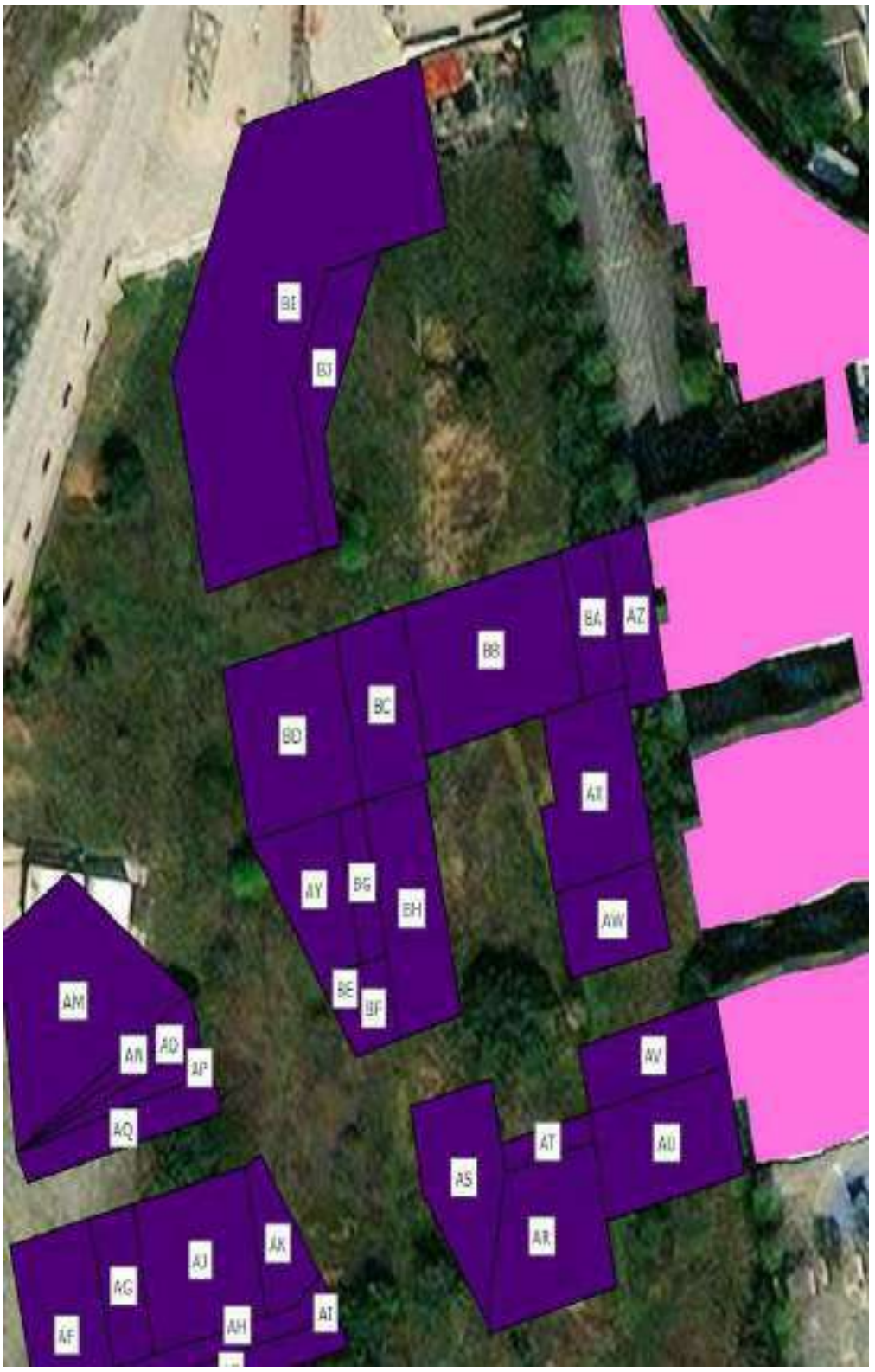
Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
AJ	Est	R+7	66	62	**32**
		R+8	67	62	**32**
		R+9	66	61	**31**
		R+10	63	58	**30**
		R+11	61	56	**30**
		R+12	60	55	**30**
	Nord	Rdc	68	64	**34**
		R+1	68	64	**34**
		R+2	70	66	**36**
		R+3	70	66	**36**
		R+4	71	66	**36**
		R+5	71	66	**36**
		R+6	71	66	**36**
		R+7	73	68	**38**
		R+8	74	69	**39**
		R+9	74	69	**39**
		R+10	74	69	**39**
		R+11	73	68	**38**
		R+12	73	68	**38**
	Ouest	R+7	74	69	**39**
		R+8	75	70	**40**
		R+9	75	70	**40**
		R+10	75	70	**40**
		R+11	75	70	**40**
		R+12	75	70	**40**
	Sud	R+5	60	55	**30**
		R+6	62	57	**30**
		R+7	68	63	**33**
		R+8	69	64	**34**
		R+9	69	64	**34**
		R+10	69	64	**34**
		R+11	69	64	**34**
		R+12	69	64	**34**
AK	Est	Rdc	67	62	**32**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	67	62	**32**
		R+3	67	62	**32**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	67	61	**32**
		R+6	66	61	**31**
	Nord	Rdc	69	64	**34**
		R+1	69	65	**35**
		R+2	70	65	**35**
		R+3	70	66	**36**
		R+4	70	66	**36**
		R+5	70	65	**35**
		R+6	71	66	**36**
	Sud	R+5	61	56	**30**
		R+6	62	57	**30**
AL	Est	Rdc	68	64	**34**
		R+1	68	64	**34**
		R+2	68	64	**34**
		R+3	68	63	**33**
		R+4	69	64	**34**
		R+5	70	66	**36**
	Nord	Rdc	74	69	**39**
		R+1	74	69	**39**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	74	69	**39**
		R+4	74	69	**39**
		R+5	74	69	**39**
	Ouest	Rdc	74	70	**40**
		R+1	74	70	**40**
		R+2	75	70	**40**
		R+3	75	70	**40**
		R+4	75	70	**40**
		R+5	75	70	**40**
	Sud	Rdc	68	64	**34**
		R+1	69	64	**34**
		R+2	69	65	**35**
		R+3	70	65	**35**
		R+4	70	65	**35**
		R+5	70	66	**36**



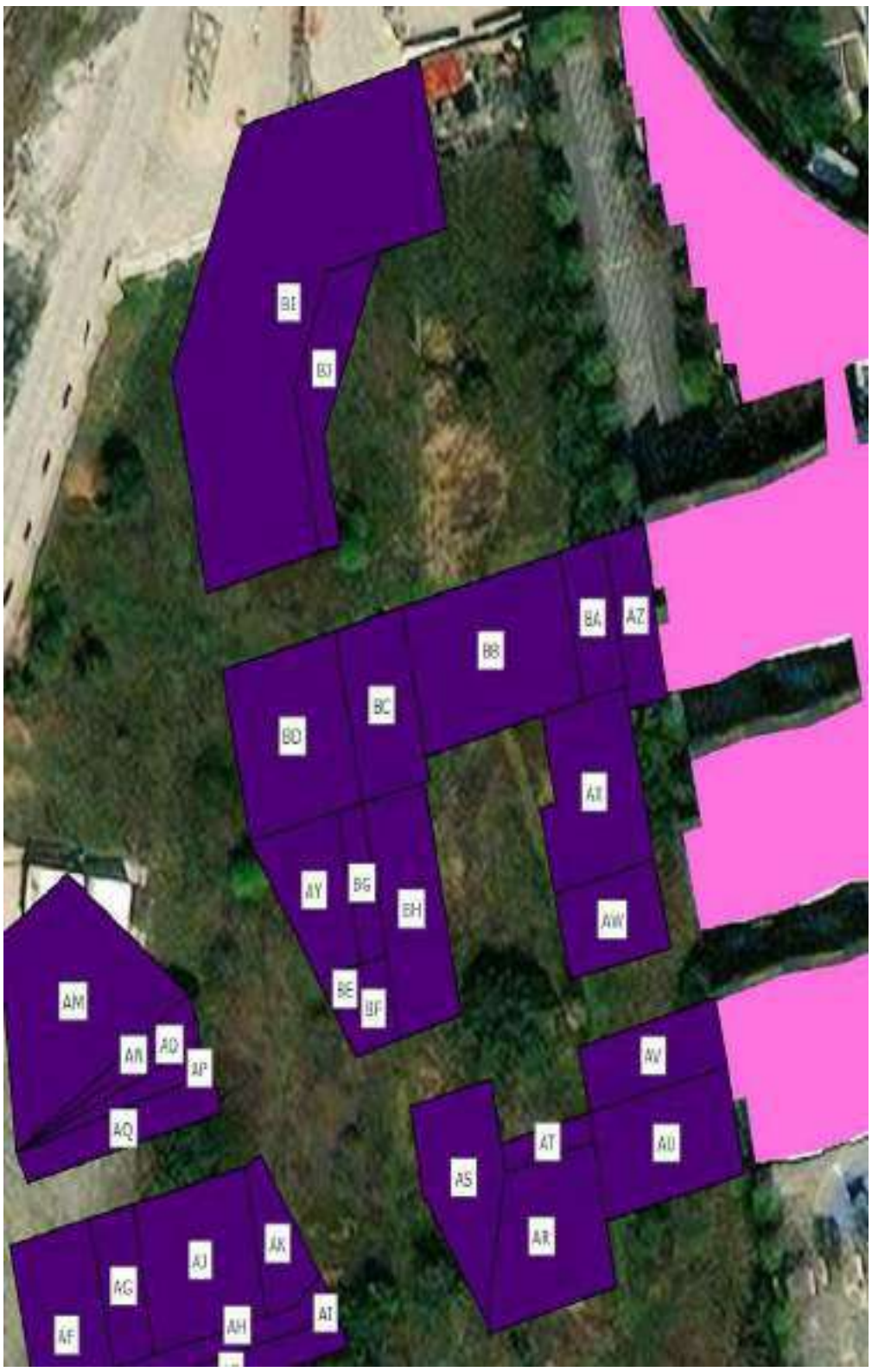
Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
AM	Nord	Rdc	74	69	**39**
		R+1	74	70	**40**
		R+2	75	70	**40**
		R+3	75	70	**40**
		R+4	76	71	**41**
		R+5	76	71	**41**
		R+6	76	71	**41**
	Ouest	Rdc	72	67	**37**
		R+1	74	69	**39**
		R+2	75	70	**40**
		R+3	75	70	**40**
		R+4	75	70	**40**
		R+5	75	70	**40**
		R+6	76	71	**41**
	Sud	R+4	70	65	**35**
		R+5	70	65	**35**
		R+6	70	65	**35**
AN	Est	Rdc	68	63	**33**
		R+1	68	63	**33**
		R+2	69	64	**34**
		R+3	69	64	**34**
		R+4	69	64	**34**
		R+5	70	66	**36**
	Sud	R+3	70	65	**35**
		R+4	70	65	**35**
		R+5	70	65	**35**
AO	Est	Rdc	66	61	**31**
		R+1	67	62	**32**
		R+2	67	62	**32**
		R+3	68	63	**33**
	Sud	R+2	69	64	**34**
		R+3	70	65	**35**
AP	Est	Rdc	66	61	**31**
		R+1	66	61	**31**
		R+2	67	62	**32**
	Sud	R+2	71	66	**36**
AQ	Ouest	Rdc	71	66	**36**
		R+1	72	68	**38**
	Sud	Rdc	68	64	**34**
		R+1	69	65	**35**
AR	Nord	R+2	58	53	**30**
		R+3	58	53	**30**
		R+4	57	52	**30**
		R+5	60	55	**30**
	Ouest	R+5	62	57	**30**
	Sud	Rdc	56	50	**30**
		R+1	56	51	**30**
		R+2	56	51	**30**
		R+3	55	49	**30**
		R+4	53	47	**30**
		R+5	53	48	**30**
AS	Est	Rdc	57	52	**30**
		R+1	56	51	**30**
		R+2	58	53	**30**
		R+3	58	53	**30**
		R+4	57	52	**30**
	Nord	Rdc	62	57	**30**
		R+1	63	58	**30**
		R+2	63	59	**30**
		R+3	63	59	**30**
		R+4	63	59	**30**
	Ouest	Rdc	66	61	**31**
		R+1	66	62	**32**
		R+2	66	61	**31**
		R+3	66	61	**31**
		R+4	66	61	**31**
AT	Nord	Rdc	56	51	**30**
		R+1	56	51	**30**



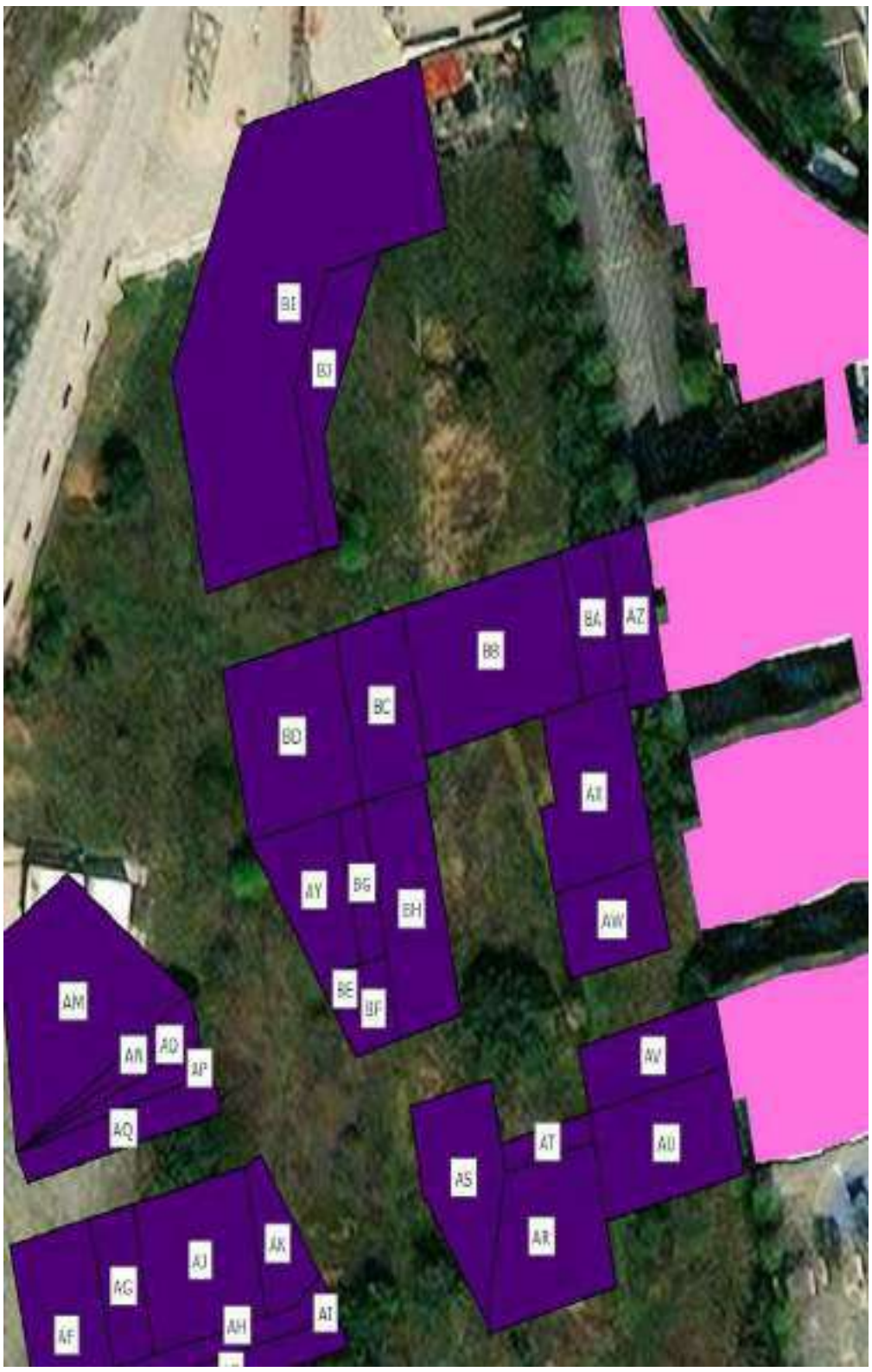
Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
AU	Est	R+3	56	51	**30**
		R+4	57	52	**30**
		R+5	58	53	**30**
	Nord	R+4	59	54	**30**
		R+5	60	56	**30**
	Sud	Rdc	57	52	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	57	52	**30**
		R+3	55	49	**30**
		R+4	54	48	**30**
		R+5	55	49	**30**
AV	Est	R+3	57	52	**30**
	Nord	Rdc	60	56	**30**
		R+1	61	56	**30**
		R+2	61	57	**30**
		R+3	61	56	**30**
	Ouest	Rdc	57	52	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	58	53	**30**
		R+3	58	53	**30**
AW	Est	Rdc	57	52	**30**
		R+1	57	51	**30**
	Ouest	Rdc	57	51	**30**
		R+1	57	52	**30**
	Sud	Rdc	61	56	**30**
		R+1	61	56	**30**
AX	Est	Rdc	57	52	**30**
		R+1	57	52	**30**
		R+2	57	52	**30**
		R+3	57	52	**30**
	Ouest	Rdc	56	51	**30**
		R+1	56	51	**30**
		R+2	56	51	**30**
		R+3	56	51	**30**
	Sud	R+2	56	50	**30**
		R+3	55	50	**30**
AY	Est	R+7	55	49	**30**
		R+8	56	51	**30**
	Ouest	Rdc	69	65	**35**
		R+1	70	65	**35**
		R+2	70	65	**35**
		R+3	70	65	**35**
		R+4	71	66	**36**
		R+5	71	66	**36**
		R+6	72	67	**37**
		R+7	73	68	**38**
		R+8	74	69	**39**
	Sud	R+7	69	64	**34**
		R+8	71	66	**36**
AZ	Nord	Rdc	65	61	**31**
		R+1	65	61	**31**
		R+2	65	61	**31**
	Sud	Rdc	58	53	**30**
		R+1	58	53	**30**
		R+2	58	53	**30**
BA	Est	R+3	56	51	**30**
		R+4	57	52	**30**
		R+5	59	54	**30**
	Nord	Rdc	66	61	**31**
		R+1	66	61	**31**
		R+2	66	61	**31**
		R+3	65	61	**31**
		R+4	66	61	**31**
		R+5	69	65	**35**
	Sud	R+4	56	51	**30**
		R+5	56	51	**30**
BB	Est	R+6	58	53	**30**
	Nord	Rdc	66	62	**32**
		R+1	66	62	**32**
		R+2	67	62	**32**
		R+3	66	62	**32**
		R+4	67	62	**32**
		R+5	69	65	**35**
		R+6	70	66	**36**
	Sud	Rdc	56	51	**30**
		R+1	56	51	**30**
		R+2	56	51	**30**
		R+3	56	50	**30**
		R+4	54	49	**30**
		R+5	54	49	**30**
		R+6	54	49	**30**



Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
BC	Est	R+7	56	51	**30**
		R+8	60	55	**30**
		R+9	61	56	**30**
		R+10	61	56	**30**
		R+11	62	56	**30**
	Nord	Rdc	69	64	**34**
		R+1	69	65	**35**
		R+2	69	65	**35**
		R+3	69	65	**35**
		R+4	70	65	**35**
		R+5	70	65	**35**
		R+6	72	67	**37**
		R+7	73	68	**38**
		R+8	73	68	**38**
		R+9	73	68	**38**
		R+10	73	68	**38**
		R+11	73	68	**38**
	Sud	R+2	57	52	**30**
		R+3	57	52	**30**
		R+4	56	50	**30**
		R+5	55	50	**30**
		R+6	55	49	**30**
		R+7	54	49	**30**
		R+8	55	50	**30**
		R+9	67	62	**32**
		R+10	70	65	**35**
		R+11	70	65	**35**
BD	Est	R+12	53	47	**30**
		R+13	62	57	**30**
		R+14	62	57	**30**
		R+15	62	57	**30**
		R+16	62	57	**30**
	Nord	Rdc	70	65	**35**
		R+1	70	66	**36**
		R+2	71	66	**36**
		R+3	71	66	**36**
		R+4	72	67	**37**
		R+5	72	67	**37**
		R+6	73	68	**38**
		R+7	73	68	**38**
		R+8	73	68	**38**
		R+9	73	68	**38**
		R+10	73	68	**38**
		R+11	73	68	**38**
		R+12	73	68	**38**
		R+13	73	68	**38**
		R+14	73	68	**38**
		R+15	73	68	**38**
		R+16	73	68	**38**
	Ouest	Rdc	72	68	**38**
		R+1	73	68	**38**
		R+2	73	69	**39**
		R+3	74	69	**39**
		R+4	74	69	**39**
		R+5	74	69	**39**
		R+6	74	69	**39**
		R+7	74	69	**39**
		R+8	74	69	**39**
		R+9	75	70	**40**
		R+10	75	70	**40**
		R+11	75	70	**40**
		R+12	75	70	**40**
		R+13	75	70	**40**
		R+14	75	70	**40**
		R+15	75	70	**40**
		R+16	74	69	**39**
	Sud	R+9	68	63	**33**
		R+10	71	66	**36**
		R+11	71	66	**36**
		R+12	71	66	**36**
		R+13	71	66	**36**
		R+14	70	65	**35**
		R+15	70	65	**35**
		R+16	70	65	**35**



Bâtiment	Façade	Etage	LAeq,j [dB(A)]	LAeq,n [dB(A)]	Isolement [dB]
BE	Est	R+5	55	50	**30**
		R+6	55	50	**30**
	Ouest	Rdc	69	64	**34**
		R+1	70	66	**36**
		R+2	71	66	**36**
		R+3	71	66	**36**
		R+4	71	66	**36**
		R+5	71	66	**36**
		R+6	72	67	**37**
	Sud	R+5	65	61	**31**
		R+6	68	63	**33**
BF	Est	R+2	59	54	**30**
		R+3	57	52	**30**
		R+4	57	52	**30**
	Ouest	Rdc	69	65	**35**
		R+1	70	66	**36**
		R+2	71	66	**36**
		R+3	71	66	**36**
		R+4	71	66	**36**
	Sud	Rdc	63	59	**30**
		R+1	65	60	**30**
		R+2	65	61	**31**
		R+3	65	60	**30**
		R+4	66	61	**31**
BG	Est	R+2	57	51	**30**
		R+3	56	51	**30**
		R+4	55	50	**30**
		R+5	55	49	**30**
		R+6	55	49	**30**
	Sud	R+5	55	50	**30**
		R+6	55	50	**30**
BH	Est	Rdc	56	50	**30**
		R+1	56	51	**30**
	Sud	Rdc	62	58	**30**
		R+1	63	59	**30**
BI	Est	Rdc	66	62	**32**
		R+1	66	62	**32**
		R+2	66	62	**32**
		R+3	63	59	**30**
		R+4	64	59	**30**
		R+5	68	64	**34**
	Nord	Rdc	73	69	**39**
		R+1	74	69	**39**
		R+2	74	69	**39**
		R+3	74	69	**39**
		R+4	74	69	**39**
		R+5	74	69	**39**
	Ouest	Rdc	74	69	**39**
		R+1	74	70	**40**
		R+2	75	70	**40**
		R+3	75	70	**40**
		R+4	75	70	**40**
		R+5	75	70	**40**
	Sud	Rdc	69	65	**35**
		R+1	69	65	**35**
		R+2	70	66	**36**
		R+3	70	66	**36**
		R+4	71	66	**36**
		R+5	71	66	**36**
BJ	Est	Rdc	62	57	**30**
		R+1	62	58	**30**
		R+2	61	56	**30**
		R+3	58	53	**30**
	Sud	Rdc	69	64	**34**
		R+1	69	65	**35**
		R+2	70	65	**35**
		R+3	70	65	**35**



Biocor
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE

PROJET:

Compte-rendu

Suivi de transplantation de la Drave des murailles – Cathédrales du rail

MAÎTRE D'OUVRAGE:

EIFFAGE AMENAGEMENT

RÉFÉRENT DOSSIER BIOCOR:

Mme. Camille BOCQUILLON – 07 49 05 37 91 – camillebocquillon@biocor.fr
M. Julien LE CORDIER – 06 50 04 11 89 – julienlecordier@biocor.fr

Table des matières

Table des matières

I. Contexte de l'opération 3
II. Réalisation de la transplantation 4
a. Rappel du protocole 4
b. Déroulement de l'opération 5
Repérage et balisage de la station 5
Choix et préparation du site receveur 5
Opération de translocation 6
III. Conclusion 10

Figure 1 - Localisation de la Drave des murailles d'après l'étude d'impact - BIOCOR 3
Figure 2 - Emplacement du site receveur - Coloco 5
Figure 3 - Opération de transplantation de la Drave des murailles - BIOCOR 6

N° de version	Rédacteurs	Date de réalisation
N°1	Juliette Deluche	13/02/2025

I. Contexte de l'opération

Dans le cadre d'un projet de réhabilitation du site des Cathédrales du Rail en un musée du Street Art et du Hip-Hop et de création d'un écoquartier, dans la commune de Saint Denis (93), une opération de transplantation de la Drave des murailles (*Draba muralis* L.) a été réalisée le 12 février 2026. Cette opération s'inscrit dans la mesure de réduction qui vise à déplacer cette espèce afin de conserver la flore à enjeu sur le site (« MR10 – Déplacement d'espèces flore »). Cette espèce est classée Vulnérable (VU) à l'échelle de la région et est protégée au niveau régional selon l'article 1 de l'arrêté du 11 mars 1991 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Ile-de-France.

La Drave des murailles est une plante annuelle. Une station d'une quinzaine de pieds a été observée en 2023 dans le cadre des inventaires floristiques du Volet naturaliste de l'étude d'impacts (VNEI), en bordure d'une zone arbustive dominée par le Buddléia de David (*Buddleja davidii*), aux coordonnées 48.911120° N ; 2.354763° E.

Figure 1 - Localisation de la Drave des murailles d'après l'étude d'impact - BIOCOR

II. Réalisation de la transplantation

a. Rappel du protocole

L'espèce a été observée sous forme de pieds en 2023. Lors du repérage réalisé pour préparer la transplantation, aucun pied n'a été observé, ce qui indique que la population est désormais présente principalement sous forme de graines dans le sol. Celles-ci sont localisées au sein de l'horizon superficiel, correspondant aux 20 premiers centimètres du substrat. L'opération cible donc spécifiquement la banque de graines.

Le protocole prévoit le déplacement de l'espèce selon les étapes suivantes :

Préparation du site receveur :

- Sélection d'un site receveur respectant des conditions édaphiques et micro-habitats favorables à l'installation de l'espèce : la Drave des murailles est une espèce pionnière inféodée aux substrats superficiels, secs, très minéraux, pauvres en matière organique et bien drainés, généralement neutres à basiques. Elle se développe préférentiellement sur des sols peu épais et caillouteux, souvent associés à des contextes anthropisés, où la concurrence végétale demeure limitée. Elle a besoin d'une bonne exposition.
- Le site retenu, situé à proximité de la station, présente ces caractéristiques. L'ajout de gravillons, réalisé dans le cadre des aménagements pour les reptiles, permet de renforcer le caractère minéral et drainant de la zone, créant ainsi un micro-habitat favorable à l'installation de la Drave des murailles.

Transplantation :

- Débroussaillage des ronciers recouvrant la zone à transplanter.
- Balisage de la zone à transplanter sur une surface 16m^2.
- Prélèvement par couche de la terre à l'aide d'un minipelle afin de capter la banque de graines, sur une profondeur de 0,20 m.
  La plante appréciant des sols légers et bien drainés, l'opération sera menée au godet sur mini-pelle.
- Transport des mottes de terre jusqu'au site receveur, dans le godet de la minipelle si le sol est suffisamment humide. Si le sol est trop sec, il devra être transporté dans un mini dumper préalablement nappé de toile de jute mouillée afin de conserver une humidité durant le transport (moins de 20min) et de limiter la perte de substrat durant le transport.
- Disposition de la terre prélevée sur le site receveur à l'aide d'un godet de minipelle.
- Retrait des déchets visibles dans le sol apporté.
- Griffage surfacique léger.
- Si le sol est trop sec, un arrosage (2 à 3 L / m²) sera nécessaire.
- Localisation GPS et piquetage de la zone de transplantation pour faciliter les suivis.

b. Déroulement de l'opération

Repérage et balisage de la station

La Drave des murailles a été observée durant les inventaires réalisés en 2023. Un balisage autour de la zone a été réalisé de préserver l'espèce jusqu'à son déplacement.
Cette zone a été préalablement débroussaillée en semaine 6. Un balisage de 16m^2 autour du point GPS a été réalisé par BIOCOR le 12 février 2026 afin de délimiter la zone à transplanter.

Balisage des stations - BIOCOR

Le sol dans cette zone se caractérise par un substrat superficiel d'environ 20 à 30 cm d'épaisseur, reposant directement sur une dalle en béton correspondant à l'emprise des anciens rails. Ce substrat est très caillouteux et pauvre en matière organique. Il constitue l'horizon support de la banque de graines de l'espèce.

Choix et préparation du site receveur

Figure 2 - Emplacement du site receveur - Coloco

Le site receveur a été déterminé en amont de l'opération de transplantation, sur une zone présentant des conditions comparables à celles de la zone de la station.

La zone retenue est localisée à moins de 45 mètres à l'Ouest de la station de la Drave, afin de limiter les différences de microclimat susceptibles d'affecter la reprise des individus transplantés. Elle se situe au sud d'un aménagement de gabion mis en place pour la thermorégulation des reptiles. Cette implantation garantit une exposition favorable, avec un ensoleillement important et une bonne luminosité.

Une zone de 38m^2 a été recouverte de gravillons dans la cadre de l'aménagement pour les reptiles. Au sein de cet espace, une zone spécifique est réservée pour accueillir la transplantation de la Drave des murailles. L'apport de gravillon permet de maintenir une texture minérale, pauvre en matière organique, et suffisamment drainante, conditions nécessaires à l'espèce.

Site receveur avant transplantation - BIOCOR

Opération de translocation

Figure 3 - Opération de transplantation de la Drave des murailles - BIOCOR

L'opération de transplantation a débuté à 9h00 le 12/02/2026, en saison favorable, hors épisode de gel, avec une température extérieure moyenne d'environ 10 °C. De légères averses intermittentes ont été observées durant l'opération. Les épisodes de pluie répétés au cours de la semaine ont rendu le sol particulièrement meuble et peu friable. L'entreprise en charge de la transplantation était SMDA, et BIOCOR en a assuré le suivi écologique.
Après délimitation précise de la zone à prélever (surface de 16 m^2 centrée sur le point géolocalisé de la station de la Drave des murailles), le décapage a été réalisé à l'aide d'une pelle mécanique.

Début du décapage de la zone de la Drave - BIOCOR

Le prélèvement a été effectué de manière progressive et homogène sur une profondeur moyenne de 20 cm, correspondant à l'horizon de la banque de graines de l'espèce. Au-delà de cette profondeur, le sol laisse place à une surface en béton liée à la présence des anciens rails.

Le transfert du sol prélevé vers le site receveur a été réalisé directement à l'aide du godet de la pelle mécanique, sans transfert dans en mini-dumper. L'humidité élevée du sol a permis de garantir une bonne cohésion du matériau, excluant tout risque significatif de perte de substrat pendant le transport.

Le dépôt du sol sur le site receveur a été effectué avec précaution afin de ne pas inverser les horizons pédologiques. La terre a été étalée progressivement au fur et à mesure des apports.

Plusieurs allers et retours ont été nécessaires afin d'assurer le transfert complet de la zone.

Décapage puis apport de terre sur le site receveur - BIOCOR

Dépôt de la terre sur le site receveur - BIOCOR

Au total, une surface de 23 m^2 a été constituée sur le site receveur. Cette surface, supérieure à celle initialement prévue, s'est révélée nécessaire pour atteindre une épaisseur d'environ 15 à 20 cm, compatible avec les exigences écologiques de l'espèce et pour conserver les mêmes caractéristiques que le sol de la zone à transplanter. Cette épaisseur permet le maintien d'un volume de substrat suffisant pour la germination et un contact optimal avec la couche drainante de gravillons préalablement mise en place.

Griffage surfacique sur le site receveur et terre prélevée sur le site donneur - BIOCOR

Au fur et à mesure de l'apport de terre sur le site receveur, les déchets ainsi que les pierres de grande dimension ont été retirés manuellement.

Une fois l'opération terminée, un passage a été réalisé pour griffer et lisser le sol manuellement afin d'obtenir une couche répartie également sur une épaisseur de 15 à 20 cm et les derniers déchets ont été retirés.

Aucun arrosage complémentaire n'a été jugé nécessaire à l'issue de l'intervention. Le taux d'humidité du sol était déjà élevé en raison des précipitations récentes, et de nouvelles pluies étaient annoncées pour la journée même ainsi que pour les jours suivants.

Vérification de l'épaisseur de la couche et déchets retirés - BIOCOR

Les 2 à 3 premières semaines après l'opération, un arrosage sera nécessaire (si le sol est complétement sec), de 2 à 3 L / m² (en général tous les 7–10 jours, en fonction des conditions météorologiques). Toutefois, au regard des prévisions annoncées pour les prochaines semaines, cet apport en eau ne devrait a priori pas être requis. Une fois installée, l'espèce ne nécessite aucun entretien particulier ni arrosage.

Site receveur à la fin de l'opération - BIOCOR

III. Conclusion

L'opération de transplantation de la Drave des murailles, réalisée le 12 février 2026 par l'entreprise SMDA, avec suivi écologique de BIOCOR, s'est correctement déroulée, conformément au protocole.

Le prélèvement de la couche superficielle du sol sur 20 cm de profondeur a permis de transférer la banque de graines dans des conditions adaptées, en conservant la structure pédologique et l'humidité du substrat. Les conditions météorologiques favorables (absence de gel, sol meuble et humide) ont contribué à la bonne réalisation de l'opération.

Le site receveur, localisé à proximité immédiate du site prélevé et présentant des caractéristiques écologiques similaires (exposition ensoleillée, substrat minéral drainant), offre des conditions compatibles avec les exigences de l'espèce. La surface finale de 23 m^2, avec une épaisseur homogène d'environ 15 à 20 cm de substrat transféré sur une couche drainante de gravillons, garantit un volume de sol suffisant pour permettre la germination et l'installation durable de la Drave des murailles.

Dans le cadre du suivi écologique du chantier, une surveillance spécifique sera mise en place afin de vérifier la bonne reprise de l'espèce, notamment par le contrôle de la germination et du développement des individus. Ce suivi permettra, le cas échéant, d'adapter les mesures de gestion afin de garantir la pérennité de la station transplantée.

Un suivi sera poursuivi en phase exploitation dans le cadre du plan de gestion sur 15 ans.

Biocor
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE

PROJET:

Rapport de diagnostic Faune Flore dans le cadre de l'élaboration d'une étude d'impact – Volet Plan de Gestion – Partie 3 - Les Cathédrales du rail - Saint-Denis (93)

MAÎTRE D'OUVRAGE:

EIFFAGE AMENAGEMENT

RÉFÉRENT DOSSIER BIOCOR:

Mme. Camille BOCQUILLON – 07 49 05 37 91 – camillebocquillon@biocor.fr

M. Julien LE CORDIER – 06 50 04 11 89 – julienlecordier@biocor.fr

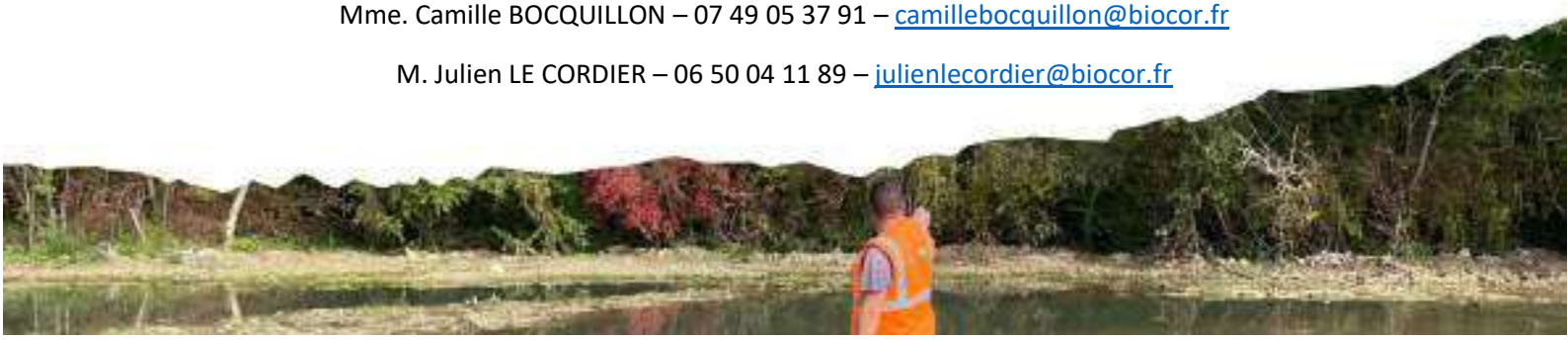


Table des matières

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques 3

1.1 Introduction 3

1.2 Description du projet 7

1.2.1 Contexte réglementaire 7

1.2.2 Besoin compensatoire 8

1.2.3 Choix de la compensation in situ 9

2 Etat initial des milieux naturels, de la flore et de la faune 12

2.1 Diagnostic faunistique et floristique 12

2.2 Espaces protégées 14

2.3 Continuités et fonctionnalités écologiques 15

3 Plan de gestion 16

3.1 Stratégie de compensation 16

3.2 Déclinaison des objectifs en actions / opérations 17

3.3 Intégration des mesures environnementales lors de la phase chantier et mesures réalisées 18

3.4 Plan d'actions du plan de gestion et détails des opérations 19

3.4.1 Fiches actions du plan de gestion 19

3.4.2 Calendrier des actions générales sur n+30 20

3.4.3 G1 – Débroussaillage sélectif 22

3.4.4 G2 – Entretien des hibernacula 24

3.4.5 G3 – Entretien des nichoirs à Faucon crécerelle 26

3.4.6 G4 – Gestion des espaces ouverts en fauche tardive centrifuge 28

3.4.7 E1 – Suivi de l'évolution des habitats naturels, de la flore et de la faune 30

3.4.8 E2 – Suivi et gestion des espèces végétales exotiques envahissantes 33

3.4.9 Chiffrage global des mesures de gestion sur 30 ans 35

N° de version	Rédacteurs	Relecteurs	Date de réalisation
N°1	Camille Bocquillon	Julien Le Cordier	08/01/2025

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

1.1 Introduction

Les Cathédrales du rail est un site situé sur la commune de Saint-Denis, dans le département de Seine-Saint-Denis, en région Ile-de-France. Ce site s'étend sur 6 hectares entre le faisceau ferroviaire nord et l'avenue du Président Wilson.

Localisation du site des Cathédrales du rail – Source : BIOCOR

Ce site est désaffecté depuis 24 ans et présente des anciennes halles ferroviaires inscrites au titre des monuments historiques. Dans le cadre d'un projet d'aménagement de ce site en musée dédié au Street Art et au Hip Hop de France et, de réédification d'un nouvel écoquartier, une étude d'impact est prévue. Le volet naturaliste a été effectué durant l'année 2023.

Photographie de la plus grande halle sur site
Source : BIOCOR

L’étude d’impact des enjeux faune et flore comprend :

- Phase 1 : les inventaires écologiques. Cette phase comprend les recherches bibliographiques et les études terrains permettant de mettre en avant le contexte écologique du site, ses enjeux et les habitats et espèces d’intérêts.
- Phase 2 : Analyse d’impacts et le calcul du besoin en compensation. Cette mission comprend l’analyse des impacts du projet sur le site à partir des recherches et études réalisées, des enjeux écologiques et des potentiels différents effets du projet sur l’environnement du site.
- Phase 3 : Mesures compensatoires. Cette mission comprend la proposition de mesures, si nécessaires, afin d’éviter, de réduire et de compenser les effets négatifs du projet sur le site.

Pour donner suite à l’étude d’impacts des enjeux faune et flore réalisée, ce document présente le plan de gestion des mesures de compensations mises en œuvre à l’année N et suivi sur 30 ans.

Un plan de gestion écologique est un document stratégique qui vise à planifier et coordonner les actions nécessaires pour préserver, restaurer et valoriser un espace naturel ou semi-naturel, tout en assurant sa gestion durable. Il s’appuie sur des principes scientifiques, des données écologiques, et les besoins socio-économiques pour maintenir ou améliorer les fonctionnalités écologiques d’un site.

Ce tableau synthétise le phasage de la réalisation de l'étude d'impacts des enjeux faune et flore :

Phase de l'étude d'impact	Intitulé de la mission	Date	Document associé	Organisme en charge de l'action
Etat initial	Etat initial – réalisation inventaires des habitats naturels, de la flore et de la faune	Mars à octobre 2023	Rendu intermédiaire Avril VF - Saint-Denis - Cathédrales du rail (complet - partie 1&annexe)	BIOCOR
	Rendu intermédiaire	Avril 2023	Diagnostic Faune Flore - Partie 1 Etat initial VF - Saint-Denis - Cathédrales du rail (complet - partie 1&2)	BIOCOR
	Rédaction du volet naturaliste de l'état initial	Version 1 : octobre 2023 Version 2 : septembre 2024		BIOCOR
Phase de sondage nécessitant un défrichement de la zone	Scénario de défrichement permettant de préserver la biodiversité	Version 1 : Novembre 2023 Version 2 : Décembre 2023	Scénario défrichement VF - Saint-Denis - Cathédrales du rail	BIOCOR
	Note complémentaire de la mise en défens des zones à conserver	Décembre 2023	Conservation et protection de zones d'intérêts - Saint-Denis - Cathédrales du rail	BIOCOR
	Echanges avec la DRIEAT	07 décembre 2023	/	DRIEAT BIOCOR Eiffage aménagement
	Visite de site avant défrichement – Enjeu Hérisson sur le site des Cathédrales du rail	Passage sur site le 23 janvier 2024 Rédaction le 12 février 2024	Visite de site janvier 2024 - Enjeu hérisson - VF - Saint-Denis - Cathédrales du rail	BIOCOR
	Travaux de défrichement	Du 29 janvier 2024 au 09 février 2024	Suivi de défrichement - VF - Saint-Denis - Cathédrales du rail	AK-TEAM
	Suivi des travaux de défrichement	Passage sur site le 29 et le 31 janvier 2024 puis le 06 et 09 février 2024 Rédaction le 12 février 2024		BIOCOR
Suivis complémentaires à la demande de la DRIEAT	Deux suivis complémentaires de l'avifaune et l'entomofaune	18 juin 2024 10 septembre 2024	VF - Suivi avifaune et entomofaune 2024 - Saint-Denis - Cathédrales du rail	BIOCOR

	Rédaction du compte-rendu des suivis complémentaires	Octobre 2024		BIOCOR
Analyse d'impacts	Rédaction de l'analyse d'impacts	Version 1 : 15 novembre 2024	Diagnostic Faune Flore - Partie 2 VF - Impacts et ERC - Saint-Denis - Cathédrales du rail	BIOCOR
Calcul de la dette / Besoin en compensation	Calcul du besoin en compensation	Septembre 2024		BIOCOR
Déclinaison des ERC	Déclinaison des mesures ERC	Version 1 : 15 novembre 2024		BIOCOR
Plan de gestion	Rédaction du plan de gestion	Version 1 : 08 janvier 2025	Diagnostic Faune Flore - Partie 3 VF - Gestion - Saint-Denis - Cathédrales du rail	BIOCOR

1.2 Description du projet

1.2.1 Contexte réglementaire

Conformément à l'article R. 122-2 du Code de l'Environnement, lorsque l'emprise au sol du projet dépasse 40 000 m², celui-ci est automatiquement soumis à une évaluation environnementale, sans nécessiter un examen au cas par cas. Cette règle garantit que les projets de grande ampleur, présentant des impacts potentiels significatifs sur l'environnement, sont soumis à un processus d'évaluation approfondi.

CATÉGORIES de projets	PROJETS soumis à évaluation environnementale	PROJETS soumis à examen au cas par cas
	Travaux, ouvrages, aménagements ruraux et urbains	
	a) Travaux et constructions créant une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m2 dans un espace autre que : -les zones mentionnées à l'article R. 151-18 du code de l'urbanisme, lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ; -les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L. 161-4 du même code, lorsqu'une carte communale est applicable ; -les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L. 111-3 du même code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable ;	a) Travaux et constructions qui créent une surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du code de l'urbanisme ou une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du même code supérieure ou égale à 10 000 m2 ;
39. Travaux, constructions et opérations d'aménagement.	b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est supérieur ou égal à 10 ha ;	

(Source : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000049691404)

La procédure d'évaluation environnementale est obligatoire pour tout projet d'aménagement de grande envergure, notamment lorsqu'il entraîne des modifications importantes du territoire, comme la perte d'espaces naturels, les changements d'écoulements d'eau, ou la déforestation. Dans ce cadre, l'étude d'impact est impérative pour analyser les conséquences sur les milieux naturels, la faune, la flore, la qualité des sols, et les ressources en eau.

Les articles L 411-1 et 2 du Code de l'environnement assurent la protection stricte de la faune et de la flore. Toutefois, le Code de l'environnement instaure la possibilité de déroger à l'interdiction de porter atteinte aux espèces protégées.
L'article L. 411-2 du Code de l'environnement permettant de déroger à l'interdiction de destruction des espèces protégées, précise, dans les articles R. 411-6 et suivants les conditions cumulatives pour lesquelles la demande de dérogation aux interdictions se justifie :

- Qu'il n'existe aucune autre solution satisfaisante pour réaliser le projet ;
- Que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un bon état de conservation des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.
- Que le projet soit justifié.

Malgré la mise en place de la démarche Éviter et Réduire (ER), des impacts significatifs notables persistent et des mesures compensatoires habitats/ espèces protégées ont été définies.
Le présent plan de gestion encadre les mesures compensatoires nécessaires pour le projet d'aménagement des Cathédrales du rail.

1.2.2 Besoin compensatoire

Habitats actuels	Surface ou quantité affectée	Besoin en compensation	Réservoir de biodiversité		Cathédrales ou autour du site	Gain / Perte ou équivalence écologique
			Prévu au sein de la lisière de biodiversité	Prévu au sein de la forêt		
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	0.746 ha	0.173 ha Soit 1 737 m2	0.134 ha Soit 1 347 m^2	0.039 ha Soit 390 m2	-	Equivalence métrique
Arbres isolés	4 arbres	9 arbres	(Difficultés SNCF)	9 arbres = 135 m^2	-	Equivalence métrique
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	0.042 ha	0.012 ha Soit 129 m2	0.02 ha Soit 79 m^2 de pierriers gabions + 200 m^2 de zones gravillonnées + 12 m^2 hibernacula (+ 3 m^3 déplacement Drave des murailles)	-	-	Equivalence métrique + 162 m^2
Zone de friche dominée par les ronciers	1.0773 ha	0.372 ha Soit 3 720 m2 Dont 1 hibernaculum petits mammifères	0.337 ha Soit 3 375 m^2 (dont 200m^2 de prairie steppique) + 1 hibernaculum petits mammifères 6 m^2	345 m^2	-	Equivalence métrique
Surfaces imperméabilisées anthropiques	2.8488 ha	4 nichoirs pour le Faucon crécerelle	1 nichoir à Faucon crécerelle	-	1 nichoir sur les toits des Cathédrales + 2 nichoirs dans un rayon de 5 km	Equivalence métrique
Zone arborée dominé par de l'Ailante glanduleux	0.5865 ha	-	-	-	-	-
TOTAL	**5.3006 ha**	**0.558 ha = 5 586 m^2 + 9 arbres + 4 nichoirs à Faucon + 1 hibernaculum mammifères**	**0.5 ha = 5 013 m^2**	**0.08 ha = 870 m^2**	-	**5748 m^2 (arbres et hibernacula compris) + 162 m^2 + Gain de fonctionnalité par amélioration du faciès écologique de la zone**

1.2.3 Choix de la compensation in situ

Les mesures compensatoires sont réalisées in situ : deux zones sont prévues au sein du projet de conception comme zone réserve de biodiversité.

- Une zone en périphérie ouest du site : zone de lisière de biodiversité qui sera exclusivement dédiée à la biodiversité, aucun accès piéton ne sera possible.
- Une zone de réserve au sein du parc accessible aux piétons.

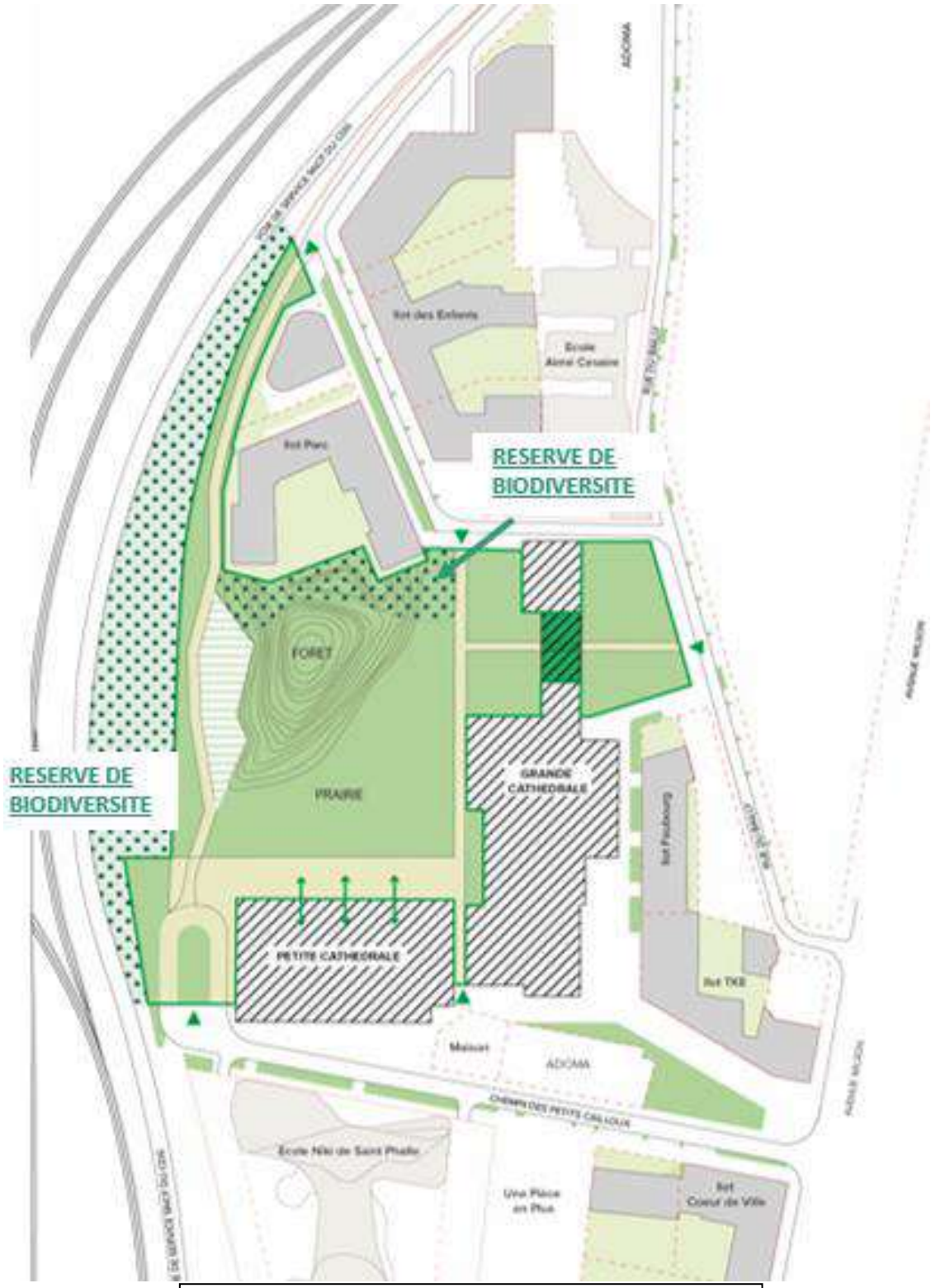
La compensation in situ permet :

- Une proximité fonctionnelle : Les mesures de compensation sont mises en œuvre en priorité au plus près du site et des zones affectées.
- Une gestion de temporalité plus efficiente : Le décalage temporel entre l'impact effectif et la mise en œuvre des mesures compensatoires est minimal. Un phasage des travaux permettra de mettre en œuvre certaines mesures compensatoires avant l'impact sur les habitats actuels, ce qui permettra un report plus progressif des espèces présentes et limiter le dérangement et/ou la destruction d'espèces.

Voici les mesures compensatoires mises en œuvre :

Mesures compensatoires	
MC1	Plantation de haie arbustive et bosquets
MC2	Plantation d'arbres
MC3	Création de zones refuges / pierriers
MC4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site
MC5	Déplacement d'espèces flore
MC6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle
MC7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)

Compensations prévues au sein de la lisière de biodiversité – BIOCOR



Zones de réserve de biodiversité prévues au sein du projet – Plan projet d'aménagement

2 Etat initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

2.1 Diagnostic faunistique et floristique

Habitats naturels

Six typologies d'habitats sur site

- La zone de friche dominée par les ronciers
- La zone arbustive dominée par les espèces végétales exotiques envahissantes telles que le Buddléia de David, formant des bosquets sur l'ensemble du site
- Les arbres isolés (habitats potentiels pour l'avifaune, la petite faune et les chiroptères)
- La zone arborée dominée par l'Ailante glanduleux
- Les pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets formant des habitats pour les reptiles notamment
- Surfaces imperméabilisés anthropiques pouvant être constituées ponctuellement de végétations de milieux piétinés

Diagnostic zone humide

Conformément à l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, les investigations pédologiques et floristiques doivent être réalisées afin de statuer sur la présence de zone humide. Aucun des critères n'a mis en évidence la présence de caractères hydromorphes liées à la présence d'une zone humide. Le site d'étude n'est donc pas caractéristique de zones humides au regard des critères pédologiques et floristiques.

Flore

- La Drave des murailles (*Draba muralis) :* espèce protégée en Ile-de-France, herbacée annuelle qui fleurit d'avril à juin (petites fleurs blanches). Elle se rencontre généralement au sein de roches, rocailles ou murets.
- Présence de quatre autres espèces indigènes rares mais n'ayant pas un statut de protection en Ile-de-France : La Crépide fétide (*Crepis foetida*), le Gaillet de Paris (*Galium parisiense*), la Molène pulvérulente (*Verbascum pulverulentum*) et la Chondrille à tiges de jonc (*Chondrilla juncea*).
- Espèces végétales exotiques envahissantes
  - Le Buddléia de David (*Buddleja davidii*) -> Dominante au sein des haies et bosquets
  - L'Ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*) -> Dominante au sein de la strate arborée
  - Le Conyze du Canada (*Erigeron canadensis*)
  - Le Cerisier acide (*Prunus cerasus*)
  - Le Séneçon sud-africain (*Senecio inaequidens*)
  - Le Faux Houx (*Berberis aquifolium*)

Entomofaune et macrofaune du sol

- La présence d'Orthoptères dont deux étant protégés en Ile-de-France :
  - L'Œdipode turquoise (*Oedipoda coerulescens).* C'est un criquet qui apprécie les pelouses sèches, les zones empierrées et les friches.
  - La Mante religieuse (*Mantis religiosa).*

Amphibiens

Pas d'observation d'amphibien sur site – aucun habitat favorable présent.

Reptiles

- Une espèce protégée en quantité non négligeable : Le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*)

Avifaune

- La présence de trois espèces à enjeu fort (nicheuses sur site) en raison de leur statut de protection et de conservation :
  - Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus)*
  - L'Hypolaïs polyglotte (*Hippolais polyglotta)*
  - L'Accenteur mouchet (*Prunella modularis)*
- D'autres espèces ayant un statut de conservations moins important mais nicheuses ou nicheuses probables sur site :
  - Le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita)*
  - La Fauvette grisette (*Sylvia communis)*
  - La Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla)*
  - Le Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros)*
  - La Mésange charbonnière (*Parus major)*
  - Le Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos)*
  - La Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus)*
  - La Mésange nonette (*Poecile palustris)*
  - Le Rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula)*
- La présence d'espèces exotiques envahissantes :
  - La Perruche à collier (*Psittacula krameri)*

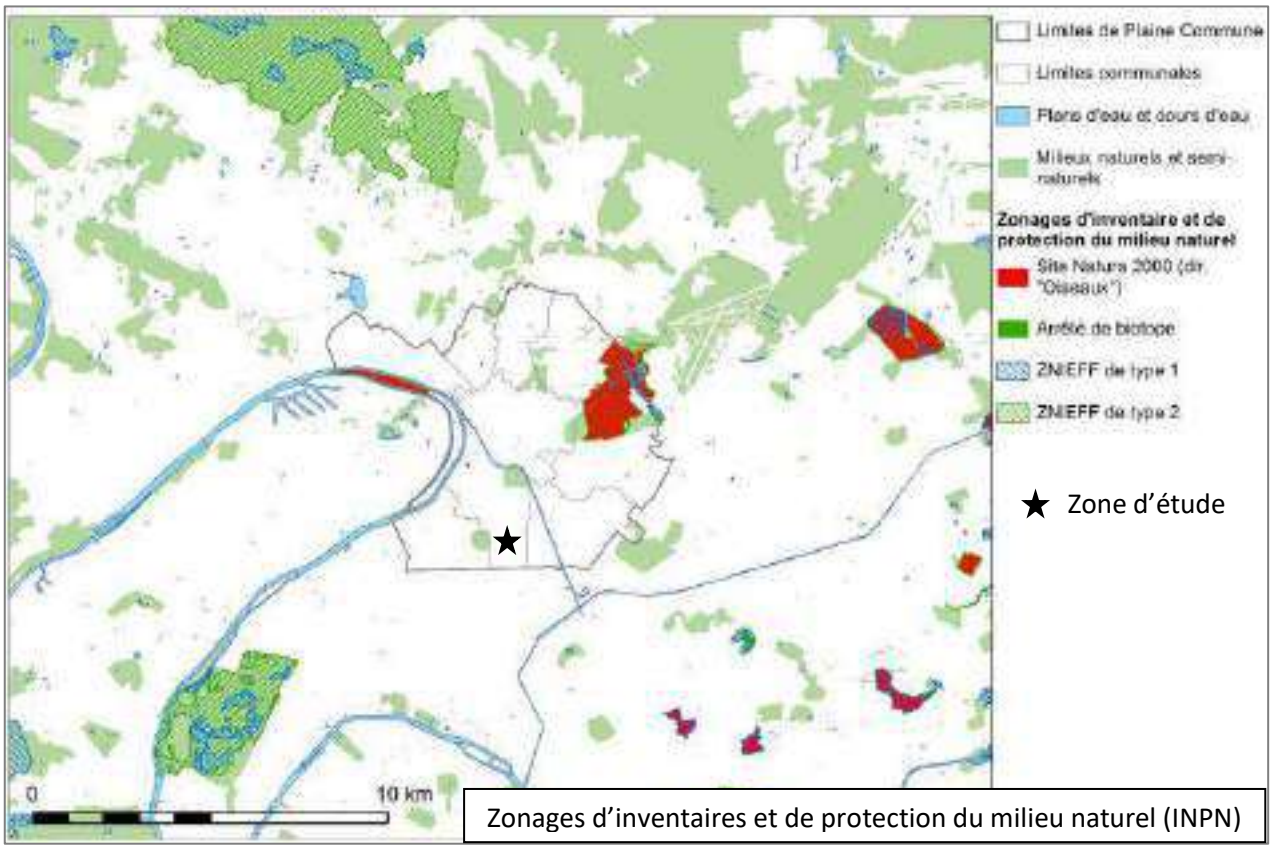
Mammifères terrestres

- Présence quotidienne de Chats domestiques et ponctuelle de Fouine et Martre : Les enjeux liés aux mammifères terrestres sur le site des Cathédrales du rail sont assez faibles en raison de la présence quotidienne de chat domestique et l'enclavement du site au sein d'un tissu urbain dense et très anthropisé.
- Présence de Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*), mammifère intégralement protégé en France au titre de l'article L411-1 du code de l'environnement.

Chiroptères

- Majorité de deux espèces anthropophiles Pipistrelle Commune (*Pipistrellus pipistrellus)* et Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii) apparaissent typiques de ces milieux et utilisent avec certitude les parties extérieures du site comme territoire de chasse. La zone d'étude propre aux travaux objets ne peut être considérée à ce stade qu'utilisée comme aire d'évolution et de chasse par l'ensemble des espèces contactées, tout en gardant la possibilité d'installation d'individus isolés, de micro-colonies voire, fort peu probablement toutefois, de colonies d'espèces anthropophiles dans le bâti.

2.2 Espaces protégées



Zonages d'inventaires et de protection du milieu naturel (INPN)

Différentes zones protégées apparaissent en proximité du projet :

- Une ZNIEFF de catégorie II, située à 3.5 km au nord-est et à 4.2 km au nord-Ouest des premières parcelles cibles. N° 110020475 « Parc départemental de La Courneuve », couvrant 77,1 ha.
- Une ZNIEFF de catégorie I, située à 5.5 km au nord-est des premières parcelles cibles est également présente. N° 110020468 « Plans d'eau et friches du Parc départemental de La Courneuve », couvrant 13,1 ha.
- Plaine Commune est couverte par une ZPS (Zone de Protection Spéciale), le site n°FR1112013 « Sites de la Seine-Saint-Denis » au titre de la Directive 2009/147/CE dite « directive Oiseaux » du 30 novembre 2009, qui est représentée par 2 unités pour une surface totale de 345 ha, dont 308 sur le territoire de Plaine Commune composé du Parc de La Courneuve et du Parc de L'Ile-Saint-Denis.
- Trois espaces naturels sensibles :
  - Le parc de La Courneuve (334 ha, dont 276 ha inclus dans Plaine Commune) ;
  - La Butte Pinson (19,0 ha) ;
  - Le terrain des Essences (14,4 ha).

L'emprise du projet, quant à elle, se situe en dehors de toutes zones protégées répertoriées.
A plus de 4 km du site d'étude, se situent des sites ZNIEFFs et Natura 2000 (Parc de la Courneuve et parc de l'île-Saint-Denis) et des espaces naturels sensibles (parc de la Courneuve, Butte Pinson et terrains des Essences). Au regard de la densité urbaine autour de l'emprise du projet, aucun corridor écologique n'est constitué entre l'aire d'étude et les sites naturels protégés. Le projet n'impacte pas les milieux naturels protégés de Plaine Commune.

2.3 Continuités et fonctionnalités écologiques

Les trames et continuités écologiques observées au sein et à proximité (rayon de 500 m autour de l'aire d'étude) indiquent :

- La répartition géospatiale des espaces verts et de la strate arborée au sein et à proximité de l'aire d'études apparaît être un maillage moyennement dense participant à quelques connexions de différents espaces. Ce maillage est extrêmement fragmenté (matrice parfois peu favorable aux déplacements : hauteur des bâtiments, obstacle routier, voie ferrées…) et ne peut constituer des corridors écologiques permettant à certains taxons, espèces ou populations inféodés à ce genre d'espace linéaire, de se déplacer de proche en proche (par des « sauts de puces ») d'un habitat favorable vers un autre.
- L'Hydrographie représente le passage de la Seine et du Canal Saint-Denis à plus d'un kilomètre de l'aire d'étude. Aucune continuité ne relie ce réseau aquatique au site d'étude.
- La radiance nocturne représentative de l'année 2018 permet de visualiser les zones à fort éclairage au sein et à proximité de l'aire d'étude. L'ancienneté de ces cartes implique des différences avec la situation actuelle, mais elles restent un excellent outil de pré-diagnostic de la trame noire. L'heure de passage locale du satellite se situe entre 22h30 et minuit. Les zones foncées mettent en avant l'éclairage important notamment au niveau des routes et voies ferrées de nuit. La pollution lumineuse est moins intense dans la zone en friche du site car aucun luminaire n'y est présent. Aucune continuité n'est visible, les espèces nocturnes potentiellement présentes sont impactées par de la pollution lumineuse dans cette zone.

3 Plan de gestion

3.1 Stratégie de compensation

Taxon	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Commentaire
Reptile	*Podarcis muralis*	Lézard des murailles	Espèce protégée en France Espèce déterminante ZNIEFF en Ile-de-France Espèce présente en grande quantité sur l'ensemble du site
Oiseaux	*Falco tinnunculus*	Faucon crécerelle	Espèce protégée en France Statut de conservation quasi-menacé en Ile-de-France Espèce nicheuse
	Hippolais polyglotta	Hypolaïs polyglotte	
	Prunella modularis	Accenteur mouchet	
Mammifères	*Erinaceus europaeus*	Hérisson d'Europe	Espèce protégée en Ile-de-France
Insectes (Orthoptères)	*Oedipoda caerulescens*	Œdipode turquoise	Espèce protégée en Ile-de-France
	Mantis religiosa	Mante religieuse	Espèce protégée en Ile-de-France
Flore	*Draba muralis*	Drave des murailles	Espèce protégée en Ile-de-France

3.2 Déclinaison des objectifs en actions / opérations

Objectifs	Opérations/Actions	Gains attendus	N°
Recréation d'habitats naturels diversifiés	- Plantation d'essences locales adaptées au sol et au climat - Créer une strate arbustive par la mise en place de haies et bosquets	- Diversification des habitats naturels - Création de supports d'habitats pour la faune	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7
Favoriser les milieux semi-ouverts	- Gestion des haies par débroussaillage sélectif afin de conserver les espèces ligneuses d'intérêt	- Maintien de la mosaïque d'habitats favorable à la biodiversité - Améliorer la qualité des haies et la transition des milieux - Préservation de zones de chasse pour les rapaces diurnes et nocturnes - Préservation de l'aire d'évolution des espèces locales	G1
Préserver les milieux ouverts	- Gestion des milieux ouverts par une solution de fauche tardive centrifuge (prairie mésophile)	- Augmentation de la diversité floristique (prairie naturelle) - Création d'habitats pour les pollinisateurs et insectes auxiliaires - Restauration des sols grâce à des processus écologiques (dénitrification, absorption du phosphate…)	G4
Maintenir les cycles de vie des espèces in situ	- Installation et entretien des nichoirs à Faucon crécerelle	- Maintien des populations locales d'espèces clés et protégées - Augmentation des sites de reproduction pour les espèces nicheuses	G2 G3
Amélioration des connaissances du site	- Réaliser des inventaires faunistique et floristique. - Réaliser un suivi des fonctionnalités des habitats recréés.	- Mise en évidence du maintien de la biodiversité sur site. - Identification des espèces rares ou indicatrices de la qualité écologique - Mise en évidence des améliorations de fonctions visées par les opérations de recréation d'habitats naturels.	E1 E2
Suivre et optimiser les habitats recrées	- Mise en place de suivi - Comparaison des fonctionnalités avant et après interventions	- Evaluation de l'efficacité des actions menées - Ajustement des pratiques afin de maximiser les résultats écologiques à long terme	Mesure de suivi

3.3 Intégration des mesures environnementales lors de la phase chantier et mesures réalisées

Mesures	Intitulé
Mesures de réduction	
MR1	Adaptation du planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune
MR2	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
MR3	Mise en place d'un plan lumière adaptée en phase travaux
MR4	Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes
MR5	Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)
Mesures compensatoires	
MC1	Plantation de haie arbustive dense
MC2	Plantation d'arbres
MC3	Création de zones refuges / pierriers
MC4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site
MC5	Déplacement d'espèces flore
MC6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle
MC7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)

3.4 Plan d'actions du plan de gestion et détails des opérations

3.4.1 Fiches actions du plan de gestion

Code	Intitulé	Surface concernée par la mesure
Actions de compensation - recréation d'habitats naturels		
C1	Plantation de haie arbustive dense	1 737 m^2
C2	Plantation d'arbres	9 arbres
C3	Création de zones refuges / pierriers	79 m^2 de pierriers gabions + 200 m^2 de zones gravillonnées + 12 m^2 hibernacula
C4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site	6 m^2 hibernaculum
C5	Déplacement d'espèces flore	3 m^3 déplacement Drave des murailles
C6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle	4 nichoirs
C7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)	3 720 m^2
Gestion sur 30 ans		
G1	Débroussaillage sélectif des haies	1 737 m^2
G2	Entretien des hibernacula	3 hibernacula
G3	Entretien des nichoirs à Faucon crécerelle	4 nichoirs
G4	Gestion des espaces ouverts en fauche tardive centrifuge	3 720 m^2
Suivi sur 30 ans		
E1	Suivi de l'évolution des habitats naturels, de la flore et de la faune	5 586 m^2
E2	Suivi et gestion des espèces végétales exotiques envahissantes	5 586 m^2

3.4.2 Calendrier des actions générales sur n+30

Année	Travaux	Gestion	Suivi
N =	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7		
N+1		G1 G2 G3 G4 (Fauche avec export + Sursemis)	E1 E2
N+2		G1 G3 G4 (Fauche avec export)	E1 E2
N+3		G1 G2 G3 G4 (Fauche avec export)	E1 E2
N+4		G1 G3 G4 (Fauche sans export)	
N+5		G1 G3 G4 (Fauche avec export)	E1
N+6		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+7		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+8		G2 G3 G4 (Fauche sans export)	E1
N+9		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+10		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+11		G3 G4 (Fauche avec export)	E1
N+12		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+13		G2 G3 G4 (Fauche avec export)	
N+14		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+15		G3	E1

		G4 (Fauche avec export)	
N+16		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+17		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+18		G2 G3 G4 (Fauche sans export)	
N+19		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+20		G3 G4 (Fauche sans export)	E1
N+21		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+22		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+23		G2 G3 G4 (Fauche avec export)	
N+24		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+25		G3 G4 (Fauche avec export)	E1
N+26		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+27		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+28		G3 G4 (Fauche sans export)	
N+29		G3 G4 (Fauche avec export)	
N+30		G3 G4 (Fauche sans export)	E1

3.4.3 G1 – Débroussaillage sélectif

Méthodes	**Période idéale de taille des haies :** La période idéale pour la taille et coupe des haies se situe en période hivernale (en dehors des périodes de nidifications. **Structuration des haies :** Pour structurer les haies, un détourage des pieds par débroussaillage sélectif doit être réalisé de manière à sélectionner, mettre en avant les essences arbustives de type fruticée et arbustes à fruits. **Débroussaillage au broyeur manuel :** Le débroussaillage se fera avec un broyeur manuel et sera sans export. Lors de cette opération, bien veiller à surveiller si des espèces végétales exotiques envahissantes se développent et les traiter immédiatement pour éviter leur propagation (voir gestion E2).
Indicateur de réalisation	Photographies avant et après travaux Evolution des milieux
Atteinte de la mesure	• Nombre d'espèces d'oiseaux au sein du cortège avifaunistique fréquentant ce milieu • Etat des haies • Nombre d'espèces floristiques indicatrices du milieu
Estimation du coût et temps	Estimation du prix par intervention : 80 centimes à 1€ par m2 ≈ 1 737 € Estimation du prix sur 30 ans (5 passages) : 8 685 €
Organisme en charge de la réalisation	Entreprise travaux

Calendrier :

Missions / Mois	Débroussaillage
Janvier	
Février	
Mars	
Avril	
Mai	
Juin	
Juillet	
Août	
Septembre	
Octobre	
Novembre	
Décembre	

N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12	N+13	N+14	N+15	N+16	N+17	N+18	N+19	N+20	N+21	N+22	N+23	N+24	N+25	N+26	N+27	N+28	N+29	N+30

3.4.4 G2 – Entretien des hibernacula

Méthodes	**Entretien des pierriers et hibernacula :** Lors des passages d'entretien il est important de prendre en compte la présence potentielle d'œufs (généralement de mai à juillet) et d'individus hibernants (octobre à mars). Ces périodes doivent être respectées afin de ne pas perturber la faune locale. Les hibernacula sont assez simples à entretenir. Il suffit de recharger les structures en branchages et remettre en place les pierres, selon leur état d'usure, pour garantir leur efficacité. La valeur de ces aménagements est nettement plus élevée lorsqu'ils sont bordés d'un ourlet herbacée suffisamment dense et large. Toutefois, il est important d'éviter que cet aménagement ne soit complètement recouvert par la végétation, en particulier par des plantes ligneuses dont le système racinaire risquerait d'endommager l'aménagement. En revanche, il est possible de laisser la végétation semi-ligneuse se développer aux abords, de préférence au nord de l'hibernaculum. Les points d'ombre sont également importants pour les reptiles afin de réguler leur température lors de fortes chaleurs. Cela favorise également la présence d'arthropodes pouvant être de potentielles proies pour l'herpétofaune.
Indicateur de réalisation	Photographies avant et après travaux Evolution des milieux
Atteinte de la mesure	• Nombre d'espèces et d'individus fréquentant ces milieux • Etat des hibernacula
Estimation du coût et temps	Estimation du prix par intervention : 200 € par unité ≈ 600 € Estimation du prix sur 30 ans (6 passages) : 3 600 €
Organisme en charge de la réalisation	Entreprise travaux

Calendrier :

Missions / Mois	Entretien des pierriers / hibernacula
Janvier	
Février	
Mars	
Avril	
Mai	
Juin	
Juillet	
Août	
Septembre	
Octobre	
Novembre	
Décembre	

N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12	N+13	N+14	N+15	N+16	N+17	N+18	N+19	N+20	N+21	N+22	N+23	N+24	N+25	N+26	N+27	N+28	N+29	N+30

3.4.5 G3 – Entretien des nichoirs à Faucon crécerelle

Méthodes	**Entretien des nichoirs à Faucon crécerelle :** Un faucon crécerelle fait généralement une seule nidification par an, avec une portée de 4 à 6 œufs, et un cycle de reproduction se déroulant entre mars et août. Ce type de nichoirs demande un entretien minime, lors de la saison froide (hors période d'occupation). 1- Vérification de l'emplacement du nichoir Le nichoir doit être maintenu dans un endroit sûr, à l'abri des prédateurs et dans un endroit calme. Il doit être situé à une hauteur suffisante (plus de 5m) pour éviter les perturbations. Il est préférable que l'entrée du nichoir soit orientée vers l'est ou le sud-est, afin de profiter de l'ensoleillement du matin et d'éviter les courants d'air froids. 2- Nettoyage Tous les 3 ans, après la saison de reproduction (automne ou fin de l'hiver), nettoyez le nichoir pour enlever les débris, les restes de nourriture, les plumes ou les excréments à l'aide d'une brosse. Cette opération évite la prolifération de parasites et de bactéries qui pourraient nuire à la santé des faucons. Vérifier la présence éventuelle de nids de parasites (poux ou tiques). 3- Vérification de l'intégrité du nichoir Le nichoir est examiné pour détecter toute fissure, brèche ou détérioration du matériau. Si nécessaire, il sera réparé et les parties endommagées remplacées. 4- Reconstruction du substrat Si une couche de substrat de copeaux de bois (3-5cm) est placée, celle-ci peut être remplacée au bout de 3-4 nidifications. 5- Ne pas déranger Ne pas déranger les oiseaux pendant la période de nidification (généralement entre avril et août) afin de minimiser le stress.
Indicateur de réalisation	Photographies avant et après travaux
Atteinte de la mesure	Fréquentation du nichoir par les Faucons crécerelles
Estimation du coût et temps	Prix à définir en fonction des accès / Voir convention LPO
Organisme en charge de la réalisation	Entreprise travaux / Bureau d'études

Calendrier :

Missions / Mois	Entretien des nichoirs
Janvier	
Février	
Mars	
Avril	
Mai	
Juin	
Juillet	
Août	
Septembre	
Octobre	
Novembre	
Décembre	

N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12	N+13	N+14	N+15	N+16	N+17	N+18	N+19	N+20	N+21	N+22	N+23	N+24	N+25	N+26	N+27	N+28	N+29	N+30

3.4.6 G4 – Gestion des espaces ouverts en fauche tardive centrifuge

Méthodes	Les prairies mésophiles et xérophiles seront l'objet d'une fauche tardive centrifuge avec ou sans export des rémanents. Pour la fauche tardive les modalités suivantes devront être respectées : • Faucher à une hauteur minimale de 10 cm pour préserver la base des plantes et permettre un refuge aux insectes • Faucher le matin de bonne heure quand les insectes sont en activité • Faucher du centre de la prairie aux extérieurs pour permettre à la faune de se diriger vers les zones non fauchées, • Modérer la vitesse des engins de fauche autoportés pour laisser le temps aux insectes de se déplacer ; • L'exportation devra être réalisée dans les 6 jours suivant la fauche. • L'ensemble de la zone ne sera pas fauché, seulement les ¾ de la zone pour laisser des zones refuge. Lors de cette opération, bien veiller à surveiller si des espèces végétales exotiques envahissantes se développent et les traiter immédiatement. Pour l'ensemble des prairies, il est possible d'envisager un regarnissage des prairies ou un ajustement des espèces. La composition du mélange (déterminée pour la prairie mésophile et la prairie xérophile) sera semée si nécessaire à N+1 (si manque de reprise de la végétation). Le semis aura lieu en automne, après un griffage léger et un fauchage tardif de la végétation existante.
Indicateur de réalisation	Photographies avant et après travaux Evolution des milieux
Atteinte de la mesure	• Nombre d'espèces d'insectes fréquentant ces milieux • Etat des milieux • Nombre d'espèces faunistiques indicatrices de ces milieux
Estimation du coût et temps	Fauche avec export ≈ 3 000 € Fauche sans export ≈ 1 500 € Sursemis à N+1 ≈ 3 375 € Estimation de la mesure de gestion sur 30 ans ≈ 72 375 €
Organisme en charge de la réalisation	Entreprise travaux

Calendrier :

Missions / Mois	Fauchage	Sursemis
Janvier		
Février		
Mars		
Avril		
Mai		
Juin		
Juillet		
Août		
Septembre		
Octobre		
Novembre		
Décembre		

N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12	N+13	N+14	N+15	N+16	N+17	N+18	N+19	N+20	N+21	N+22	N+23	N+24	N+25	N+26	N+27	N+28	N+29	N+30
Fauche avec export + Sursemis	Fauche avec export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export	Fauche avec export	Fauche sans export

3.4.7 E1 – Suivi de l'évolution des habitats naturels, de la flore et de la faune

Méthodes	Flore : • Méthodes : méthode d'échantillonnage par typologie de milieu. L'objectif est de recenser la biodiversité végétale (fréquence et distribution spatiale de l'ensemble des communautés végétales), de vérifier la présence d'espèces protégées ou patrimoniales (notamment maintien de la Drave des murailles sur site) et de vérifier l'absence d'espèces végétales exotiques envahissante. • Périodes : 1 passage au printemps Entomofaune : • Méthodes : - Lépidoptères Rhopalocères et Odonates : ➢ Identification à vue (à l'œil nu, à l'aide de jumelles ou par capture avec un filet). Les individus capturés sont directement relâchés après identification. ➢ Inventaires sur des transects aléatoires et par grands types de milieux favorables. ➢ Recherche des exuvies. - Orthoptères : ➢ Identification à vue (à l'oeil nu, à l'aide de jumelles ou par capture avec un filet). Les individus capturés sont directement relâchés après identification. ➢ Sessions d'écoute des stridulations émis par certaines espèces en journée et de nuit. ➢ Les inventaires sont réalisés lors de journées ensoleillées et peu ventées entre 10h et 16h (lorsque la température extérieure permet une activité optimale). - Coléoptères : ➢ Identification à vue au sein de secteurs favorables (à proximité de vieux arbres et arbres à cavités) et recherche d'indices de présence (trous d'émergence, restes d'individus …etc). ➢ Les inventaires se réalisent en journée et en soirée. • Périodes : 1 passage au printemps et 1 passage en été (tardif pour cibler les orthoptères). Avifaune : • Méthodes : méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) selon Blondel et coll. (1970), basée sur le nombre de contacts avec une espèce en un point donné dans le milieu. Chaque IPA est géo-référencé sous SIG et localisé sur orthophotoplans afin d'être reproductible. En plus des résultats obtenus, la date, l'heure, le lieu, les conditions météorologiques et l'auteur de chaque IPA sont renseignés. • Périodes : 1 passage durant la saison de reproduction et 1 passage durant la période de migration. Mammifères terrestres : • Méthodes : Inventaires à vue et identification des traces et des fèces.

	• Périodes : 1 passage en fin de printemps Reptiles : • Méthodes : Identification à vue aux abords des pierriers et hibernacula. L'objectif est de recenser la population de Lézard des murailles qui se développent dans les milieux favorables recréés. • Périodes : 1 passage en été
Indicateur de réalisation	Rapport de suivi écologique
Atteinte de la mesure	Evolution des habitats et des populations sur site
Estimation du coût et temps	**Une demi-journée de terrain et une demi-journée de rédaction par taxon :** • Mai : 2 jours de terrains et 2 jours de rédaction pour l'entomofaune, l'avifaune et la flore. • Juin : 1 jour de terrain et 1 jour de rédaction pour les mammifères et les reptiles. • Août : 1 jour de terrain et 1 jour de rédaction pour l'entomofaune et l'avifaune. • Dépôt des données brutes de biodiversité sur DEPOBIO (1 dépôt annuel). Estimation du coût de la mesure sur une année de suivi ≈ 6 400 € (terrain + rédaction) + 450 € (DEPOBIO) Estimation de la mesure de gestion sur 30 ans ≈ 68 500 €
Organisme en charge de la réalisation	Bureau d'études ou association

Calendrier :

Missions / Mois	Inventaires des habitats naturels et flore	Inventaire des reptiles	Inventaire de l'avifaune	Inventaire des mammifères	Inventaire des insectes
Janvier					
Février					
Mars					
Avril					
Mai					
Juin					
Juillet					
Août					
Septembre					
Octobre					
Novembre					
Décembre					

N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12	N+13	N+14	N+15	N+16	N+17	N+18	N+19	N+20	N+21	N+22	N+23	N+24	N+25	N+26	N+27	N+28	N+29	N+30

3.4.8 E2 – Suivi et gestion des espèces végétales exotiques envahissantes

Méthodes	Sur site, cinq espèces végétales exotiques envahissantes ont été recensées : • Le Buddléia de David (Buddleja davidii) • L'Ailante glanduleux (Ailanthus altissima) • Le Conyze du Canada (Erigeron canadensis) • Le Cerisier acide (Prunus cerasus) • Le Séneçon sud-africain (Senecio inaequidens) • Le Faux Houx (Berberis aquifolium) Les deux espèces majoritaires sur site étaient le Buddléia de David et l'Ailante glanduleux. Le projet d'aménagement a permis la gestion de ses espèces et le remaniement des terres (terres dépollués). Une vigilance annuelle sera réalisée sur les trois premières années vis-à-vis de la repousse éventuelle de ces espèces végétales sur site (possibilité de repousse dues à l'ajout de terre d'apport, de la mise en place d'une végétation semée et de la présence précédente d'espèce exotique envahissante dominants le site). En cas de repousse, ces espèces végétales seront traitées systématiquement et rapidement, avant leur montée en graines. Les moyens de gestion préconisés sont : - La coupe et le dessouchage des pieds de Buddleia de David et de l'Ailanthe glanduleux - L'arrachage manuel des repousses de jeunes plantes Puis export et traitement des rémanents en filière adaptée.
Indicateur de réalisation	Rapport de suivi écologique
Atteinte de la mesure	Pas de repousse d'espèces végétales exotiques envahissantes
Estimation du coût et temps	Deux passages annuels de suivi des EVEE ≈ 450 € Estimation de la mesure de gestion sur 30 ans ≈ 1 350 € Gestion et traitement des EVEE le cas échéant ≈ 1 à 3€ par m^2
Organisme en charge de la réalisation	Bureau d'études ou association

Calendrier :

Missions / Mois	Gestion des EVEE
Janvier	
Février	
Mars	
Avril	
Mai	
Juin	
Juillet	
Août	
Septembre	
Octobre	
Novembre	
Décembre	

N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12	N+13	N+14	N+15	N+16	N+17	N+18	N+19	N+20	N+21	N+22	N+23	N+24	N+25	N+26	N+27	N+28	N+29	N+30

3.4.9 Chiffrage global des mesures de gestion sur 30 ans

Mesure de gestion / suivi	Description	Prix estimé
G1	Débroussaillage sélectif	1 737 €
G2	Entretien des hibernacula	600 €
G3	Entretien des nichoirs à Faucon crécerelle	Prix à définir en fonction des accès
G4	Gestion des espaces ouverts en fauche tardive avec export centrifuge	3 000 €
	Gestion des espaces ouverts en fauche tardive sans export centrifuge	1 500€
	Sursemis	3 375 €
E1	Suivi de l'évolution des habitats naturels, de la flore et de la faune	6 850 €
E2	Suivi et gestion des espèces végétales exotiques envahissantes	450 € + 1 à 3€ par m^2 de gestion / traitement

Année	Gestion	Suivi	Estimation du coût
N+1	G1 G2 G3 G4 (Fauche avec export + Sursemis)	E1 E2	16 012 €
N+2	G1 G3 G4 (Fauche avec export)	E1 E2	12 037 €
N+3	G1 G2 G3 G4 (Fauche avec export)	E1 E2	12 637 €
N+4	G1 G3 G4 (Fauche sans export)		3 237 €
N+5	G1 G3 G4 (Fauche avec export)	E1	11 587 €
N+6	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+7	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+8	G2 G3 G4 (Fauche sans export)	E1	8 950 €

N+9	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+10	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500€
N+11	G3 G4 (Fauche avec export)	E1	9 850 €
N+12	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+13	G2 G3 G4 (Fauche avec export)		3 600 €
N+14	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+15	G3 G4 (Fauche avec export)	E1	9 850 €
N+16	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+17	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+18	G2 G3 G4 (Fauche sans export)		2 100 €
N+19	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+20	G3 G4 (Fauche sans export)	E1	8 350 €
N+21	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+22	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+23	G2 G3 G4 (Fauche avec export)		3 600 €
N+24	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+25	G3 G4 (Fauche avec export)	E1	9 850 €
N+26	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+27	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+28	G3 G4 (Fauche sans export)		1 500 €
N+29	G3 G4 (Fauche avec export)		3 000 €
N+30	G3 G4 (Fauche sans export)	E1	8 350 €
Total sur 30 ans	G1 G2 G3 G4	E1 E2	154 510 €

Biocor
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE

PROJET:

Rapport de diagnostic Faune Flore dans le cadre de l'élaboration d'une étude d'impact – Volet impacts et ERC – Partie 2 - Les Cathédrales du rail - Saint-Denis (93)

MAÎTRE D'OUVRAGE:

EIFFAGE AMENAGEMENT

RÉFÉRENT DOSSIER BIOCOR:

Mme. Camille BOCQUILLON – 07 49 05 37 91 – camillebocquillon@biocor.fr

M. Julien LE CORDIER – 06 50 04 11 89 – julienlecordier@biocor.fr

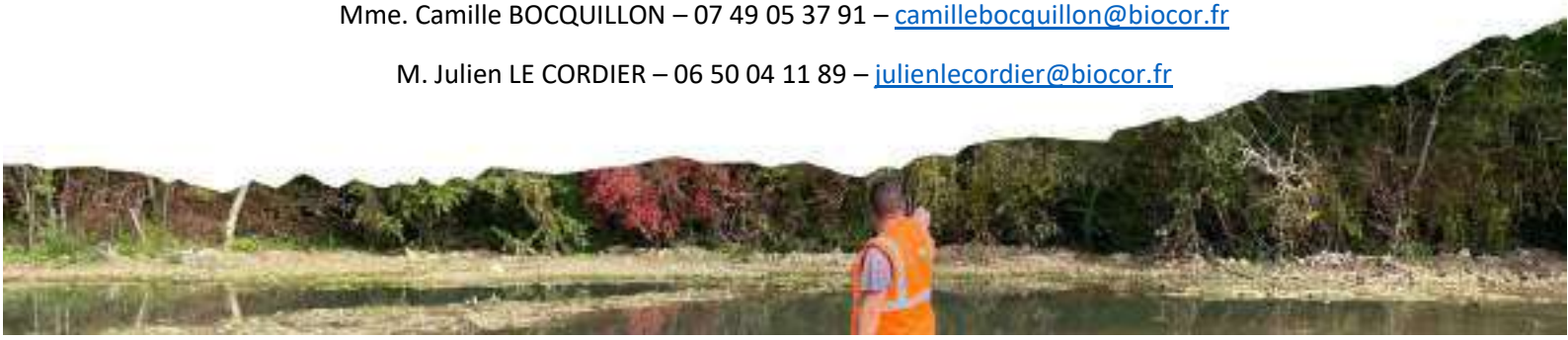


Table des matières

1 Synthèse des enjeux faune/flore.....3

2 Proposition d'espèces cibles 4

3 Effets du projet sur l'environnement 5

3.1.1 Identification des impacts résiduels significatifs du projet des Cathédrales du rail 5

3.1.2 Impacts résiduels et calcul du besoin en compensation.....13

3.1.3 Mesures ERC associées au projet 17

3.1.3.1 Mesures de réduction.....18

3.1.3.2 Mesures de compensation 26

4 Annexes 47

N° de version	Rédacteurs	Relecteurs	Date de réalisation
N°1	Camille Bocquillon	Julien Le Cordier	15/11/2024

1 Synthèse des enjeux faune/flore

	Enjeux écologiques sur l'aire d'étude	
Enjeu	**Groupe et/ou espèces liés**	**Localisation / Description**
Fort	Lézard des murailles	Les Lézards des murailles sont présents en grande quantité sur le site d'étude au sein de pierriers formés par des gravats laissés sur place.
	Faucon crécerelle Hypolaïs polyglotte Accenteur mouchet	De nombreuses espèces nicheuses sur site se situent au niveau du bâti (cas du Faucon crécerelle) ou au sein des végétations en place (buissons et bosquets denses).
	Drave des murailles	La Drave des murailles est une plante bénéficiant d'une protection régionale et se situe sur une zone précise du site.
	Hérisson d'Europe	Le Hérisson d'Europe a été observé de nuit sur site et bénéficie d'un statut de protection en Ile-de-France.
	Œdipode turquoise Mante religieuse	Deux orthoptères identifiés sur site bénéficient d'une protection régionale.
Moyen	Pouillot véloce Fauvette grisette Fauvette à tête noire Rougequeue noir Mésange charbonnière Mésange bleue Mésange nonette Rossignol philomèle Rouge-gorge familier	De nombreuses espèces de passereaux notamment, évoluent sur l'ensemble du site et au sein des végétations. Certaines étant nicheuses probables sur le site d'étude.
	Crépide fétide Gaillet de Paris Molène pulvérulente Chondrille à tiges de jonc	La Crépide fétide et le Gaillet de Paris ont un statut de conservation important et sont diffus sur l'ensemble du site. Ces plantes n'ont pas de statut de protection mais ont un statut de rareté important en région Ile-de-France.
Faible	Chauves-souris	4 espèces identifiées utilisant le site uniquement comme territoire de chasse : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et Oreillard roux.
	Rhopalocères Odonates	Le cortège d'insectes observés reste classique des zones de friches thermophiles.
	Mammifères	Certains mammifères sont présents sur site parfois quotidiennement (Chat domestique), parfois ponctuellement (Fouine, Martre) et évoluent sur l'ensemble de la zone.
Nul	Amphibiens	Aucun amphibien n'a été observé sur site, l'enjeu est nul pour ce taxon.

2 Proposition d'espèces cibles

Taxon	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Commentaire
Reptile	*Podarcis muralis*	Lézard des murailles	Espèce protégée en France Espèce déterminante ZNIEFF en Ile-de-France Espèce présente en grande quantité sur l'ensemble du site
Oiseaux	*Falco tinnunculus*	Faucon crécerelle	Espèce protégée en France Statut de conservation quasi-menacé en Ile-de-France Espèce nicheuse
	Hippolais polyglotta	Hypolaïs polyglotte	
	Prunella modularis	Accenteur mouchet	
Mammifères	*Erinaceus europaeus*	Hérisson d'Europe	Espèce protégée en Ile-de-France
Insectes (Orthoptères)	*Oedipoda caerulescens*	Oedipode turquoise	Espèce protégée en Ile-de-France
	Mantis religiosa	Mante religieuse	Espèce protégée en Ile-de-France
Flore	*Draba muralis*	Drave des murailles	Espèce protégée en Ile-de-France

3 Effets du projet sur l'environnement

3.1.1 Identification des impacts résiduels significatifs du projet des Cathédrales du rail

Enjeux				Impact(s)			Mesures ER	Impacts résiduels	Significativité
Habitats	Enjeu de l'habitat sur le site affecté	Espèce associée	Enjeu de l'espèce sur le site affecté	Nature des impacts	Surface ou quantité affectée	Intensité	Description	Description (positif ou négatif)	Mesures de compensation
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	Modéré	Hypolaïs polyglotte	Fort	Destruction d'individus ou possible dérangement des espèces en période sensible (nidification)	0.746 ha	Forte à modérée	➢ **MR1 :** Adaptation du planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune ➢ **MR2 :** Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue ➢ **MR5** : Conservation de zones in situ permettant la préservation de	➢ Pas de dérangement pendant la période de nidification	-
		Accenteur mouchet	Fort						
		Pouillot véloce	Modéré						
		Fauvette grisette	Modéré						
		Fauvette à tête noire	Modéré						
		Rougequeue noir	Modéré						
		Mésange charbonnière	Modéré						
		Mésange bleue	Modéré						
		Mésange nonnette	Modéré						

		Rossignol philomèle	Modéré				la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)		
		Rouge-gorge familier	Modéré						
		-	-	Destruction physique des habitats naturels ou habitats d'espèces	0.746 ha	Forte	-	➢ Destruction des haies arbustives présentes (effet négatif moindre car dominance par des Espèces végétales exotiques envahissantes)	**MC1** : Plantation de zone de haies et bosquets
Arbres isolés	Modéré	Chauves-souris	Faible	Perturbation en phase travaux Destruction d'individus	4 arbres	Modérée	➢ **MR3** : Mise en place d'un plan lumière adaptée en phase travaux ➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue ➢ **MR1** : Adaptation des travaux en fonction des	➢ Pas de perturbations de la faune pendant la phase des travaux	-

							sensibilités de la faune		
				Destruction physique des habitats naturels ou habitats d'espèces	4 arbres	Fort	-	➢ Destruction des arbres	**MC2** : Plantation d'arbres
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	Modéré	Lézard des murailles	Fort	Destruction des individus et possible dérangement des espèces en période sensible (hibernation)	0.042 ha	Forte à modérée	➢ **MR1** : Adaptation du planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune ➢ **MR5** : Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)	➢ Pas de dérangement pendant l'hivernage, l'accouplement, la ponte et l'incubation	-
		-	-	Destruction physique des habitats naturels ou	0.042 ha	Forte	-	➢ Destruction des pierriers existants	**MC3** : création de zone refuge /pierriers

				habitats d'espèces					
Zone de friche dominée par les ronciers	Modéré	Hérisson d'Europe	Fort	Destruction et possible dérangement des espèces en période sensible / faune peu mobile (reproduction, jeunes, phase d'hibernation)	1.0773 ha	Forte à modérée	➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue ➢ **MR1** : Adaptation des travaux en fonction des sensibilités de la faune ➢ **MR5** : Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)	➢ Pas de dérangement pendant la période de reproduction et d'hibernation	➢ **MC4** : Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site
		Mante religieuse	Fort	Possible dérangement d'espèces protégées lors des phases de	1.0773 ha	Forte à modérée	➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue	➢ Pas de dérangement des insectes	-
		Œdipode turquoise	Fort						

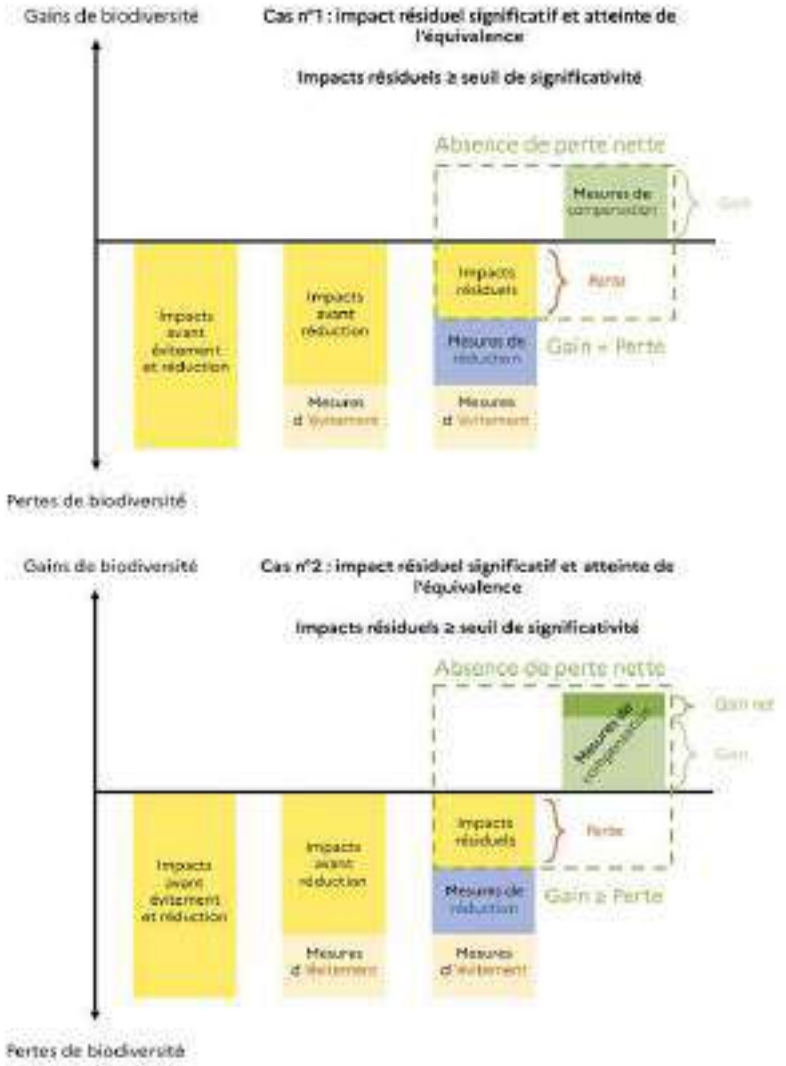
				défrichement et d'aménagement			➢ **MR1** : Adaptation des travaux en fonction des sensibilités de la faune ➢ **MR5** : Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)		
		Gaillet de Paris	Fort	Destruction des individus	1.0773 ha	Forte à modérée	➢ **MR5** : Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)	➢ Conservation de la Drave des murailles in situ Mesures volontaires de conservation d'espèces végétales indigènes rares présentes initialement sur l'emprise du site	**MC5 :** Déplacement d'espèces flore
		Crépide fétide	Fort						
		Molène pulvérulente	Modéré						
		Chondrille à tige de jonc	Modéré						
		Drave des murailles	Fort						

							➢ **MR4** : Eviter l'expansion des espèces végétales exotiques envahissantes ➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue		
		Chauves-souris	Faible	Perturbation des zones de chasse en phase travaux	1.0773 ha	Modérée	➢ **MR3** : Mise en place d'un plan lumière adaptée en phase travaux ➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue ➢ **MR1** : Adaptation des travaux en fonction des sensibilités de la faune	➢ Pas de perturbations de la faune pendant la phase des travaux	-

				Destruction ou dégradation physique des habitats naturels ou habitats d'espèces	1.0773 ha	Forte	-	➢ Destruction de la friche	➢ **MC7** : Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)
				Altération biochimique des milieux (risque accidentel)	1.0773 ha	Forte	➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue	➢ Dépollution de l'aire d'étude ➢ Suivi régulier des travaux afin d'éviter toute pollution accidentelle	-
Surfaces imperméabilisées anthropiques pouvant être constituées ponctuellement de végétations de milieux piétinés	Faible	Faucon crécerelle	Fort	Destruction ou dérangement pendant la période de nidification	Toiture des Cathédrales	Forte à modérée	➢ **MR2** : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue ➢ **MR1** : Adaptation des travaux en fonction des sensibilités de la faune	➢ Pas de dérangement pendant la période de nidification	➢ **MC6 :** Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle
		-	-	Réhabilitation des Cathédrales du rail	2.8488 ha	Faible à nulle	-	➢ Réhabilitation du bâti déjà existant	-
Zone arborée composée de quelques peupliers,	Faible	-	-	Destruction ou dégradation physique des habitats	0.5865 ha	Faible à nulle	-	➢ Gestion des espèces végétales	-

dominé Ailante glanduleux				naturels ou habitats d'espèces				exotiques envahissantes	

3.1.2 Impacts résiduels et calcul du besoin en compensation



Comparaison des pertes et gains suite à la mise en œuvre de la séquence ERC – Source : CGDD, OFB, Cerema

Le dimensionnement de la compensation écologique est la démarche visant à ***définir les caractéristiques et les modalités de mise en œuvre de mesures de compensation*** des atteintes à la biodiversité. Cette compensation doit **générer des gains de biodiversité au moins égaux aux pertes de biodiversité engendrées** par le projet pour atteindre l'objectif d'équivalence écologique, lui-même composante de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité.

Perte de biodiversité : Une perte de biodiversité est une détérioration de l'état de conservation d'espèces, habitats ou de fonctions écologiques causée par l'impact d'un projet. Cet impact est alors qualifié de significatif ou notable. Un impact non significatif n'entraîne donc pas, au sens de la réglementation, de perte nette de biodiversité.

Perte nette de biodiversité : Objectif selon lequel, à l'issue de l'application de la séquence ERC, des pertes de biodiversité, c'est-à-dire des impacts remettant en cause l'état de conservation d'une espèce, d'un habitat ou d'une fonction (autrement dit, des impacts significatifs) ne doivent pas persister. Cet objectif requiert également de tendre vers un gain net de biodiversité.

Equivalence écologique : Objectif selon lequel les gains écologiques générés par les mesures de compensation doivent être écologiquement équivalents aux pertes, afin de les compenser effectivement. Cet objectif conditionne l'atteinte de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Afin de garantir puis de vérifier l'atteinte de cet objectif, les gains et les pertes de chaque élément de biodiversité affecté et compensé doivent être exprimés de manière à en permettre la comparaison et le suivi au cours du temps.

Le dimensionnement de la compensation se base sur l'approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique (document édité par le Commissariat général au développement durable en mai 2021 et rédigé par Alexia Andreadakis (CGDD), Charlotte Bigard (AgroParisTech), Naomi Delille (CGDD), Françoise Sarrazin (OFB), Thomas Schwab (Cerema)).

Différentes méthodes de calculs sont envisageables mais doivent être argumentées, mesurées et modérées (pour éviter toute sous-estimation ou surestimation) et peut être amendées.

La méthode de calcul utilisée par BIOCOR se base sur le dimensionnement de la compensation par équivalence et pondération. Cette méthode de calcul prend en compte :

- Les enjeux habitats
- Les enjeux faune/flore
- Les enjeux habitats d'espèces

  → Description des enjeux : statut patrimonial et état de conservation
- La qualification de(s) impact(s) : nature, descriptif, intensité, durée, aspect direct ou indirect
- Les éléments de minoration de l'impact
- L'études des impacts résiduels significatifs
- La faisabilité de la compensation : technique de génie écologique, fonctionnalités…etc

Métrique à compenser brute (surface) = (métrique initiale (surface) x (Coef enjeu x Coef impact))

Métrique à compenser nette = métrique à compenser brute – métrique de minoration

Le tableau synthétique ci-dessous présentent les données d'entrées utilisées dans le dimensionnement du besoin en compensation et les résultats obtenus :

Habitats	Espèces associées	Surface ou quantité affectée	Minoration de l'impact	Habitat de compensation visé	Besoin en compensation
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	Hypolaïs polyglotte Accenteur mouchet Pouillot véloce Fauvette grisette Fauvette à tête noire Rougequeue noir Mésange charbonnière	0.746 ha	Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes	Haies arbustives et bosquets	0.1737 ha soit 1 737 m^2

	Mésange bleue Mésange nonnette Rossignol philomèle Rouge-gorge familier				
Arbres isolés	Avifaune nicheuse et chauves-souris	4 arbres	-	Arbres	9 arbres
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	Lézard des murailles	0.042 ha	Dépollution du site (Pierriers constitués de déchets et gravats)	Pierriers de gabions, hibernacula et zone gravillonnée	0.013 ha soit 129 m^2
Zone de friche dominée par les ronciers	Hérisson d'Europe Mante religieuse Oedipode turquoise Gaillet de Paris Crépide fétide Molène pulvérulente Chondrille à tête de jonc Drave des murailles Faucon crécerelle	1.0773 ha	Dépollution des sols (passé historique)	Prairie mésophile diversifiée	0.372 ha soit 3 720 m^2 + 1 hibernaculum à petite faune
Surfaces imperméabilisées anthropiques pouvant être constituées ponctuellement de végétations de milieux piétinés	Faucon crécerelle	2.8488 ha	-	Surfaces imperméabilisées anthropiques (Cathédrales du rail)	4 nichoirs pour le Faucon crécerelle
Zone arborée composée de quelques peupliers, dominé Ailante glanduleux	-	0.5865 ha	Gestion de l'Ailante glanduleux	-	-
TOTAL	**-**	**5.3006 ha**	**-**	**-**	**0.558 ha soit 5 586 m^2 + 9 arbres**

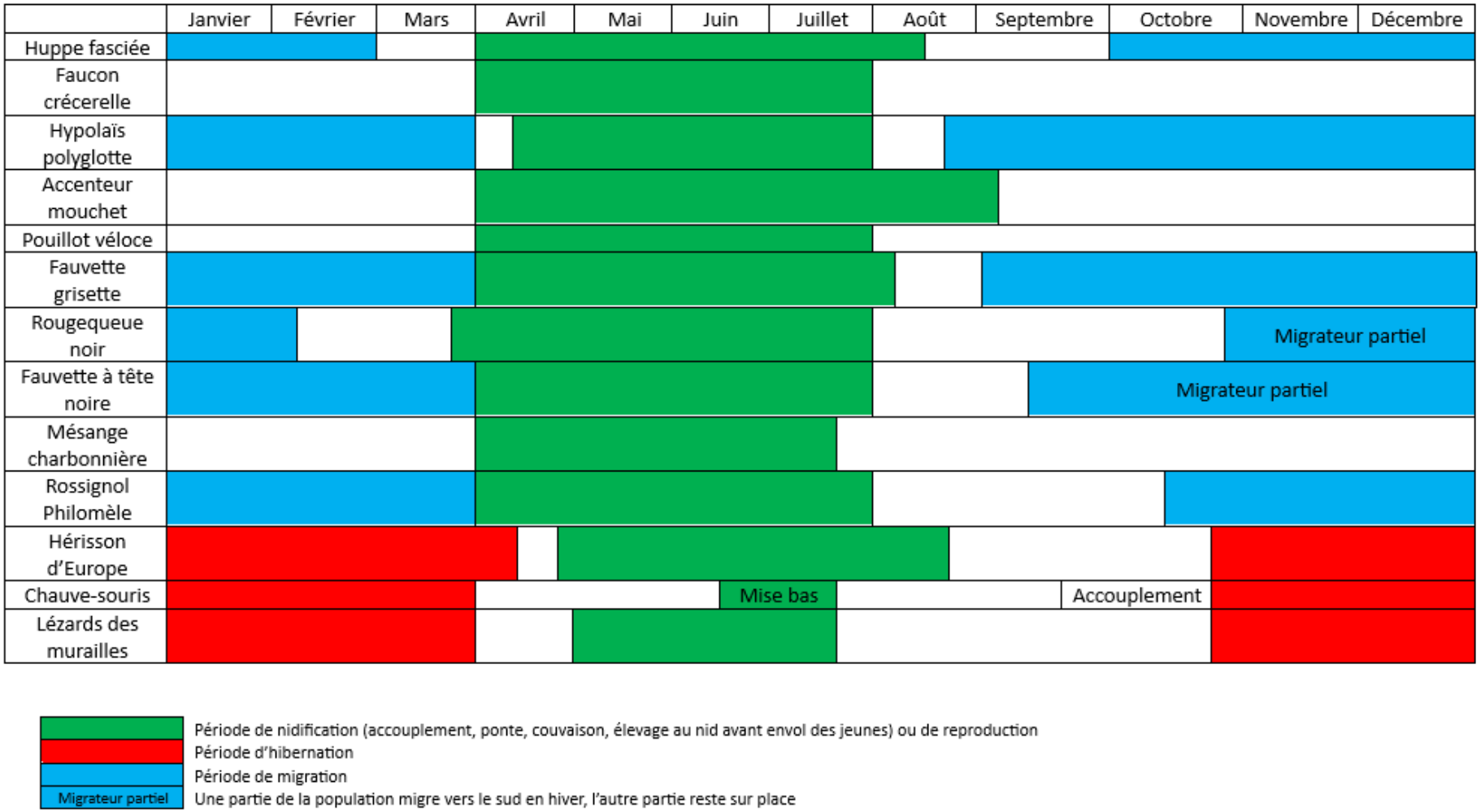
					+ 4 nichoirs à Faucon + 1 hibernaculum à petite faune

3.1.3 Mesures ERC associées au projet

Mesures	Intitulé
Mesures de réduction	
MR1	Adaptation du planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune
MR2	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
MR3	Mise en place d'un plan lumière adaptée en phase travaux
MR4	Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes
MR5	Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)
Mesures compensatoires	
MC1	Plantation de haie arbustive dense
MC2	Plantation d'arbres
MC3	Création de zones refuges / pierriers
MC4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site
MC5	Déplacement d'espèces flore
MC6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle
MC7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)

3.1.3.1 Mesures de réduction

MR1	Adaptation du planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune
Objectifs	Eviter les impacts négatifs sur les espèces sensibles présentes sur site
Communautés biologiques visées	Lézard des murailles Chiroptères Avifaune nicheuse Hérisson d'Europe
Localisation	Ensemble du site
Acteurs	MOA, MOE, Assistance environnementale, entreprises réalisant des travaux
Modalités	**Dans le cas du défrichement de la zone :** La destruction de végétation sur site doit être opéré en dehors des périodes de nidification des espèces nicheuses sur site. L'automne est la période idéale pour préparer des zones de report (plantation d'arbustes, de buissons, conservation d'une zone in situ) avant de couper la végétation sur site. Il est favorable de veiller à couper les arbustes et broyer la végétation herbacée régulièrement en automne et pendant la phase des travaux afin d'éviter qu'une espèce ne s'installe à cet endroit au printemps (période de reproduction / de nidification). **Dans le cas de l'enlèvement des pierriers formés par des gravats :** La compensation relative à la destruction des habitats des Lézards des murailles sur site doit être opéré avant toute destruction d'habitat. La réalisation de pierriers peut se faire tout au long de l'année. Toutefois, la destruction des pierriers déjà existants devra se faire en dehors des périodes sensibles de l'espèce soit au début du printemps, période de sortie d'hibernation pour l'espèce. **Dans le cas de travaux au niveau du bâti :** Dans le cas de travaux au niveau du bâti et notamment des toitures, il conviendra d'étudier des mesures de compensation envisageable pour le report de certaines espèces telles que le Faucon crécerelle. **Les mesures compensatoires devront être mises en place avant destruction des habitats existants.** En général, voici les périodes sensibles des espèces à enjeu observées sur site :

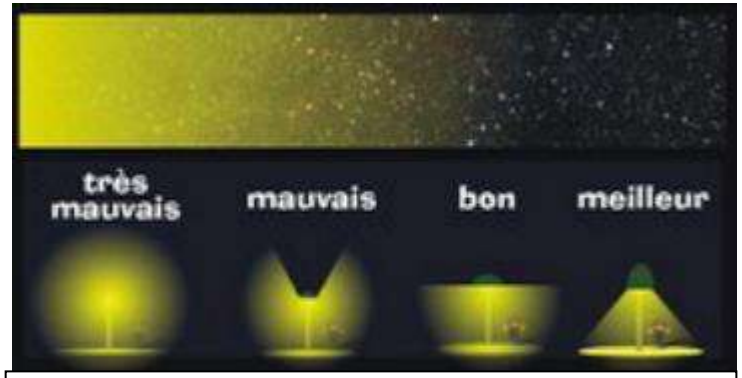


Suivi de la mesure	Vérification de l'adaptation des mesures et du planning par l'assistance environnementale

MR2	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
Objectifs	Suivre le chantier pour s'assurer que les entreprises en charge des travaux limitent au maximum leurs effets sur les milieux naturels et que les mesures proposées soient respectées et mises en œuvre.
Communautés biologiques visées	Ensemble des habitats naturels, ensemble de la faune et de la flore
Localisation	Ensemble du site
Acteurs	Ecologue en charge de l'assistance environnementale
Modalités	L'ingénieur écologue en charge de l'assistance environnemental et du suivi écologique du site interviendra en amont et pendant la phase des travaux : ➢ Suivi faune-flore en amont des travaux pour mettre à jour l'état de référence et la localisation des enjeux ➢ Sensibilisation des entreprises et préconisations écologiques ➢ Conseil pour le phasage des travaux en fonction des contraintes écologiques ➢ Suivi faune-flore en phase travaux / visites de site. ➢ Abattage des arbres de manières protocolée avec suivi par un écologue Ce suivi permet d'identifier la présence d'espèces protégées (Lézard, mammifères présents sur site de manière ponctuelle, nidification d'oiseaux, gîtes à chiroptères…etc), de valider le respect de la bonne mise en place des mesures ERC, et d'accompagner le bon déroulement du projet. En fonction des difficultés rencontrées sur le terrain, l'ingénieur écologue pourra proposer de nouvelles préconisations.
Suivi de la mesure	Comptes-rendus rédigés à la suite de chaque visite de l'écologue sur site

<table>
<tr><th>MR3</th><th>Mise en place d’un plan lumière adaptée</th></tr>
<tr><td>Objectifs</td><td>Limiter le dérangement visuel de la faune tout en respectant les modalités d’éclairage en phase travaux et conception</td></tr>
<tr><td>Communautés biologiques visées</td><td>Avifaune, chiroptères, insectes nocturnes</td></tr>
<tr><td>Localisation</td><td>Ensemble du site</td></tr>
<tr><td>Acteurs</td><td>Maitrise d’ouvrage, entreprises en charge de la conception et des travaux</td></tr>
<tr><td>Modalités</td><td>L’objectif de cette mesure est de réduire les effets de la pollution lumineuse sur la faune de l’aire d’étude.
Ce plan lumière, des éclairages extérieurs, consiste à :
➢ Instaurer des systèmes permettant de limiter la durée de l’éclairage
➢ Instaurer des systèmes impactant peu la faune nocturne

Pour se faire, les éclairages extérieurs peuvent être sélectionnés en fonction :
➢ Des lampes :
Il est préférable d’utiliser des ampoules à vapeur de sodium (lumière jaune-orange) à basse pression ou autre système beaucoup moins attractifs pour les insectes. Utiliser des lampes dont la longueur d’onde est inférieure à 600 nm (nanomètre) (l’ultra-violet attire les insectes et les piègent). Pour moins impacter le vivant la température issue de la lumière doit être inférieure à 3 000 K (kelvin).
➢ De l’orientation :
Nous préconisons d’éclairer que là où c’est nécessaire, par mesures de sécurité. Pour cela, le faisceau lumineux peut être canalisé par un abat-jour ou des boitiers munis de réflecteurs. Ainsi la lumière est orientée vers le bas. Plus elle est focalisée sur sa cible, moins elle affecte les espèces présentes.
➢ Du phasage temporel de l’éclairage
Eviter l’éclairage nocturne entre 23h et 5h, et l’éclairage des zones non essentielles. Des détecteurs de présence peuvent être installer afin d’éviter de laisse l’éclairage allumé toute la nuit. L’intensité lumineuse sera également adaptée aux usagers.

Pour les éclairages intérieurs, il conviendra de veiller à leur extinction en dehors des horaires de travaux.
 

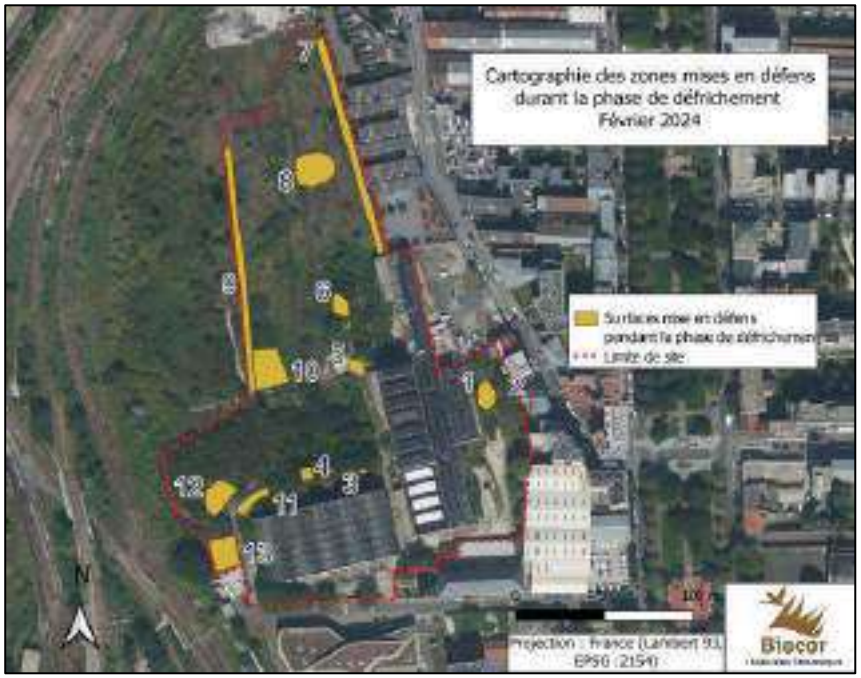
Orientation de l’éclairage – Source : Préfecture de l’EURE</td></tr>
<tr><td>Suivi de la mesure</td><td>Choix des éclairages</td></tr>
</table>

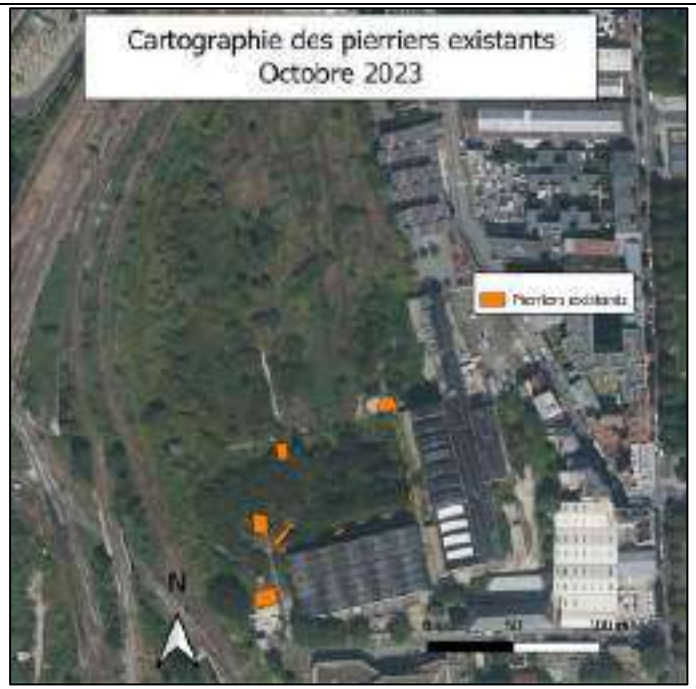
MR4	Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes
Objectifs	Eviter l'expansion des espèces végétales exotiques envahissantes en phase travaux et leur propagation en phase conception / exploitation
Communautés biologiques visées	Espèces végétales exotiques envahissantes
Localisation	Ensemble du site
Acteurs	Maître d'ouvrage, entreprises de travaux et travaillant à la conception du projet et assistance environnementale
Modalités	Six espèces exotiques envahissantes sont présentes sur site : • Le Buddléia de David (Buddleja davidii) • L'ailante glanduleux (Ailanthus altissima) • Le Conyze du Canada (Erigeron canadensis) • Le Cerisier acide (Prunus cerasus) • Le Séneçon sud-africain (Senecio inaequidens) • Le Faux Houx (Berberis aquifolium) Deux d'entre-elles sont présentes et réparties de manière diffuse sur l'ensemble de l'aire d'étude : Le Buddléia de david et l'Ailante glanduleux. Concernant la gestion de ces espèces : • L'arrachage manuel des jeunes pousses ou arbustes est considéré comme la méthode la plus efficace pour gérer le buddléia. L'utilisation d'un treuil ou la réalisation d'un tronçonnage suivi d'un dessouchage permet de compléter la méthode manuelle sur des sujets dont le tronc et le système racinaire sont plus développés. • L'Ailante réagit très fortement à toute coupe ou blessure par multiplication végétative et notamment par drageonnement. Les rejets de souche sont très nombreux et les coupes doivent être répétées plusieurs années afin d'épuiser les réserves de la plante, ce qui implique une gestion rigoureuse menée pendant plusieurs années si l'on souhaite avoir des résultats efficaces et durables. L'arrachage manuel et mécanique est la technique la plus employée actuellement. Les coupes répétées et le fauchage peuvent être employés sur les jeunes plants et les pieds adultes, avant la période de fructification (fin du printemps et début d'été (juin). L'arrachage de souche d'individus « adultes » nécessite des moyens mécaniques et doit être suivi d'arrachage des repousses les années suivantes • Pour le Conyze du Canada : La fauche combinée à de l'arrachage sont les deux méthodes de gestion les plus pratiquées. Elles doivent être répétées très régulièrement et pendant plusieurs années. La fauche doit être réalisée avant la floraison. • Pour le Faux Houx : L'espèce développe un système racinaire très ramifié qui peut être difficile à déraciner manuellement. Mais l'arrachage manuel peut être utilisé et reste une méthode efficace.

	• Pour le Séneçon sud-africain : L'arrachage et la fauche sont les interventions de gestion les plus fréquemment appliquées. L'arrachage peut être réalisé lorsque la colonisation débute, lorsque seuls quelques pieds sont présents ou lorsque que la zone est peu praticable pour des engins mécaniques. Elle doit être réalisée avant la fructification (avant fin-juin). Les plants arrachés doivent être stockés dans des sacs (les fleurs en bouton d'un plant arraché peuvent fructifier en 2 ou 3 jours). Sur sol humide, on constate que les tiges couchées au sol peuvent émettre des racines et bouturer. Après l'arrachage, les graines des années précédentes peuvent germer. Il convient donc de répéter l'arrachage chaque année, pendant plusieurs années et chaque fois que de nouveaux pieds apparaissent. Il est également possible de réaliser, après l'arrachage, un ensemencement avec des espèces végétales à fort pouvoir couvrant. La fauche ne tue pas la plante, mais limite son expansion en l'empêchant de produire des graines. Arrachage manuel des jeunes pousses ainsi que le tronçonnage et le dessouchage des individus adultes avant la période de fructification / floraison soit à la fin du printemps, début de l'été. Arrachage et fauche de manière régulière pour éviter les reprises. Ailante glanduleux et Buddléia de David dominant les végétations du site des Cathédrales du rail à Saint-Denis - ©BIOCOR
Suivi de la mesure	Suivi de l'évolution des populations d'espèces végétales exotiques envahissantes par un écologue

<table>
<tr><th>MR5</th><th>Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)</th></tr>
<tr><td>Objectifs</td><td>Préserver la Drave des murailles, espèce protégée en Ile-de-France</td></tr>
<tr><td>Communautés biologiques visées</td><td>Flore, particulièrement la Drave des murailles</td></tr>
<tr><td>Localisation</td><td>Emplacement de la Drave des murailles</td></tr>
<tr><td>Acteurs</td><td>Maître d'ouvrage, entreprises de travaux</td></tr>
<tr><td>Modalités</td><td>
<u>Drave des murailles :</u>
La Drave des murailles est une plante annuelle située à l'emplacement GPS : (48.911 ; 2.355). Sur cet emplacement, quinze pieds ont été identifiés.
Afin de conserver cette espèce, la sanctuarisation de la zone peut être opéré jusqu'à déplacement protocolé de l'espèce (voir MC5).
30 m2 seront baliser autour des pieds de cette espèce afin de garantir sa préservation et un panneau de sensibilisation sera placée afin d'avertir l'ensemble des entreprises et compagnons présents sur site de l'enjeu de cette zone. Aucune intervention n'aura lieu dans cette zone durant toute la durée des travaux.

<u>Avifaune :</u>
Un défrichement partiel peut être opéré sur site en garantissant le maintien de zones de report, zones conservées et balisées permettant de ne pas déstabiliser le cycle biologique des espèces. Aucune intervention n'aura lieu au sein de ces zones conservées et protégées durant toute la durée des travaux.
Il conviendra de veiller à couper les végétations non conservées sur site (fauche, broyage, gestion des espèces végétales exotiques envahissantes) régulièrement en automne et pendant la phase chantier afin d'éviter qu'une espèce ne s'installe à cet endroit au printemps (période de reproduction / de nidification).
Ces zones pourront être défrichées et les espèces végétales exotiques envahissantes traitées après la plantation de nouvelles haies et bosquets permettant un report définitif des espèces aux endroits ciblés (Mesures compensatoires).
</td></tr>
</table>





Reptiles :

Actuellement, les principaux pierriers existants (formés de blocs de béton, gravats, bois et déchets) sur le site représentent une surface de 400 m2.
Dans un premier temps, les pierriers existants seront maintenus, balisés et protégés dans le cadre du défrichement et des sondages pour l'étude de dépollution des sols (début 2024) jusqu'à compensation. Puis ils seront détruits et enlevés progressivement, après la création de nouveaux pierriers / zones refuges in situ (MC3 – Création de nouveaux pierriers). Afin de respecter au mieux les périodes sensibles du Lézard des murailles, la création de pierriers et l'enlèvement des pierriers existants doit se faire en dehors des périodes de reproduction et d'hibernation.

Suivi de la mesure	Balisage et suivi de la zone

3.1.3.2 Mesures de compensation

Les mesures compensatoires sont réalisées in situ : deux zones sont prévues au sein du projet de conception comme zone réserve de biodiversité.

- Une zone en périphérie ouest du site : zone de lisière de biodiversité qui sera exclusivement dédiée à la biodiversité, aucun accès piéton ne sera possible.
- Une zone de réserve au sein du parc accessible aux piétons.

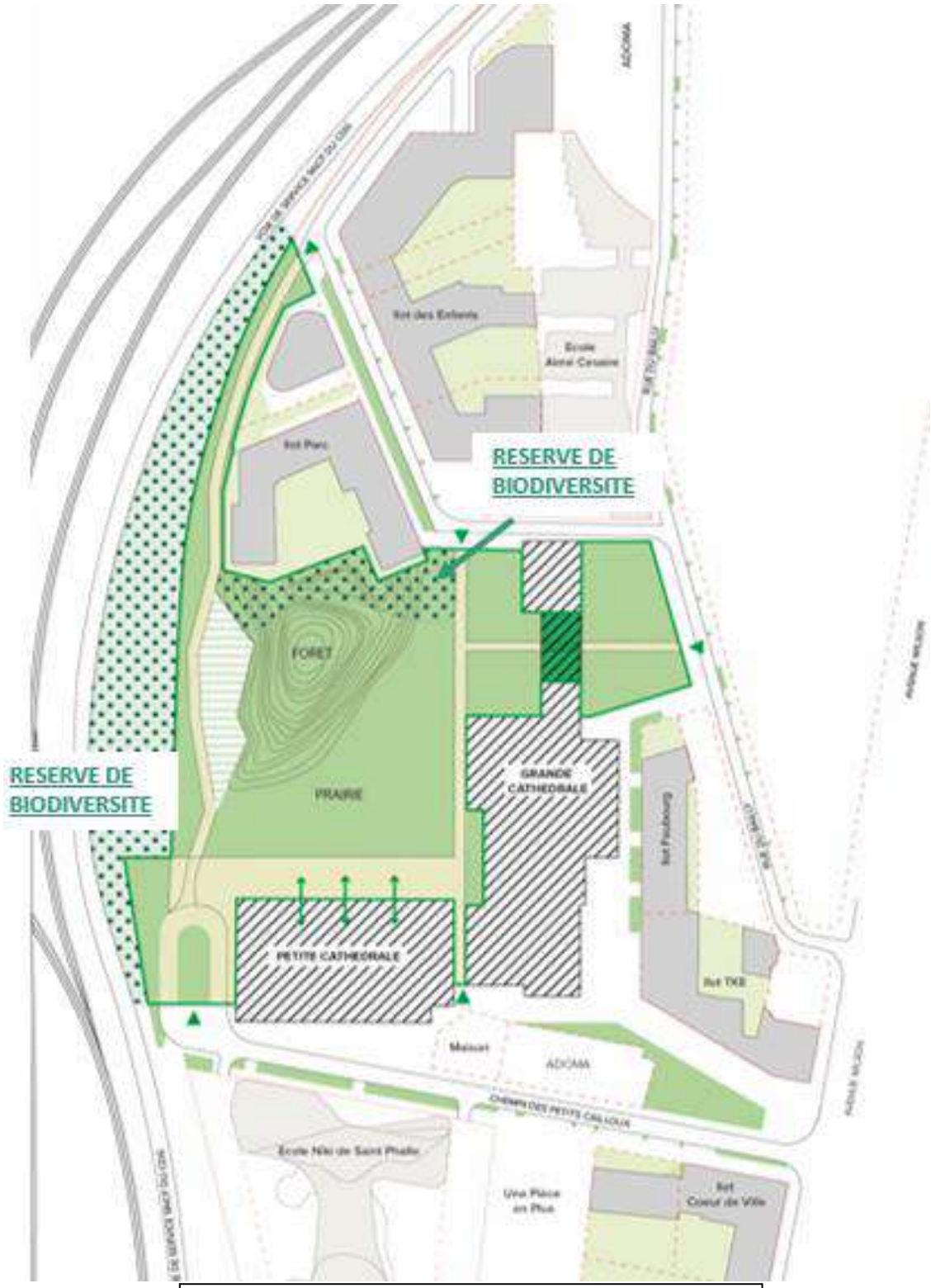
La compensation in situ permet :

- Une proximité fonctionnelle : Les mesures de compensation sont mises en œuvre en priorité au plus près du site et des zones affectées.
- Une gestion de temporalité plus efficiente : Le décalage temporel entre l'impact effectif et la mise en œuvre des mesures compensatoires est minimal. Un phasage des travaux permettra de mettre en œuvre certaines mesures compensatoires avant l'impact sur les habitats actuels, ce qui permettra un report plus progressif des espèces présentes et limiter le dérangement et/ou la destruction d'espèces.

Voici les mesures compensatoires mises en œuvre :

Mesures compensatoires	
MC1	Plantation de haie arbustive et bosquets
MC2	Plantation d'arbres
MC3	Création de zones refuges / pierriers
MC4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site
MC5	Déplacement d'espèces flore
MC6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle
MC7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)

Compensations prévues au sein de la lisière de biodiversité – BIOCOR



Zones de réserve de biodiversité prévues au sein du projet – Plan projet d'aménagement

Habitats actuels	Surface ou quantité affectée	Besoin en compensation	Réservoir de biodiversité		Cathédrales ou autour du site	Gain / Perte ou équivalence écologique
			Prévu au sein de la lisière de biodiversité	Prévu au sein de la forêt		
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	0.746 ha	0.173 ha Soit 1 737 m2	0.134 ha Soit 1 347 m^2	0.039 ha Soit 390 m2	-	Equivalence métrique
Arbres isolés	4 arbres	9 arbres	(Difficultés SNCF)	9 arbres = 135 m^2	-	Equivalence métrique
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	0.042 ha	0.012 ha Soit 129 m2	0.02 ha Soit 79 m^2 de pierriers gabions + 200 m^2 de zones gravillonnées + 12 m^2 hibernacula (+ 3 m^3 déplacement Drave des murailles)	-	-	Equivalence métrique + 162 m^2
Zone de friche dominée par les ronciers	1.0773 ha	0.372 ha Soit 3 720 m2 Dont 1 hibernaculum petits mammifères	0.337 ha Soit 3 375 m^2 (dont 200m^2 de prairie steppique) + 1 hibernaculum petits mammifères 6 m^2	345 m^2	-	Equivalence métrique
Surfaces imperméabilisées anthropiques	2.8488 ha	4 nichoirs pour le Faucon crécerelle	1 nichoir à Faucon crécerelle	-	1 nichoir sur les toits des Cathédrales + 2 nichoirs dans un rayon de 5 km	Equivalence métrique
Zone arborée dominé par de l'Ailante glanduleux	0.5865 ha	-	-	-	-	-
TOTAL	**5.3006 ha**	**0.558 ha = 5 586 m^2 + 9 arbres + 4 nichoirs à Faucon + 1 hibernaculum mammifères**	**0.5 ha = 5 013 m^2**	**0.08 ha = 870 m^2**	-	**5748 m^2 (arbres et hibernacula compris) + 162 m^2 + Gain de fonctionnalité par amélioration du faciès écologique de la zone**

MC1	Plantation de haie arbustive et bosquets
Objectifs	**Recréation d'habitats naturels**
Communautés biologiques visées	Avifaune du site / petite faune / reptiles / insectes
Localisation	Compensation habitats in situ
Acteurs	La maitrise d'ouvrage, les entreprises de travaux
Modalités	Afin de recréer un habitat favorable aux populations d'oiseaux mais également aux mammifères, reptiles et insectes présents sur site, la compensation prévoit la plantation de haie arbustive et bosquets (**1 737 m²**) avant les travaux de défrichement des zones mises en défens jusqu'ici pour maintenir des zones de reports à ces espèces. Les haies champêtres présentent de très nombreux avantages : elles sont adaptées aux conditions climatiques locales, protègent du vent, piègent les nitrates et limitent le ruissellement. Elles sont utilisées par la faune comme abri, source de nourriture, lieu de reproduction ou encore comme poste d'affût par les rapaces. Les épineux (Prunellier, Aubépine, etc.) offrent une protection efficace aux oiseaux nicheurs. D'autres espèces (Ronce, Sureau, Fusain, …) ont des tiges remplies de moelle, que les abeilles solitaires creuseront pour y élire domicile et déposer leurs larves. Les bosquets constituent un élément structurant du paysage de nos villes et villages. Il constitue une zone refuge dans lesquelles les petits mammifères et les oiseaux pourront se réfugier. Avec le temps d'autres espèces pourront s'installer (plantes de sous-bois, lianes, mousses, champignons, fougères…), augmentant la diversité floristique et les capacités d'accueil de la faune. Les 1 737 m^2 de haies et bosquets seront répartis sur deux zones prévues in situ. Nous préconisons la plantation d'espèces locales, ayant un label végétal local ou équivalent. Des jeunes plants seront plantés, il est prévu 2 unités par m^2. Voici un tableau synthétique d'espèces pouvant être plantées au sein des haies et bosquets (légende en annexe – Source ARB IdF) :

NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	HAUTEUR	TYPE VÉGÉTATIF	FLORAISON	COULEUR FLEURS	OFFRE EN NECTAR ET/OU POLLEN	MODE DE POLLINISATION	MODE DE DISPERSION DES SEMENCES	HUMIDITÉ DU SOL	LUMIÈRE	NITRO-PHILIE	PH
Acer campestre	**Érable champêtre**	10 m		mai-juin								
Carpinus betulus	**Charme**	15-25 m		avril-mai	–							
Clinopodium vulgare	**Sariette commune**	30-70 cm		juillet-septembre								
Cornus mas	**Cornouiller mâle**	2-5 m		février-avril								
Cornus sanguinea ssp sanguinea[1]	**Cornouiller sanguin**	1-3 m		mai-juin								
Corylus avellana	**Noisetier**	2-5 m		janvier-mars	–							
Crataegus laevigata	**Aubépine épineuse**	2-4 m		avril-mai								
Crataegus monogyna	**Aubépine monogyne**	2-4 m		mai-juin								
Cytisus scoparius	**Genet à balais**	1-3 m		mai-juin								
Digitalis purpurea	**Digitale pourpre**	50-100 cm		mai-septembre								
Dioscorea communis	**Sceau de Notre Dame**	1-3 m		mars-juillet		–						
Euonymus europaeus	**Fusain d'Europe**	3-8 m		avril-mai		–						
Fragaria vesca	**Fraisier**	5-30 cm		Mai-Juin								
Frangula alnus	**Bourgène**	1-5 m		Mai-Juin				–				
Genista tinctoria	**Genêt des teinturiers**	30-100 cm		mai-août								
Glechoma hederacea	**Lierre terrestre**	5-25 cm		mars-mai								
Humulus lupulus	**Houblon**	2-5 m		Juin-Septembre								

NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	HAUTEUR	TYPE VÉGÉTATIF	FLORAISON	COULEUR FLEURS	OFFRE EN NECTAR ET/OU POLLEN	MODE DE POLLINISATION	MODE DE DISPERSION DES SEMENCES	HUMIDITÉ DU SOL	LUMIÈRE	NITRO-PHILIE	PH
Hypericum hirsutum	**Millepertuis velu**	40-100 cm		juin-septembre								
Ilex aquifolium	**Houx**	2-10 m		Mai-Juin								
Juniperus communis	**Genévrier commun**	4-10 m		Avril-Mai	–	–						
Ligustrum vulgare	**Troène commun**	1-3 m		mai-juillet								
Lonicera periclymenum	**Chevrefeuille des bois**	1-3 m		juin-septembre								
Prunus mahaleb	**Cerisier de Ste Lucie**	1-4 m		avril-mai								
Prunus spinosa	**Prunellier**	1-4 m		avril-mai								
Pyrus communis[1]	**Aigrin**	7-15 m		avril-mai								
Rhamnus cathartica	**Nerprun purgatif**	2-4 m		mai-juin								
Rosa arvensis	**Rosier rampant**	5 m		mai-juillet								
Rosa canina	**Eglantier**	1-3 m		mai-juillet								
Rubus caesius	**Ronce bleuatre**	50-100 cm		juin-juillet								
Rubus fruticosus	**Ronce des bois**	1-7 m		mai-août								
Rubus idaeus[1]	**Framboisier**	1,5-2 m		mai-juillet								
Salix atrocinerea	**Saule à feuilles d'Olivier**	12 m		janvier-mars	–	–						
Salix caprea	**Saule marsault**	3-10 m		mars-avril	–							
Salix cinerea	**Saule cendré**	2-6 m		mars-avril	–							

NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	HAUTEUR	TYPE VÉGÉTATIF	FLORAISON	COULEUR FLEURS	OFFRE EN NECTAR ET/OU POLLEN	MODE DE POLLINISATION	MODE DE DISPERSION DES SEMENCES	HUMIDITÉ DU SOL	LUMIÈRE	NITRO-PHILIE	PH
Sambucus nigra	**Sureau noir**	2-6 m		juin-juillet								
Solanum dulcamara	**Douce amère**	1-2 m		juin-septembre								
Torilis japonica	**Torilis faux-cerfeuil**	50-100 cm		mai-août								
Ulmus minor[1]	**Petit orme**	30-35 m		mars-avril	–							
Viburnum lantana	**Viorne lantane**	1-2 m		avril-mai		–						
Viburnum opulus	**Viorne obier**	2-4 m		mai-juin						–		
Vicia sepium	**Vesce des haies**	30-80 cm		mai-septembre								

Suivi de la mesure	Suivi de plantation

MC2	Plantation d'arbres
Objectifs	**Recréation d'habitats naturels**
Communautés biologiques visées	Avifaune du site / petite faune / insectes / chiroptères
Localisation	Compensation habitats in situ
Acteurs	La maitrise d'ouvrage, les entreprises de travaux
Modalités	La compensation prévoit la plantation de 9 arbres. Ces derniers pourront alors créer un point d'accroche dans le paysage, permettre une meilleure intégration du bâti ou offrir une fraîcheur parfois salvatrice. L'arbre offre un site de nidification à de nombreuses espèces d'oiseaux. En ville, la faune et la flore herbacée apprécient tout particulièrement les alignements d'arbres qui servent de zones d'étape, pour faire des escales entre deux parcs urbains. Dans le cas d'un alignement, il est recommandé de diversifier les essences plantées afin d'éviter par exemple la propagation de maladies et d'offrir des habitats ou des ressources variés aux animaux. La distance de plantation est de 5 à 7 m pour les demi-tiges et de 10 m et plus pour les hautes tiges. Pour les petits espaces, les basses-tiges peuvent être palissés le long d'un mur ou d'une clôture. Sous les arbres, la gestion en prairie de fauche est la plus adaptée. Celle-ci va non seulement accentuer le caractère bucolique de l'espace aménagé, mais aussi abriter toute la faune. Voici une liste non exhaustive des essences d'arbres pouvant être plantées (légende en annexe – Source ARB IdF) :

NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	HAUTEUR	TYPE VÉGÉTATIF	FLORAISON	COULEUR FLEURS	OFFRE EN NECTAR ET/OU POLLEN	MODE DE POLLINISATION	MODE DE DISPERSION DES SEMENCES	HUMIDITÉ DU SOL	LUMIÈRE	NITRO-PHILIE	PH
Betula pubescens	Bouleau blanc	10-15 m		Avril-Mai	–							→
Fagus sylvatica	Hêtre	25-35 m		Avril-Mai								→
Fraxinus excelsior	Frêne commun	40 m		Avril-Mai		–						↗
Prunus avium	Merisier	15-25 m		Avril-Mai								↗
Quercus robur	Chêne pédonculé	25-35 m		Mai	–							→

Suivi de la mesure	Suivi de plantation

<table>
<tr><th>MC3</th><th>Création de zones refuges / pierriers</th></tr>
<tr><td>Objectifs</td><td>Recréation d’habitats et maintien des populations de Lézards in situ</td></tr>
<tr><td>Communautés biologiques visées</td><td>Lézard des murailles</td></tr>
<tr><td>Localisation</td><td>Compensation habitats in situ</td></tr>
<tr><td>Acteurs</td><td>La maitrise d’ouvrage, les entreprises de travaux</td></tr>
<tr><td>Modalités</td><td>
La compensation prévue pour les habitats reptiles s’élève à 129 m^2. Elle sera déclinée en 3 méthodologies :

➢ Pierriers gabions
Une solution de création de pierrier à moindre entretien à l’aide de gabion semble idéale. Les gabions sont remplis de pierres de taille différentes permettant de laisser des interstices entre chaque pierre placée. Les lézards peuvent ainsi parcourir les innombrables galeries formées par les pierres au sein du gabion. Ceci forme un habitat, dans lequel ils peuvent se reproduire et hiberner. La mise en place de pierres plates exposés au soleil leur permet également de se mettre directement sous la chaleur du soleil pour réchauffer leur corps.

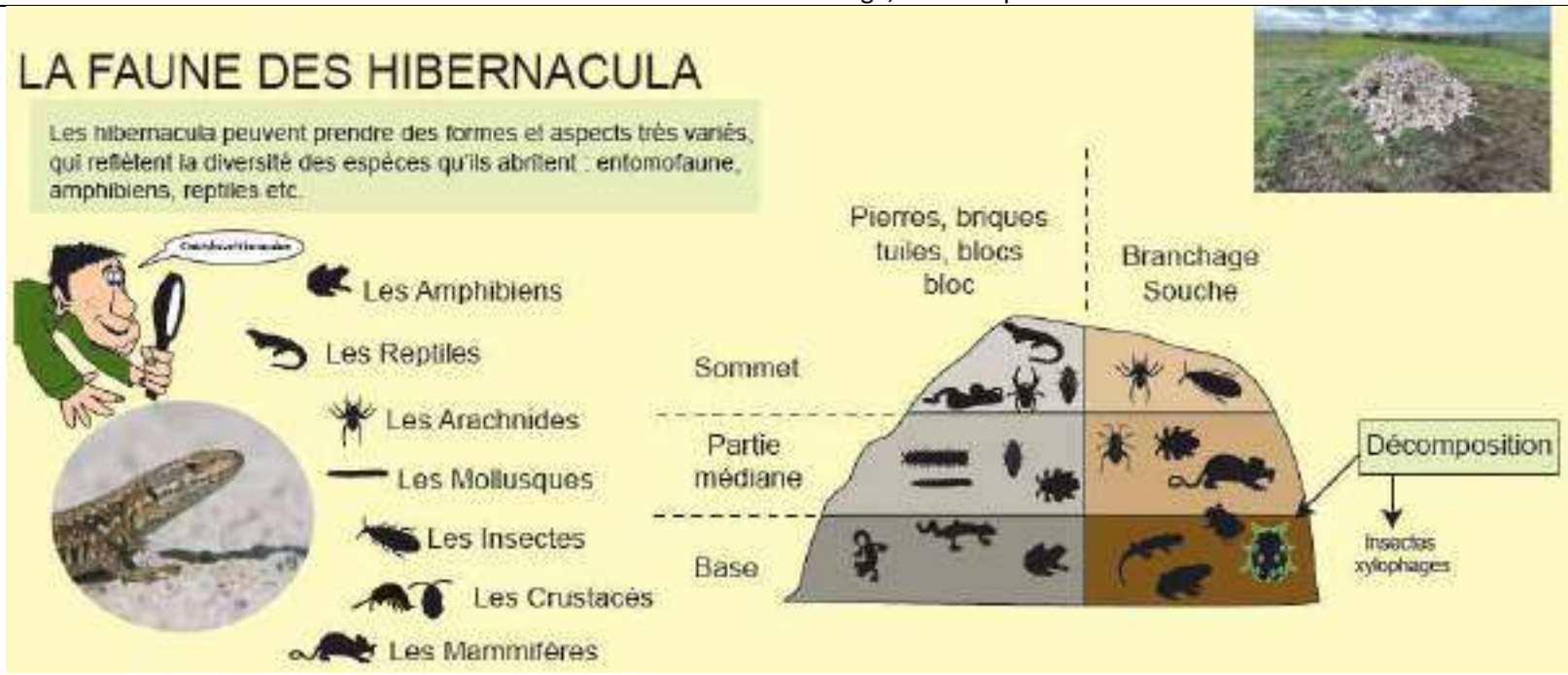
Les gabions représenteront une surface de 79 m^2 de pierriers.

Montage d’un gabion – Source : Gabioncenter

Mise en place de gabions – Source : AK-TEAM

➢ Hibernaculum
L’hibernaculum est un refuge artificiel utilisé durant l’hivernage ou comme abri régulier le reste de l’année. C’est un endroit idéal à l’abri du gel pour passer l’hiver, une zone de thermorégulation pour les reptiles mais également une ressource en nourriture. Le principe de montage est la superposition de différentes couches de matériaux de nature et de tailles différentes. Dans le centre de l’hibernaculum, des cavités sont créées, ce qui constitue un refuge, ces gîtes sont accessibles grâce à des tunnels. Le cœur de l’hibernaculum doit rester, le plus possible, au sec. Les hibernaculum prévu pour les reptiles seront constitués de branchages, pierres, blocs et cailloux. Ils seront situés au sein de la prairie à proximité de haie et zones gravillonnées. Lors des passages d’entretien il est important de prendre en compte la potentielle présence d’oeufs (généralement de mai à juillet) et d’individus hibernants (octobre- mars).
L’hibernaculum ne demande pas d’entretien particulier, il faut simplement éviter qu’il ne se referme intégralement par la végétation, surtout ligneuse qui par le système racinaire endommagerait l’aménagement. En revanche, il est possible de laisser la végétation semi-ligneuse se développer aux abords, de préférence
</td></tr>
</table>

	au nord de l'hibernaculum. Les points d'ombre sont également importants pour les reptiles afin de réguler leur température lors de fortes chaleurs. Cela favorise également la présence d'arthropodes pouvant être de potentielles proies pour l'herpétofaune. Deux hibernacula d'une surface de 6 m^2 seront créés. Mise en place d'un hibernaculum – Source : AK-TEAM et photographies par M.Pajard ➢ Zones gravillonnées Les zones gravillonnées permettront aux reptiles de pourvoir de zone de repos sur des surfaces ensoleillées aux abords des gabions et à proximité des haies pour maintenir des abris à proximité. Une surface de 200 m^2 sera créée.
Suivi de la mesure	Suivi par un écologue

MC4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site
Objectifs	**Recréation d'habitats**
Communautés biologiques visées	Hérisson d'Europe et petits mammifères
Localisation	Compensation habitats in situ
Acteurs	La maitrise d'ouvrage, les entreprises de travaux
Modalités	 L'hibernaculum mis en place dans la Lisière de biodiversité et ciblant les mammifères sera réalisé à partir de bois, branchages et souches et sera située au sein de la prairie mésophile à proximité de haies et bosquets. Un hibernaculum de 6m^2 sera créée et mis en place à proximité de haies et bosquets.
Suivi de la mesure	Suivi par un écologue

MC5	Déplacement d'espèces flore
Objectifs	**Protocole de déplacement d'espèces**
Communautés biologiques visées	Drave des murailles
Localisation	Compensation in situ
Acteurs	La maitrise d'ouvrage, les entreprises de travaux
Modalités	Une surface de sol (banque de graine) de 3m^3 (15m^2 sur 20 cm de profondeur) sera déplacée au sein de la lisière de biodiversité (zone de compensation). Voici un protocole de déplacement d'espèce proposé : 1. Phase préalable : une mise à jour de la cartographie de la station et des pieds concernés par la mesure d'opération de transplantation. La station et les pieds sont été balisés. Cette expertise permet d'étudier et retenir le site receveur et de finaliser les modalités techniques de l'opération (accès, engins à utiliser, phasage …). La transplantation se déroulera en période favorable, en dehors des périodes de gel. Idéalement, l'intervention se fera après un épisode pluvieux pour travailler dans des sols meubles et non friables. (A défaut, un arrosage avant pourra être fait sur sol trop sec). 2. Préparation du site receveur : en amont de la phase de prélèvement le site receveur sera préparé de façon à permettre une transplantation de la terre (banque de graine) immédiate. Une première phase de débroussaillage léger sera menée, le cas échéant, pour permettre la création de la fosse de transplantation. Ce site receveur sera retenu afin de favoriser des caractéristiques similaires au site prélevé (pente, exposition, couvert végétal, nature du sol), de sa proximité avec la station et de sa sécurisation foncière. 3. Transplantation : - Dégagement manuel de la zone sur une surface 15m^2 - Prélèvement par couche de la terre à l'aide d'un minipelle afin de capter la banque de graines, sur une profondeur de 0,20 m. La plante appréciant des sols légers et bien drainés, l'opération sera menée au godet sur mini-pelle. - Disposition de la terre prélevée dans un mini dumper préalablement nappé de toile de jute mouillée afin de conserver une humidité durant le transport (Moins de 20min). - Ajustement de la taille de la fosse réceptrice du site receveur préalablement réalisées - Disposition de la terre prélevée dans le bac receveur à l'aide d'un godet de minipelle. - Griffage surfacique léger - Arrosage conséquent 50 à 60L/M^2 afin de bien de tasser la terre et assurer le contact. Afin d'exclure le risque de gel, la pose se fera aux heures les plus chaudes de la journée (entre 13h et 15h). - Localisation GPS et piquetage de la zone de transplantation transplantées pour faciliter les suivis - Arrosage lors du premier printemps suivant l'opération (en cas de nécessité, après analyse écologue)

	A la suite de la réalisation de la transplantation, sera rédigé par l'écologue un bilan de l'opération. Ce bilan compilera l'ensemble des éléments utiles à la bonne compréhension du déroulement et des caractéristiques de la transplantation. Le site de transplantation fera l'objet d'un suivi de la part d'un expert botaniste pendant une durée de 2 ans. Une visite sera réalisée annuellement, à n+1 et n+2. Chaque visite fera l'objet d'un compte rendu présentant notamment l'évolution de l'espèce (nombre de plants, colonisation du site par l'espèce, croissance et état des parties aériennes …) et sa pérennité (évaluation de la présence de flore envahissante, analyse des facteurs de maintien des stations de flore transplantée…). A l'issue de la 2e année de suivi un bilan final de la transplantation se rédigé. La gestion sur ce site sera concertée avec l'exploitant afin de garantir le maintien de la station dans des conditions optimales de développement. Ainsi une absence d'intervention sera réalisée sur une zone de 15m^2 Les suivis écologiques menés dans les années à venir viendront affiner la gestion, par extension de la zone en libre évolution ou par demande de gestion de la végétation se développant trop rapidement par exemple. Protocole de déplacement d'espèce flore – Source : AK-TEAM / BIOCOR
Suivi de la mesure	Suivi par un écologue

MC6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle
Objectifs	**Maintenir la nidification du Faucon crécerelle in situ**
Communautés biologiques visées	Faucon crécerelle
Localisation	Compensation habitats in situ
Acteurs	La maitrise d'ouvrage, les entreprises de travaux
Modalités	*Nichoir à Faucon crécerelle (Source : LPO et BIOCOR)* La période de nidification du Faucon crécerelle s'effectue de mi-avril à fin juillet. Le Faucon crécerelle est une espèce protégée, quasi-menacée en Ile-de-France et niche sur les toits des Cathédrales. La compensation prévoit l'installation de nichoirs : ➢ 1 nichoir sur mât de 6 m de haut mis en place au sein de la Lisière de biodiversité ➢ 1 nichoir mis en place sur les toits des Cathédrales après travaux ➢ 2 nichoirs sur les toits d'immeubles suffisamment haut à proximité, dans un rayon maximum de 5 km autour du site Voici les caractéristiques d'installation de ces nichoirs : - Exposé Sud-Est pour protéger les occupants du vent et des intempéries - Dans un rayon maximum de 5 km autour du site - A une hauteur minimale de 6m du sol (en milieu ouvert) sinon proposant un à-pic suffisant permettant de faciliter l'envol des jeunes - Installation en automne-hiver avant la période de nidification
Suivi de la mesure	Suivi des mises en place par un écologue + rédaction d'un compte-rendu - Assistance environnementale

MC7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)
Objectifs	**Recréation d'habitats naturels**
Communautés biologiques visées	Avifaune, entomofaune, mammifères
Localisation	Compensation habitats in situ
Acteurs	La maitrise d'ouvrage, les entreprises de travaux
Modalités	La compensation prévoit 3 720 m^2 de prairie à compenser dont 200 m^2 de prairie xérophile prévu pour l'Œdipode turquoise. Deux typologies de semis pourront donc être mis en place : • Un semi de prairie mésophile caractérisé par des espèces à installation rapide qui concurrenceront les potentielles espèces végétales exotiques envahissantes et adventices non souhaitées grâce à leur densité importante et leur résistance aux conditions climatiques sur site.

Mélange grainier proposé, en adéquation avec ces deux objectifs recherchés :

Couverture herbacée à installation rapide, étouffement des plantules d'adventices.

Nous proposons ceci :

Mettre en œuvre d'espèces herbacées à germination rapide (quelques jours pour certaines) et à développement rapide en fin de printemps. Espèces de type "fourrager". Vivaces (sauf anthyllide)

Dose de semis vivement conseillée : 12 gr/m² soit environ 5900 graines/m² toutes espèces confondues

Tableau ci-dessous: "+" à "+++" est une estimation croissante d'un facteur de choix des espèces.

Ce n'est pas une garantie. Les variétés pour chaque espèces pouvant exprimer une variabilité certaine.

ESPECE	nom latin	%	Vitesse d'installation	"Résistance au sec"
Graminées 90%				
Agrostis tenue	*Agrostis tenuis*	1,00	"+"	"++" si exprimé en 1 an
Fétuque rouge traçante	*Festuca rubra rubra*	10,00	"++"	"+"
Ray grass anglais "fourrager"	*Lolium perenne*	20,00	"+++"	"+"
Dactyle	*Dactylis glomerata*	9,00	"+"	"+++"
Fetuque élevée "fourragère"	*Festuca arundinacea*	50,00	"++"	"+++"
Légumineuses 4%				
Trèfle rampant Hollandicum	*Trifolium repens*	0,50	"++"	"++"/ "+" si contexte de concurrence des graminées
Trèfle des prés	*Trifolium pratense*	1,00	"++"	"++"/ "+" si contexte de concurrence des graminées
Anthyllide	*Anthyllis vulneraria*	2,00	"+++"	"+++" mais bisannuelle
Minette (luzerne lupuline)	*Medicago lupulina*	0,50	"++"	"+"
Autres espèces à fleurs 6%				
Plantain lancéolé	*Plantago lanceolata*	5,00	"+++"	"+++"
Pimprenelle	*Sanguisorba minor*	1,00	"+"	"+++"
	Total :	*100,00*		

- Un semi de prairie xérophile composé de plantes vivaces en majorité. La diversité d'espèces est plus importante car toutes les espèces ne se révéleront peut-être pas, cela permet de s'assurer d'une pousse de plantes caractéristiques de milieux secs sans laisser le sol nu (propice à l'installation d'espèces végétales exotiques envahissantes).

Nom latin	Nom commun	Coul.	Haut.	Floraison	Pérennité
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	blanc	50 cm	juillet-sept.	vivace
Agrimonia eupatoria	Aigremoine eupatoire	jaune	70 cm	juillet-août	vivace
Agrimonia procera	Aigremoine odorante	jaune	75 cm	juin-août	vivace
Agrostemma githago	Nielle des blés	rose	65 cm	juin-juillet	annuelle
Anthericum ramosum	Phalangère rameuse	blanc	60 cm	juin-juillet	vivace
Anthyllis vulneraria	Anthyllide vulnéraire	jaune	20 cm	avril-juin	vivace
Campanula glomerata	Campanule agglomérée	violet	35 cm	juin-août	vivace
Campanula rapunculus	Campanule raiponce	pourpre	80 cm	juin-août	bisannuelle
Campanula rotundifolia	Campanule à feuilles rondes	bleu	30 cm	juin-sept.	vivace
Carlina vulgaris	Carline commune	jaune	30 cm	juillet-sept.	bisannuelle
Centaurea cyanus	Bleuet des champs	bleu	60 cm	juin-août	annuelle
Centaurea jacea	Centaurée jacée	rouge	80 cm	juin-sept.	vivace
Centaurea scabiosa	Centaurée scabieuse	rose	75 cm	juillet-sept.	vivace
Centaurea stoebe	Centaurée du Rhin	pourpre	75 cm	juillet-sept.	vivace
Centaurium erythraea	Petite centaurée commune	rose	30 cm	juillet-sept.	annuelle
Daucus carota	Carotte sauvage	blanc	100 cm	juillet-sept.	bisannuelle
Dianthus carthusianorum	Œillet des Chartreux	fuschia	40 cm	mai-août	vivace
Euphorbia cyparissias	Euphorbe petit cyprès	jaune	25 cm	mai-juillet	vivace
Filipendula vulgaris	Filipendule commune	blanc	60 cm	juin-juillet	vivace
Galium verum	Gaillet jaune	jaune	70 cm	juin-sept.	vivace
Helianthemum nummularium	Hélianthème vulgaire	jaune	8 cm	juin-août	vivace
Hippocrepis comosa	Fer-à-cheval	jaune	15 cm	mai-juillet	vivace
Knautia arvensis	Knautie des champs	bleu	70 cm	juin-août	vivace
Leucanthemum vulgare	Marguerite	blanc	60 cm	juin-sept.	vivace
Ononis spinosa	Bugrane épineuse	rose	35 cm	juin-juillet	vivace
Origanum vulgare	Marjolaine sauvage	rose	40 cm	juillet-oct.	vivace
Petrorhagia saxifraga	Œillet des rochers	rose	25 cm	juin-sept.	vivace
Pimpinella saxifraga	Boucage saxifrage	blanc	35 cm	juin-sept.	vivace
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	blanc	25 cm	mai-sept.	vivace
Plantago media	Plantain moyen	blanc	35 cm	mai-sept.	vivace
Potentilla argentea	Potentille argentée	jaune	25 cm	juin-août	vivace
Primula veris	Primevère officinale	jaune	15 cm	mars-mai	vivace
Prunella grandiflora	Brunelle à grandes fleurs	mauve	20 cm	juillet-août	vivace
Prunella vulgaris	Brunelle commune	violet	15 cm	juin-oct.	vivace
Ranunculus bulbosus	Renoncule bulbeuse	jaune	25 cm	mars-juillet	vivace
Rhinanthus alectorolophus	Rhinanthe crête de coq	jaune	30 cm	mai-août	annuelle
Salvia pratensis	Sauge des prés	violet	45 cm	mai-août	vivace
Sanguisorba minor	Petite pimprenelle	rose	40 cm	mai-août	vivace
Saxifraga granulata	Saxifrage granulifère	blanc	30 cm	avril-juin	vivace
Scabiosa columbaria	Scabieuse colombaire	mauve	60 cm	mai-sept.	vivace
Silene vulgaris	Silène enflé	blanc	40 cm	mai-sept.	vivace
Stachys recta	Epiaire droite	jaune	60 cm	juin-sept.	vivace
Teucrium chamaedrys	Germandrée petit-chêne	rouge	22 cm	juillet-août	vivace
Thymus pulegioides	Thym pouliot	rose	13 cm	juillet-oct.	vivace
Veronica teucrium	Véronique germandrée	mauve	20 cm	mai-juillet	vivace

Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	25 cm	avril-mai	vivace
Brachypodium pinnatum	Brachypode des rochers	55 cm	juillet	vivace
Briza media	Amourette	35 cm	juin	vivace
Bromus erectus	Brome érigé	45 cm	juin	vivace
Carex flacca	Laîche glauque	40 cm	juin-juillet	vivace
Festuca ovina	Fétuque ovine	45 cm	mai-juin	vivace
Koeleria pyramidata	Koélérie pyramidale	55 cm	juin	vivace
Phleum phleoides	Fléole de Boehmer	35 cm	juin	vivace
Poa angustifolia	Pâturin à feuilles étroites	50 cm	mai	vivace
Stipa capillata	Stipe capillaire	65 cm	juin	vivace

Suivi de la mesure	Suivi par un écologue

3.1.3.2.1 Chiffrage estimatif des mesures compensatoires sur la lisière de biodiversité

Habitats actuels	Besoin en compensation	Habitats de compensation visés	Surface / quantité au sein de la lisière de biodiversité	Prix	Prix total
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	1 737 m^2	Haie arbustive et bosquets	1 347 m^2	2 unités /m^2 Soit 2 694 jeunes plants compris entre 5 et 6€ / unité	Entre 13 470 et 16 164 €
Arbres isolés	9 arbres	Arbres	-	-	-
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	129 m^2	Pierriers de gabions, hibernacula et zone gravillonnée	Gabions 79 m^2	Entre 330 et 360 € / m^2	Entre 26 070 et 28 440 €
			12 m^2 hibernacula reptiles	200 € / m^2 soit environ 1 200€ / hibernacula	2 400 €
			200 m^2 de zone gravillonnée	50€ / m^2	10 000 €
Zone de friche dominée par les ronciers	3 720 m^2	Prairie mésophile diversifiée + prairie steppique	3375 m^2 Dont 3 m^3 pour la Drave des murailles	Semis sans préparation de sol 1€/m^2	3 375€
				Semis prairie xérophile + apport minéral type galet et/ou GNT 55€/m^2	11 000 €
				Achat de terre amendée (1m sur 5 000 m^2 / sans mise en place) En fonction des décisions prises sur le traitement de cette zone	≈ 125 000 €
Autre compensation	4 nichoirs à Faucon crécerelle		1 nichoir à Faucon (mât de 6m + nichoir + pose)	1 000 €	1 000 €
	1 hibernaculum petits mammifères		1 hibernaculum petits mammifères	200 € / m^2	1 200 €
	Déplacement espèce flore (Drave des murailles – banque de graine)		15 m^2 sur 20 cm de profondeur soit 3 m^3 (+ protocole)	2 000 €	2 000 €
1 panneau pédagogique / sensibilisation	Conception / fourniture et pose (panneau contour bois sur pupitre)			3 000 €	
Total					Entre 198 515 et 203 579€

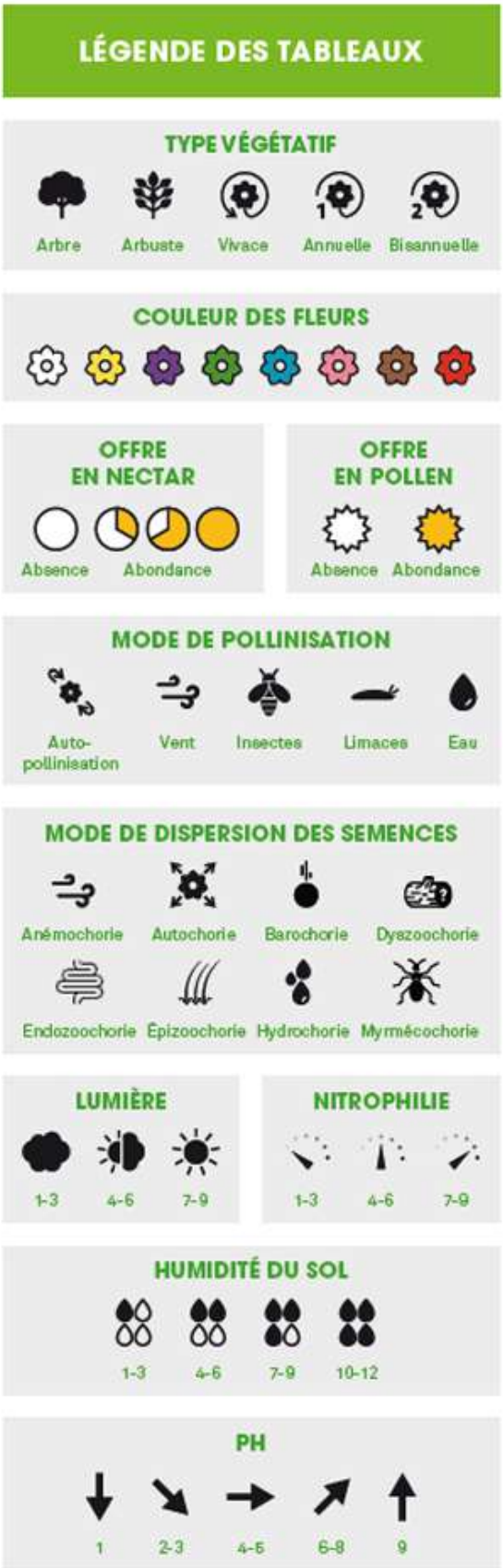
3.1.3.2.2 Chiffrage estimatif des mesures compensatoires à des emplacements complémentaires

Habitats actuels	Besoin en compensation	Habitats de compensation visés	Surface / quantité au sein de la réserve (Parc)	Prix	Prix total
Zone arbustive dominée par les espèces exotiques envahissantes	1 737 m^2	Haie arbustive et bosquets	390 m^2	2 unités /m^2 780 jeunes plants compris entre 5 et 6€ / unité	Entre 3 900 et 4 680 €
Arbres isolés	9 arbres	Arbres	9 arbres (Arbre tige, diamètre 16/18)	Environ 500€/arbre	4 500 €
Pierriers formés par des gravats, blocs de bétons, bois et déchets	129 m^2	Pierriers de gabions, hibernacula et zone gravillonnée	-	-	-
Zone de friche dominée par les ronciers	3 720 m^2	Prairie mésophile diversifiée	345 m^2	Semis sans préparation de sol 1€/m^2	345 €
Autre compensation	4 nichoirs à Faucon crécerelle		3 nichoirs à Faucon (1 nichoir sur les toits des Cathédrales + 2 nichoirs dans un rayon de 5 km)	Prix à définir en fonction des emplacements et accès	-
Total					Entre 8 745 et 9 525€ (+ prix nichoirs à définir)

3.1.3.2.3 Planning prévisionnel des mesures ERC

Mesures	Intitulé	Phasage
Mesures de réduction		
MR1	Adaptation du planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune	Toute la durée du projet
MR2	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue	Avant travaux + phase travaux
MR3	Mise en place d'un plan lumière adaptée en phase travaux	Phase travaux + Conseil phase conception
MR4	Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes	Phase travaux
MR5	Conservation de zones in situ permettant la préservation de la faune et la conservation de la flore à enjeu jusqu'à la création de zones de report (mesures compensatoires)	Avant travaux et jusqu'au déplacement de l'espèce (Mesures compensatoires)
Mesures compensatoires		
MC1	Plantation de haie arbustive dense	Avant travaux
MC2	Plantation d'arbres	
MC3	Création de zones refuges / pierriers	
MC4	Création de zones favorables pour les mammifères présents sur site	
MC5	Déplacement d'espèces flore	
MC6	Mise en place de nichoirs à Faucon crécerelle	
MC7	Création prairie mésophile et steppique (Œdipode turquoise)	

4 Annexes


LÉGENDE DES TABLEAUX
TYPE VÉGÉTATIF
Arbre
Arbuste
Vivace
Annuelle
Bisannuelle
COULEUR DES FLEURS
OFFRE EN NECTAR
Absence
Abondance
OFFRE EN POLLEN
Absence
Abondance
MODE DE POLLINISATION
Auto-pollinisation
Vent
Insectes
Limaces
Eau
MODE DE DISPERSION DES SEMENCES
Anémochorie
Autochorie
Barochorie
Dyszoochorie
Endozoochorie
Épizoochorie
Hydrochorie
Myrmécochorie
LUMIÈRE
1-3
4-6
7-9
NITROPHILIE
1-3
4-6
7-9
HUMIDITÉ DU SOL
1-3
4-6
7-9
10-12
PH
1
2-3
4-5
6-8
9

VALGO SAS – SIRET 453 975 831 00182 – APE 3900Z
Siège social : 72 rue Aristide Briand – 76650 Petit-Couronne
www.valgo.com

VALGO
Médecin de la Terre

MÉMOIRE TECHNIQUE

MAÎTRE D'OUVRAGE : **Eiffage Aménagement / Engie Aire Nouvelle**

SITE : **Friche des Cathédrales du Rail**
Rue des Cailloux – 93200 Saint Denis

NOM DE L'OPÉRATION : **Travaux de dépollution**

(*) Pour l'agence de Toulouse
(**) Pour les agences de Toulouse, Argenteuil, St-Quentin-Fallavier, La Chevrolière, Vitrolles, Petit-Couronne

www.lne.fr

VALGO donne une nouvelle vie aux sites et sols pollués.

NOM DE L'OPÉRATION

Friche des Cathédrales du Rail

Etude et travaux de dépollution et terrassements

MAÎTRE D'OUVRAGE

Eiffage Aménagement / Engie Aire Nouvelle

MAÎTRE D'ŒUVRE

ERG

NUMÉRO D'AFFAIRE

22B9500045

PRODUCTION / APPROBATION DU DOCUMENT

	NOM	SIGNATURE	DATE	FONCTION
Rédigé par	Catherine Jouy		02/06/2025	Cheffe d'agence

RÉVISION DU DOCUMENT

Version initiale (A)

VOTRE INTERLOCUTEUR

Catherine JOUY / 07 61 68 80 98

Agence Ile-de-France - 112, quai de Bezons 95100 ARGENTEUIL

Suivi des versions du document :

Version	Objet de la version	Date de diffusion
A	Etablissement du document	20/05/2025
B		
C		

SOMMAIRE

1. PREAMBULE 7
1.1 LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE 8
1.2 DONNEES GENERALES SUR LE SITE 10
1.1 DONNEES ENVIRONNEMENTALES DU SITE 16
1.2 SYNTHESE DE LA POLLUTION IDENTIFIEE 17
2. PHASE D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES, PLAN DE GESTION ET PCT 24
2.1 DESCRIPTION DES MISSIONS ET ESSAIS 24
2.2 ENGAGEMENT DE VALGO 24
3. MOYENS GENERAUX MIS EN ŒUVRE 25
3.1 EQUIPE PROJET DE VALGO 25
3.2 MOYENS MATERIELS ET SOUS-TRAITANCE 26
3.3 ASPECTS HYGIENE SECURITE ENVIRONNEMENT 29
4. SOLUTIONS DE GESTIONS ENVISAGEES D'ETRE DEPLOYEES SUR LE SITE 30
4.1 TERRASSEMENT DES SOURCES CONCENTREES 30
4.2 CRIBLAGE DE LA BUTTE DU BTP 33
4.3 TRAITEMENT PAR BIOPILE DES SOURCES SOLS HCT/COHV 34
4.4 CRIBLAGE/CHAULAGE DES SOURCES SOLS COHV 46
4.5 ENFOUISSEMENT DES TERRES EN ALVEOLE ETANCHE (HORS OFFRE DEPOLLUTION) 48
4.6 EVACUATION HORS SITE 51
4.7 TRAITEMENT PAR VENTILATION IN-SITU DES PETITES ET GRANDES CATHEDRALES 51
4.8 TRAITEMENT DE LA NAPPE IMPACTEE EN COHV PAR REDUCTION OU OXYDATION CHIMIQUE 58
4.9 FIN DES OPERATIONS DE DEPOLLUTION 60
5. COMMUNICATION, LIVRABLE, PLANNING ET OFFRE 61
5.1 LIVRABLE ET REUNION 61
5.2 OPTION DE SUIVI DES TRAVAUX PAR UN BUREAU D'ETUDE LNE 62
5.3 PLANNING DE REALISATION 63
5.4 DISPOSITIONS CONTRACTUELLES 64
6. NOTE QUALITE 66
6.1 COMMUNICATION 66
6.2 CIRCUIT DE COMMUNICATION 66
6.3 ASSURANCES 66
6.4 CONFIDENTIALITE 67
6.5 CONFLIT D'INTERET 67
6.6 CADRE LEGAL ET JURIDIQUE 68

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : parcelle objet des travaux 10
Figure 2 : Site des Cathédrales du Rail vue du Sud-Ouest 11
Figure 3 : Plan des cuves repérées au géoradar 12
Figure 4 : Plan de récolement des réseaux existants à partir des DICT et des réseaux historiques, ainsi que les ouvrages existants 13
Figure 5 : Implantation prévisionnelle de la zone de délaissée, transformée en sanctuaire de biodiversité 14
Figure 6 : Plan du projet futur 15
Figure 7 : exemple de cartographie piézométrique de janvier 2019 (source SOLEO) 16
Figure 8 : évolution des niveaux statiques entre 2017 et 2024 (source Soleo et GRS Valtec) 17
Figure 9 : cartographie des impacts sols au droit de la friche 2017 (source TESORA) 18
Figure 10 : Cartographie de la pollution en COHV dans les sols – zone 14 (source ICF) 19
Figure 11 : cartographie des anomalies sol retrouvées en zone 15 (source TESORA) 19
Figure 12 : synthèse des impacts en HCT en zone 10 20
Figure 13 : évolution de l'épaisseur de flottant depuis 2020 (source GRS Valtec) 20
Figure 14 : cartographie des COHV dans les eaux souterraines - sources 14 et 15 (source ICF) 21
Figure 15 : Plan de la barrière hydraulique en place en aval de la source 15 (source GRS Valtec) 21
Figure 16 : Evolution des concentrations en COHV sur les trois puits de pompage (source GRS Valtec et Soleo) 22
Figure 17 : Evolution des concentrations en BTEX (en µg/l) sur les trois puits de pompage (source GRS Valtec) 22
Figure 18 : Synthèses des teneurs dans les gaz du sol (source Tesora) 23
Figure 19 : Plan et coupes des déblais/remblais 31
Figure 20 : exemple de terrassement en blindage bois (pour zone 14) et blindage coulissant (zone 15) 32
Figure 21 : localisation du merlon des déchets du BTP 33
Figure 22 : Estimation du résultat du criblage de la butte des déchets du BTP 33
Figure 23 : exemple de criblage avec crible mobile 34
Figure 24 : Plan de localisation des zones de traitement 35
Figure 25 : coupe de principe de la biopile et de l'aire de traitement 37
Figure 26 : Dimensions et vue 3D d'une pile 37
Figure 27 : Schéma de principe d'une unité de traitement du tertre ventilé + filtre charbon actif air 39
Figure 28 : Vue type d'une unité de traitement 39
Figure 29 : Schéma Pid d'une unité de traitement (4 prévues) 40
Figure 30 : Photographies de biopiles réalisées par VALGO avec biofiltres 40
Figure 31 : Exemple de réseau drainant sur un tertre ventilé VALGO 41
Figure 32 : Aperçu schématique du dispositif d'aération du tertre en quinconce 41
Figure 33 : Schéma point de départ de drain de collecte du tertre 42
Figure 34 : Ajout de compost 42
Figure 35 : Montage d'un tertre 43
Figure 36 : Exemple de plan de suivi des lots de tertres ventilés sur un chantier VALGO 43

Figure 37 : Modalités de constitution des échantillons de réception sols des tertres ventilés 44
Figure 38 : Exemple de Monitoring de suivi de drains tertres ventilés sur un chantier VALGO 45
Figure 39 : Machine de traitement des déblais par criblage et mélange à la chaux 47
Figure 40 : Emprise de la surface capable d'accueillir des alvéoles de confinement (5350m2) 48
Figure 41 : métrés prévisionnels des alvéoles 48
Figure 42 : Localisation prévisionelle des deux alvéoles de confinement 49
Figure 43 : schéma d'une alvéole étanche 49
Figure 44 : exemple d'évent 50
Figure 45 : Alvéole de confinement des terres – Petit Couronne – 2018 et 2023 50
Figure 46 : Plan d'implantation prévisionnelle des puits de venting dans les cathédrales 52
Figure 47 : Dimensionnement de la dépollution en zone saturée au droit de la Petite Cathédrale 58
Figure 48 : illustration du principe d'injection en tubes à manchette 59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé non technique 6
Tableau 2 : liste des documents de référence, relatifs aux travaux de dépollution 9
Tableau 3 : Equipe projet 25
Tableau 4 : Moyens matériels et sous-traitance 26
Tableau 5 : seuils de rejet considérés – AP du 2 février 1998 28
Tableau 6 : Aspects HSE spécifiques du chantier 29
Tableau 7 : Volumes prévisionnels (m3) de déblais 30
Tableau 8 : Volumes prévisionnels de terres impactées à traiter provenant des petites et grandes cathédrales 32
Tableau 9 : Dimensions des tertres 35
Tableau 10 : Fréquence de suivi 45
Tableau 11 : Fréquence de suivi des traitements par venting 57
Tableau 12 : Caractéristiques prévisionnelles des puits d'injection 59
Tableau 12 : Livrables et réunion 62
Tableau 14 : Assurances et garanties associées 67

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Planning

Annexe 2 : Offre financière

Résumé		
Adresse du site		Chemin des Petits Cailloux à Saint Denis (93)
Pollution mise en évidence	**Sol**	$[HCT]_{max}$= 7 000 mg/kg (source 14) $[COHV]_{max}$= 30 mg/kg (sources 14 et 15)
	Eaux souterraines	Absence de flottant depuis février 2022 $[COHV]_{max}$= 2 900 µg/L (zone 14)
	Gaz du sol	$[COHV]_{max}$= 620 mg/m3 (source 14) sous dalle
	Infrastructures	Présence de cuves.
Technique de traitement retenue		Les techniques de traitement doivent être validées lors de la phase de diagnostic, plan de gestion et plan de conception des travaux
Codification des prestations prévues (selon la norme NF X 31-620)		C110 : Préparation du chantier C200 : Mise en place, réalisation et suivi du chantier C311a : Ventilation de la zone non saturée C312a : Confinement par couverture et étanchéification C313b ou c : Oxydation/Réduction chimique in situ C321a : Excavation des sols C325b : Biotertre (Biopile) C400 : Réception de chantier
Objectif de traitement		Compatibilité du site avec l'usage futur (selon plan fourni par la SAS Cathédrales du Rail) : Parc et logements sur la zone friche Musée et salle de spectacle dans les cathédrales
Volume(s) de terres à traiter		Butte du déchet du BTP à cribler : 13 527 m3 Terrassements généraux et purges : 30 681 m3 Traitement sur site : 10 760 m^3 avec : • 6 760 m^3 en traitement biologique, • 4 000 m^3 en enfouissement en alvéole

Tableau 1 : Résumé non technique

1. PREAMBULE

Le groupement EIFFAGE AMENAGEMENT/AIRE NOUVELLE va procéder à la requalification des anciennes friches SNCF de la Plaine dénommée «Les Cathédrales du Rail» et localisée impasse des Petits Cailloux à Saint Denis (93). VALGO, partenaire du groupement sur le projet, est en charge de la réhabilitation du site.

VAGLO a sollicité ABO-ERG Environnement pour un accompagnement dans la phase d'études et investigations complémentaires nécessaires à l'établissement d'un Plan de Gestion et d'un Plan de Conception des Travaux, à réaliser au préalable des travaux pour les définir et les dimensionner au mieux.
La description de la phase étude est l'objet d'une autre note technique (22B9500045_note-diag-VC).

Cette offre technique décrit la méthodologie retenue par VALGO dans le cadre du concours, modifiée à la suite des données transmises ensuite, mais avant l'étape de diagnostic/plan de gestion et PCT.

Ce document a pour but de :

- synthétiser les informations existantes (type de pollution, volume à traiter…),
- présenter l'orientation proposée et la stratégie de dépollution retenue,
- décrire pour chaque phase de travaux, l'aspect technique, sécurité, environnemental et le suivi qualité (contrôle interne, externe…),
- présenter les moyens humains (encadrement, sous-traitance…) et le matériel mis en œuvre,
- détailler les prestations de suivi et maintenance fournies par VALGO,
- fournir un planning.

VALGO a établi sa méthodologie de travaux à partir du référentiel SSE **MASE** et conformément à la norme qualité **NF X 31 620-4**, se rapportant aux sites et sols pollués.

1.1 LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

Notre offre est établie sur la base des documents remis dans le dossier de concours, ainsi que ceux transmis depuis l'obtention du concours, c'est-à-dire :

NOM	Zone	Date	type
Etudes et diagnostics environnementaux			
Diag ATOS Environnement	*station-service du dépôt SNCF La Plaine*	21/03/2003	Diagnostic environnemental
RFT, GRS Valtech	*station-service du dépôt SNCF*	06/01/2010	DOE fin de travaux
ARR ARCADIS	Ancienne station-service du dépôt SNCF	27/01/2010	Analyse des Risques Résiduels
Cessation d'activités de la Plaine Dépôt	Ancienne station-service du dépôt SNCF	31/03/2010	Dossier de cessation d'activités, mémoire de réhabilitation
Diag ARCADIS	*Friche*	23/03/2012	Diagnostic environnemental
IEM Arcadis	*Limite de site et école Aimé Césaire*	22/03/2016	Interprétation de l'Etat des Milieux
Diag TAUW	*Cathédrales*	12/07/2011	Diagnostic environnemental
ARR TESORA	*Cathédrales*	11/03/2016	Analyses des Risques sanitaires
Diag TESORA	*Parcelle cathédrales*	15/03/2016	Diagnostic environnemental
Note de synthèse des investigations complémentaires d'Arcadis,	*Cathédrales et à proximité des groupes scolaires Niki de St Phalle et la PMI*	25/05/2016	Diagnostic environnemental
***IEM* Arcadis**	*Proximité Niki de St Phalle et PMI*	22/03/2016	Interprétation de l'Etat des Milieux
ARR TESORA n°A18.1522.A		22 mai 2019	Analyses des Risques sanitaires
Diagnostic MIP-HPT n°19129868_R01_V0.1, GOLDER ASSOCIATES		20/11/2019	Diagnostic environnemental
Memorandum Technique n°19129868_Nte0_V1, GOLDER		9 mars 2020	Analyse technique
Diag rapport n°117356, , ICF (Antea® Group).	Petite cathédrale	27/062022	Diagnostic environnemental

NOM	Zone	Date	type
PG 117566/B de ICF (Antea® Group).	Petite cathédrale	04/01/2023	Plan de Gestion
Étude historique et de vulnérabilité TESORA	Cathédrales + Friche	09/03/2016	Étude historique et de vulnérabilité
Diag TESORA	Cathédrales + Friche	15/03/2016	Diagnostic environnemental
Diag complémentaire TESORA	Cathédrales + Friche	Sept. 2018	Diagnostic environnemental
Etude complémentaire TESORA	Cathédrales + Friche	avril 2019	Diagnostic environnemental
Etudes géotechnique et de structure			
Etude d'accessibilité	Petite cathédrale		
Etude PR.95GT.19.0067 – Pièce N°001 FONDASOL	Cathédrales + Friche	26/07/2019	Etude géotec G1 PGC
Rapport RAP n°240315 P1 V1 – Atlas Geotechniqe	Cathédrales + Friche	07/08/2024	Etude géotec G1 PGC
Rapport RAP n°240315 P2 V1, Atlas Géotechnique	Cathédrales + Friche	09/08/2024	Etude géotec G2 AVP
Prescription pour les terrassements et déblais/remblais			
CAHIER DES PRESCRIPTIONS DES TERRASSEMENTS ET GESTION DES TERRES, Version E, cabinet Merlin	Friche	03/06/2024	Cahier des charges
Plan déblais/remblais, cabinet Merlin	Friche	18/12/2024	Plan de terrassement (niveau fini)
Réseaux			
DT et DICT Nexity n°2018111603257DA2	Cathédrales + Friche	16/11/2018	Récépissés de DT et DICT
PlansT180403NA03, Topo ingénierie pour Nexity	Cathédrales	06/07/2018	Plans des réseaux d'alimentation et d'évacuation
Usage Futur			
Plan MASSE de l'usage futur	Cathédrales + Friche	Dec. 2024	
Mesure ERC			
Note complémentaire – Mise en défens des zones à conserver (scénario phase 1, Biocor	Cathédrales + Friche	01/12/2023	
Présentation du scénario envisagé V2, BIOCOR	Cathédrales + Friche	11/12/2023	

Tableau 2 : liste des documents de référence, relatifs aux travaux de dépollution

1.2 DONNEES GENERALES SUR LE SITE

1.2.1 Localisation du site

Le présentant la zone d'étude est repris ci-dessous (parcelle cadastrée n°48 de la section CL d'une surface totale d'environ 45 000 m²). La zone à l'Ouest de la parcelle appelée « délaissé » sera inaccessible car zone de défend pour la faune et la flore.

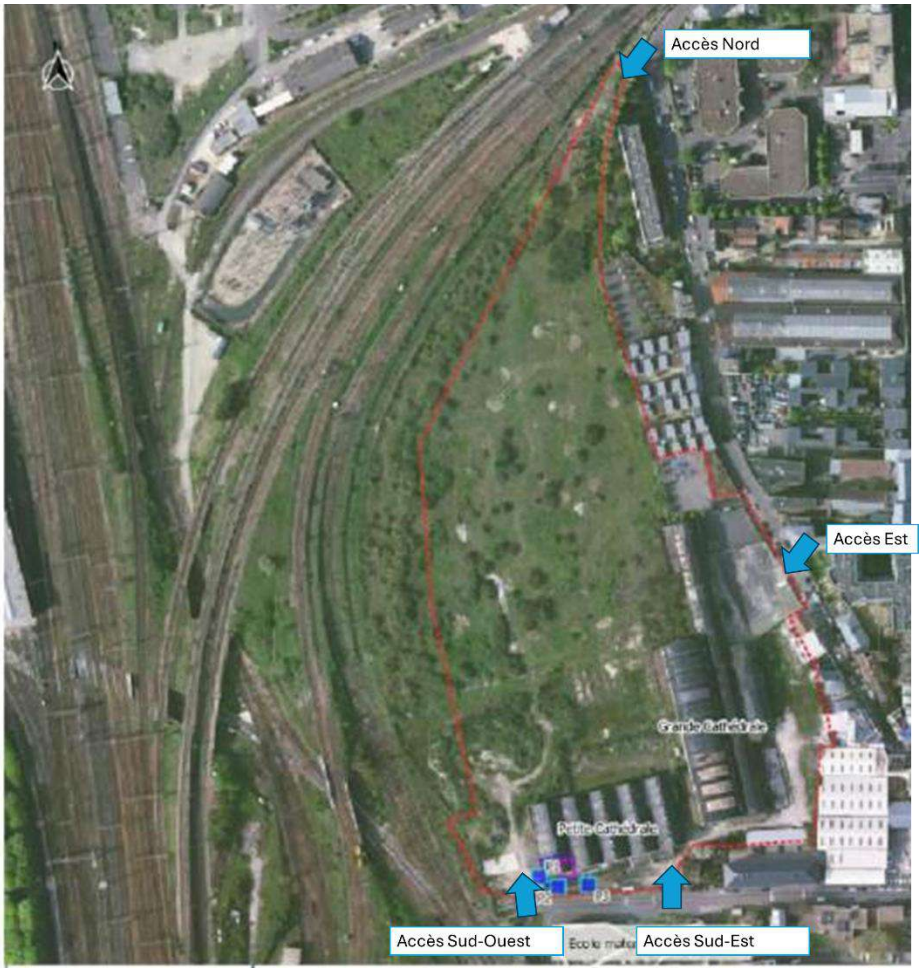


Figure 1 : parcelle objet des travaux

1.2.2 Accès au site

Le site est réputé libre d'accès pour le groupement pendant toute la durée des travaux, sans contrainte de réservation.
En phase chantier de terrassement/dépollution, il y aura trois accès possibles au chantier :

- Accès Sud Est par le 2, chemin des Petits Cailloux Le portail existant est d'une largeur suffisante pour le passage des engins et camions divers*.

- Accès Sud Ouest, au 4 chemin des Petits Cailloux. Le portail existant a été mis en place dans le cadre du chantier du Charles de Gaulle Express. Cet accès sera étudié à la fin de ces travaux.

- Accès Est, au 9 rue du Bailly, en limitant les entrées à celles nécessaires aux travaux à l'Est des Grandes Cathédrales, pour limiter la circulation d'engin au niveau du groupe scolaire Aimé Césaire et de la mosquée. Le portail existant est d'une largeur suffisante pour le passage des engins et camions divers*, mais la rue du Bailly est en sens unique.

- Accès Nord, au 30 rue du Bailly. Cet accès n'existe pas au moment de l'offre, il devra être mis en place par la SAS Cathédrale, ou sa réalisation intégrée à l'offre du groupement.

*tout type de véhicules, légers et lourds comme des convois exceptionnels prévus à l'amenée et au repli des engins.
Il n'est pas prévu d'aménagement des accès listés ci-avant (balisage lourd ou léger et de signalisation), ni de démarches administratives, liées à l'occupation temporaire de places de circulation, ou d'occupation de voirie. Ces aménagements et démarches seront prévues dans le lot terrassement.

Compte-tenu du contexte urbain et de la présence d'établissement scolaires et d'une mosquée, un homme trafic accompagnera chaque entrée/sortie de camions sur le site.

1.2.3 Coactivité

Lors du chantier de dépollution, il n'est prévu aucune coactivité dans les zones de travaux, à l'exception de l'entreprise de terrassement, qui devrait être intégrée au groupement.
Des passages réguliers d'écologues et de bureaux d'études sont à prévoir.

1.2.4 Sensibilité du voisinage

Le chantier est bordé d'habitations et d'équipements publiques (2 écoles, 1 crèche et 1 mosquée à proximité). Des usages sensibles sont présents à proximité immédiates du site. A l'Est du site, la zone est occupée par des voies SNCF.

Figure 2 : Site des Cathédrales du Rail vue du Sud-Ouest

Les dispositions prises pour prendre en compte la sensibilité du voisinage sont détaillées dans les paragraphes suivants (horaires de chantier, circulation, bruit, poussière, odeur...).

1.2.5 Ouvrages à conserver / stabilité

Les bâtiments des grandes et petites cathédrales doivent être conservés. De plus, l'Arrêté d'inscription n°2004/691 du 29 mars 2004 inscrit à l'inventaire des monuments historiques leur façades et toitures.

1.2.6 Ouvrages enterrés connus

Il a été repéré trois (3) cuves enterrées et une suspicion de présence d'une quatrième cuve par Arcadis dans son rapport « Recherche de cuves enterrées » du 19 avril 2016 :

- Une cuve enterrée d'environ 2,5 m3 localisée devant la petite cathédrale, au sud, servant à l'alimentation du groupe électrogène présent dans ce même bâtiment. Cette cuve est dans une chambre de 2,94 x 6,38 m et profonde de 3,1 m ;
- Une cuve enterrée localisée au sud de la petite cathédrale, le long du mur de limite de site bordant le chemin des petits cailloux. La dimension de la cuve n'a pas pu être déterminée en raison de la profondeur de cette dernière (haut de cuve à 4,47 m de profondeur). Les dimensions de la chambre accueillant cette cuve ont tout de même pu être mesurées (1,38 x 2,28 m). Sur la base de ces dimensions, le volume de la cuve peut être estimé à environ 1 m3 ;
- Une cuve enterrée d'environ 1 à 1,5 m3 localisée au sud de la grande cathédrale. Cette cuve est dans une chambre de 1,56 x 4,85 m à une profondeur de 1,82 m.

Dans le cadre de la cessation d'activité du site, conformément à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), ces cuves sont considérées comme mise en sécurité, c'est-à-dire inertées ou retirées.

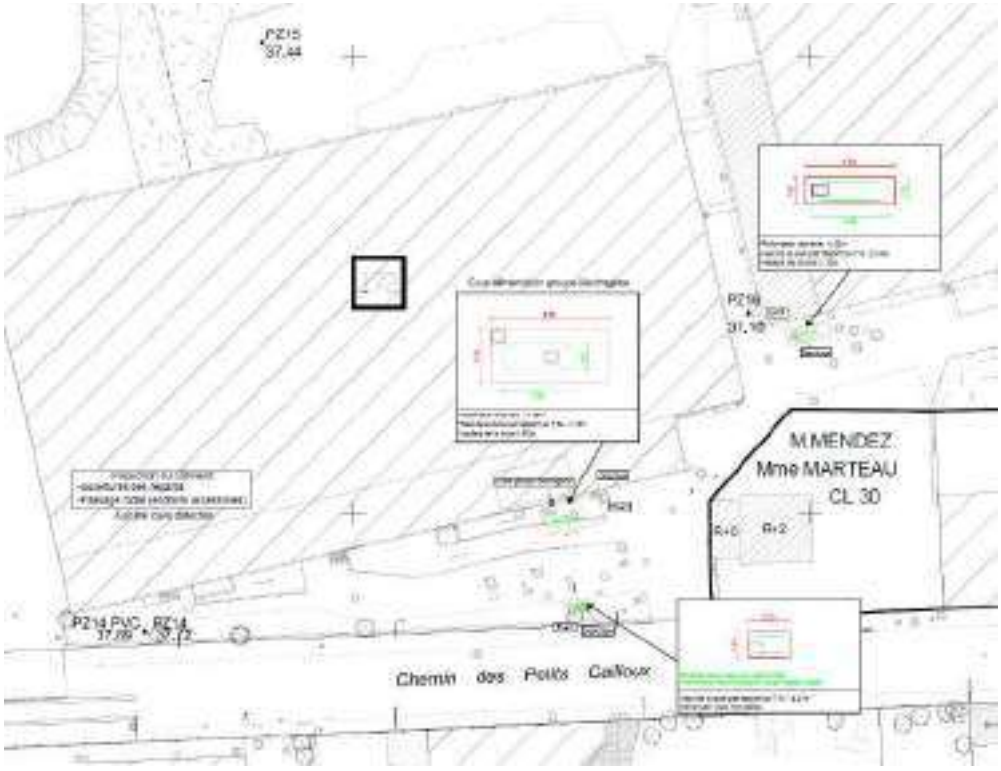


Figure 3 : Plan des cuves repérées au géoradar

Certaines Dalles et fondations ont pu être repérées visuellement sur site et sur des plans d'archives. Elles sont reportées sur le plan Figure 4 suivant. Beaucoup d'incertitudes demeurent quant à la quantité d'ouvrages qui devraient être démolis dans le cadre des purges des sources concentrées et terrassements généraux néanmoins. Un passage géoradar au début du chantier permettrait de lever une partie des doutes (proposé dans l'offre de terrassement).

1.2.7 DICT et repérage des réseaux

Les DICT des abords du site, datant de 2018 ont été communiqué dans le dossier. Le groupement réalisera des demandes de DICT à jour, sur la base des DT du Maître d'Ouvrage.

L'offre prend également en compte les plans des réseaux d'alimentation et d'évacuation, ainsi que les archives des réseaux SNCF transmis dans le dossier.

VALGO prendra contact avec les services techniques concernés pour s'assurer que toutes les dispositions ont été prises en ce qui concerne les coupures des branchements.
Les réseaux identifiés par suite des réponses reçues ainsi que les réseaux privés « hors DICT » présents au droit du site seront localisés précisément sur un plan des réseaux et matérialisés au sol dans l'emprise du chantier. Un premier plan de récolement de l'ensemble des réseaux et ouvrages restants a été réalisé et présenté ci-dessous.

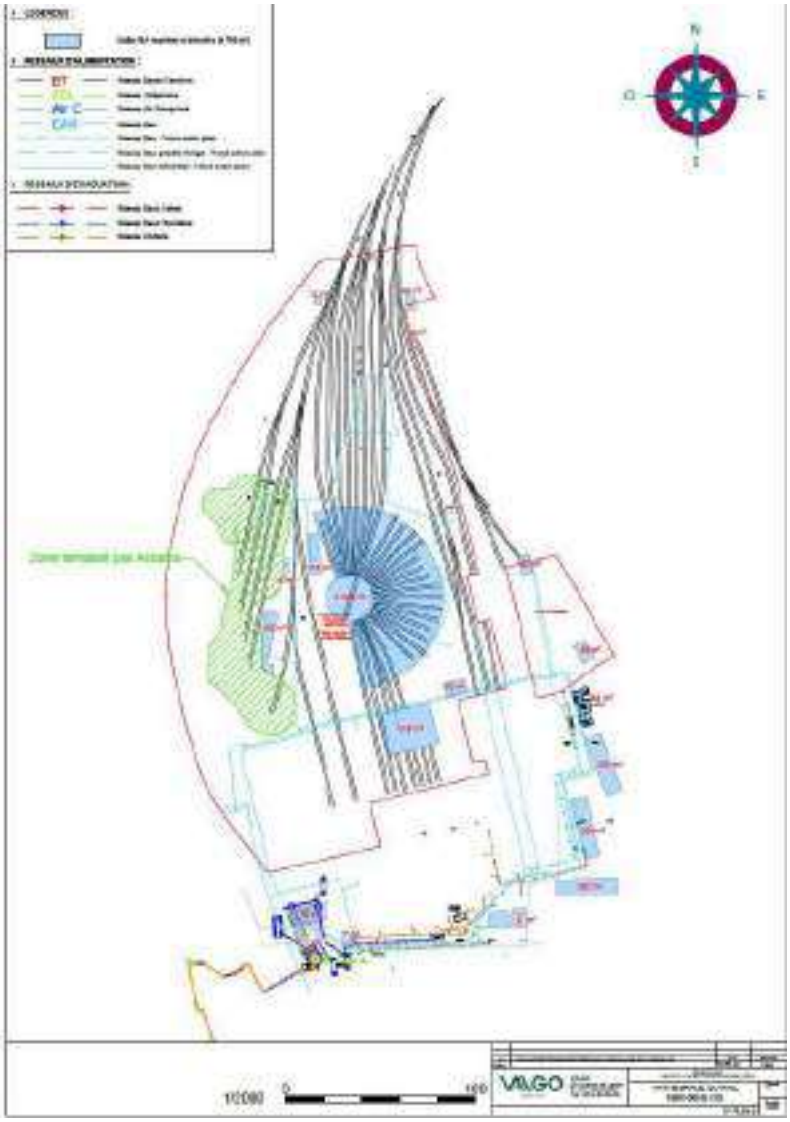


Figure 4 : Plan de récolement des réseaux existants à partir des DICT et des réseaux historiques, ainsi que les ouvrages existants

En cours de travaux, VALGO signalera toute nouvelle canalisation ou réseau dans l'emprise des travaux, non déclarés préalablement aux travaux. En cas de doute sur la localisation précise d'un réseau enterré, nous procéderons à une reconnaissance préliminaire manuelle.

1.2.8 Contraintes ERC

Au démarrage de la phase de travaux (après la phase de diagnostic/PG/PCT), la friche aura été entièrement débroussaillée, et les espèces à préserver la peuplant (notamment celles protégées par les zones de défens lors de la phase précédente) auront été déplacée dans une zone sanctuaire de biodiversité.

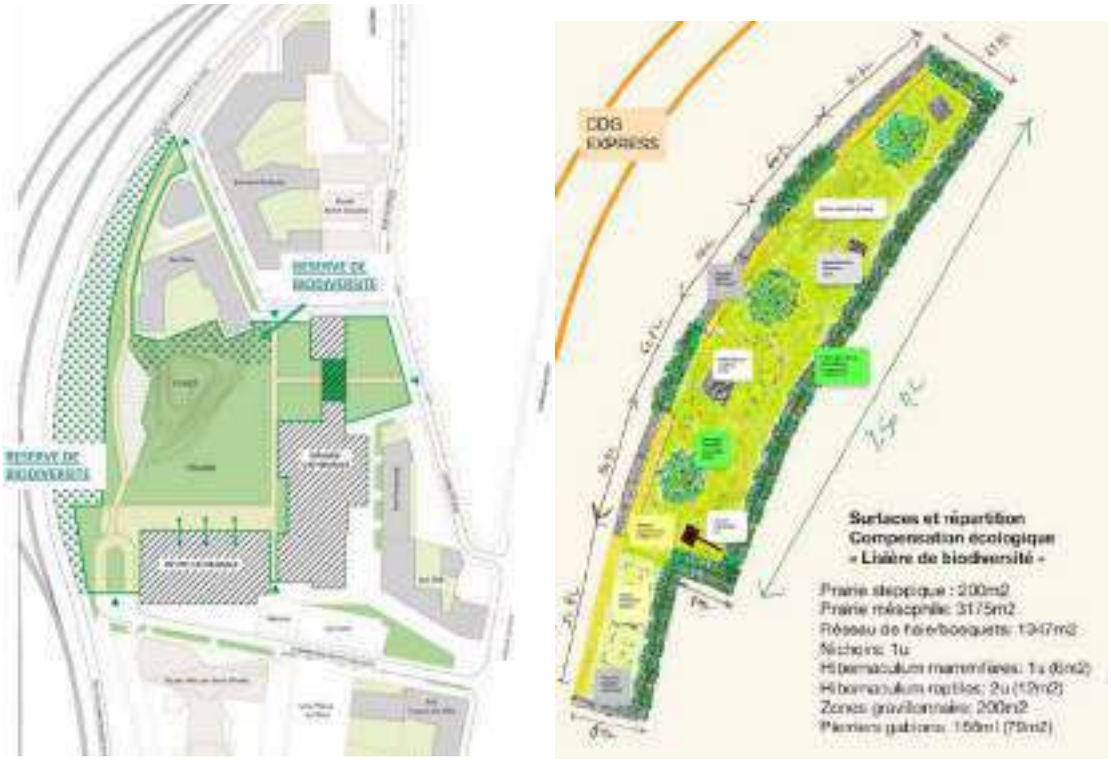


Figure 5 : Implantation prévisionnelle de la zone de délaissée, transformée en sanctuaire de biodiversité

Le débroussaillage ou l'évacuation des déchets aura été réalisé préalablement aux travails, si bien que l'accès aux zones de travaux sera garanti au début de ceux-ci. Il n'est pas compris de gestion des espèces invasives.

Il n'est pas prévu de disposition particulière dans le cadre des travaux dans les cathédrales vis-à-vis du faucon crecerelle. Sur demande de la maîtrise d'ouvrage, et en fonction de la date de démarrage des travaux, un décalage des travaux bruyant dans les cathédrales en-dehors de la période de nidification du Faucon crécerelle (du 28 février au 15 août) pourra être envisagé. Néanmoins, les travaux de venting étant prévus sur 12 mois, seuls les travaux de terrassements et installation (dont forage des aiguilles) de venting peuvent-être décalé sur demande à une période propice. Le venting continuera pendant la période de nidification, mais les nuisances liées à cette activité sont moindres.

1.2.9 Projet futur

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet d'aménagement qui comprend :

- La construction de lots à destination de promoteurs immobiliers, bailleurs sociaux et de l'Office foncier solidaire de Plaine Commune.
- La réhabilitation des Petites et des Grandes Cathédrales classées aux monuments historiques pour créer des activités culturelles et évènementielles.;

- La réalisation d'un parc à céder qui comportera une butte de 8000 m3 et des aménagements extérieurs.

Par ailleurs, environ 41 613 m3 de déblais sont à gérer au droit du site. Il est prévu la valorisation sur site, pour bilan déblais / remblais à l'équilibre, avec le minimum de déblais à évacuer hors site (18 609 m3).

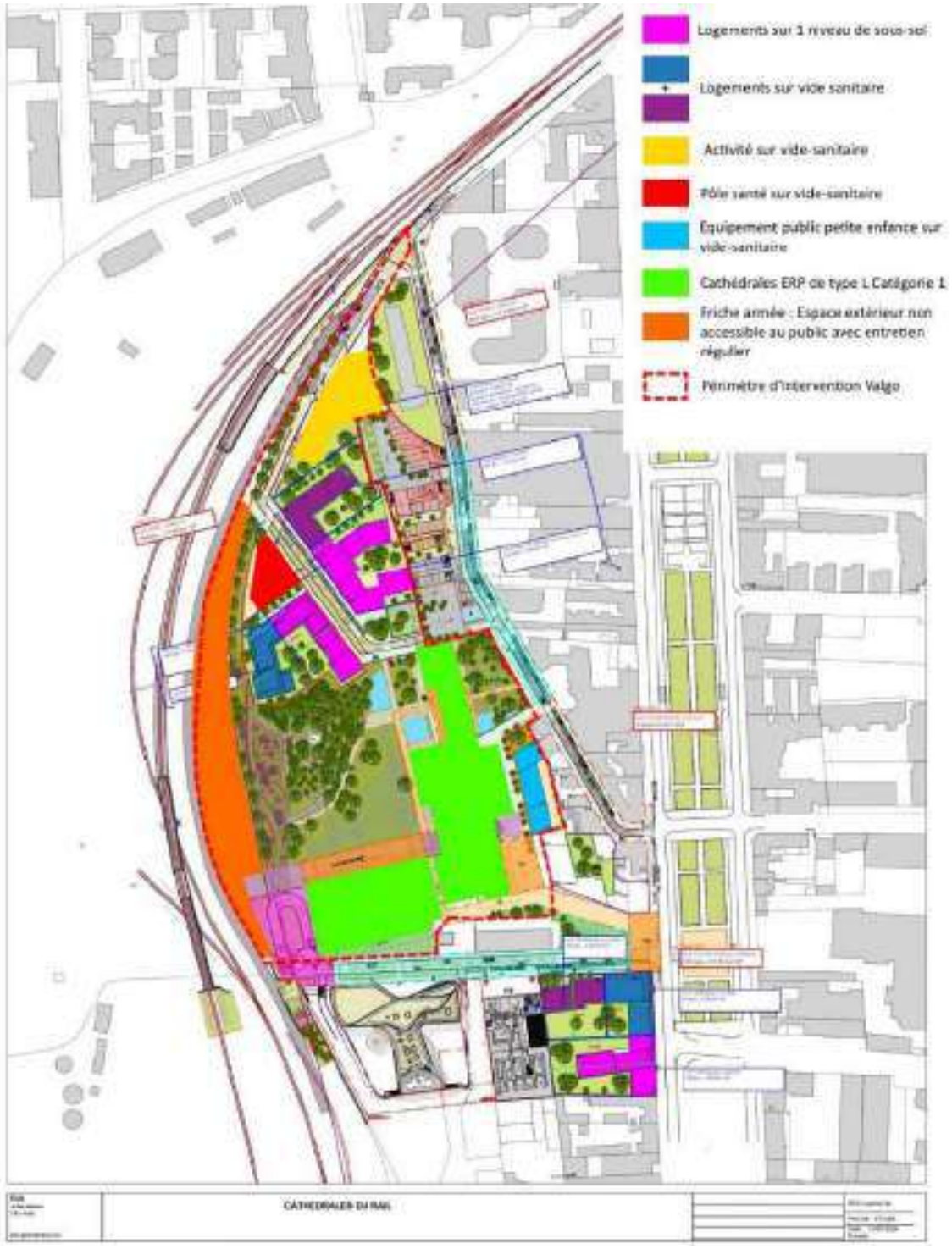


Figure 6 : Plan du projet futur

A ces usages, seront associées des mesures constructives liées au passif industriel du site.

1.1 DONNEES ENVIRONNEMENTALES DU SITE

1.1.1 Lithologie

La lithologie au droit du site est la suivante :

- Des remblais anthropiques sablo-graveleux entre 0 et 2 m de profondeur,
- Une alternance de marnes calcaires et sableuses entre 2 et 12 m de profondeur (environ 31 à 22 m NGF)
- Un horizon plus sableux entre 12 et 13,5 m de profondeur (environ 22 à 21 m NGF)
- Des Marnes et caillasses dures au-delà.

Cette géologie en « mille-feuilles » rend difficile la compréhension des pollutions des sols et de leur évolution.

1.1.2 Hydrogéologie

La première nappe phréatique rencontrée est celle des calcaires de Saint-Ouen, rendue vulnérable à des pollutions en provenance de la surface étant donné l'absence d'horizon sus-jacent imperméable (profondeur de l'eau de 6 à 8 m).

Cette nappe a un fonctionnement complexe, présentant un sens d'écoulement variable selon la localisation sur le site et des circulations dans des fissures (vers l'est/nord-est dans la partie nord et vers le sud/sud-est dans la partie sud + présence d'un dôme piézométrique dans la partie sud-ouest du site).

Figure 7 : exemple de cartographie piézométrique de janvier 2019 (source SOLEO)

Néanmoins, le niveau piézométrique est bien documenté depuis l'installation de la barrière hydraulique en aval Sud-ouest du Site en 2017.

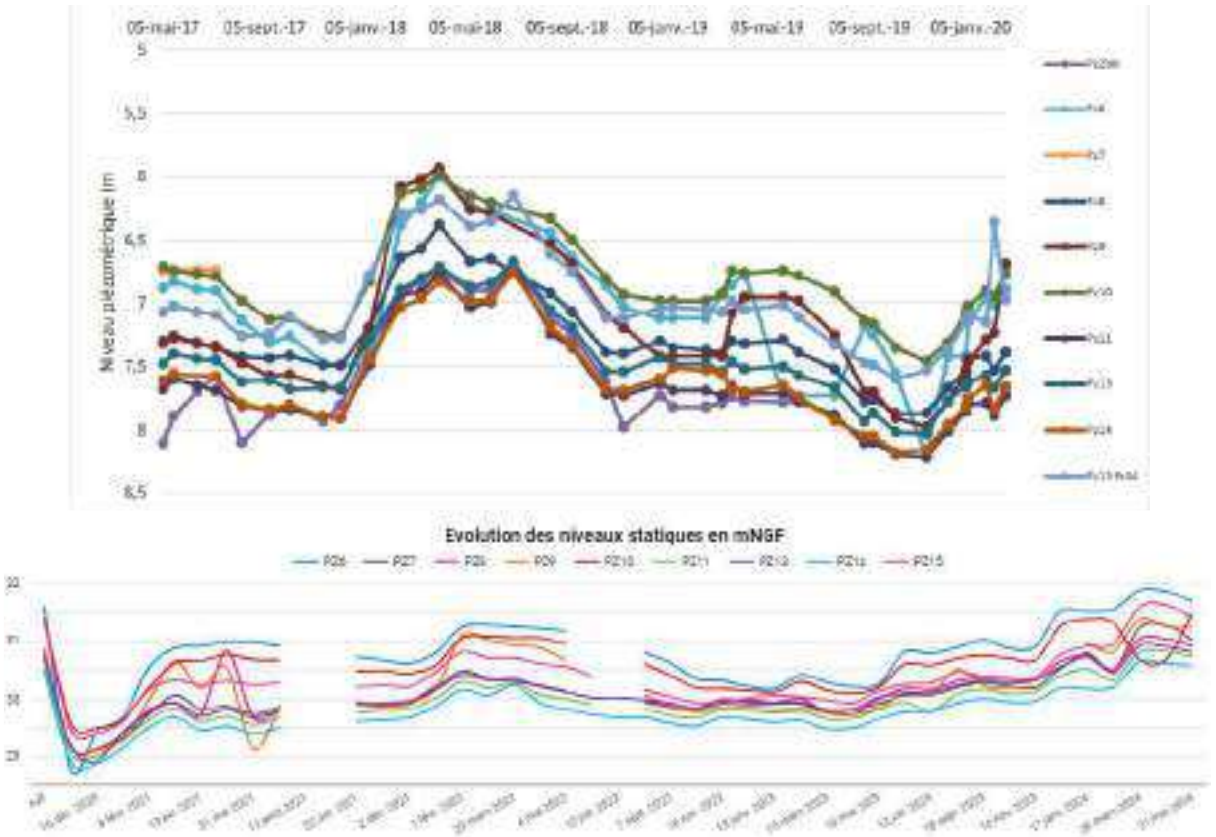


Figure 8 : évolution des niveaux statiques entre 2017 et 2024 (source Soleo et GRS Valtec)

1.2 SYNTHESE DE LA POLLUTION IDENTIFIEE

1.2.1 Pollution dans les sols

Les études antérieures réalisées ont mis en évidence plusieurs zones impactées :

- **Au droit de la zone friche (hors délaissé) :** Cette zone a fait l'objet d'une dépollution entre 2005 et 2009 par excavation, biotertre et remblaiement des fouilles avec les terres dépolluées. A l'issue de cette dépollution, des impacts résiduels ainsi que des zones non dépolluées expliquent la présence d'un bruit de fond en hydrocarbures (HCT/HAP) observé au droit de l'ensemble de la zone. Les teneurs maximales en Hydrocarbures totaux (HCT) oscillent autour de 2 500 mg/kg MS (seuil de dépollution habituellement retenu sur les sites SNCF) et les teneurs en HAP sont inférieures à 220 mg/kg MS.

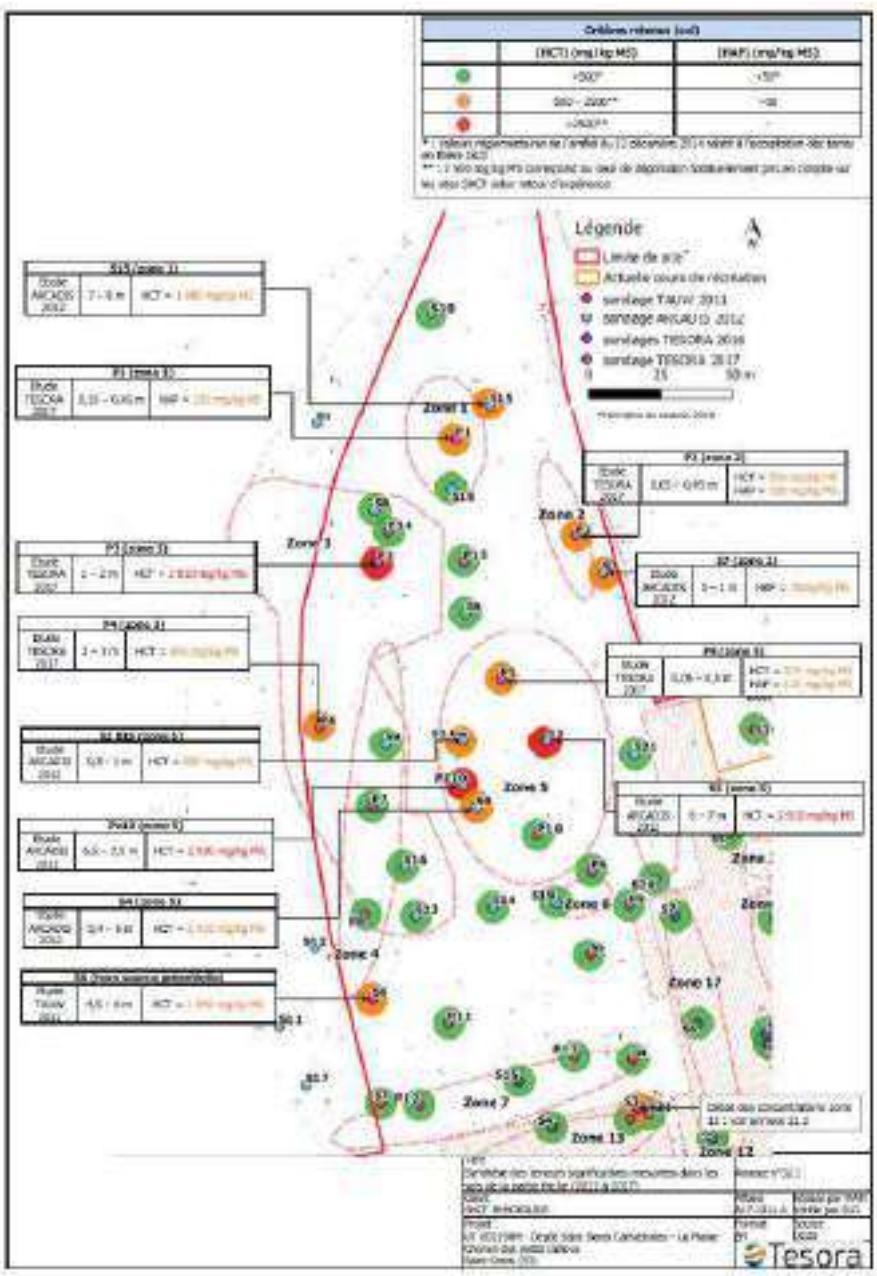


Figure 9 : cartographie des impacts sols au droit de la friche 2017 (source TESORA)

- **Au droit de la petite Cathédrale** : zones 14 et 15. Cette source de pollution est localisée au droit d'une ancienne fosse de récupération et de stockage des huiles et des produit chimiques présente en bordure sud-ouest de la Petite Cathédrale. Elle est caractérisée par la présence de concentrations importantes en composés organohalogénés volatils (COHV jusqu'à 22 mg/kg - TCE et PCE) et ponctuellement en HCT (jusqu'à 2 700 mg/kg) dans les sols . Ses extensions latérale et horizontale sont insuffisamment documentées (sondages réalisés dans la fosse trop court pour statuer sur la présence d'une source de pollution profonde aux COHV).

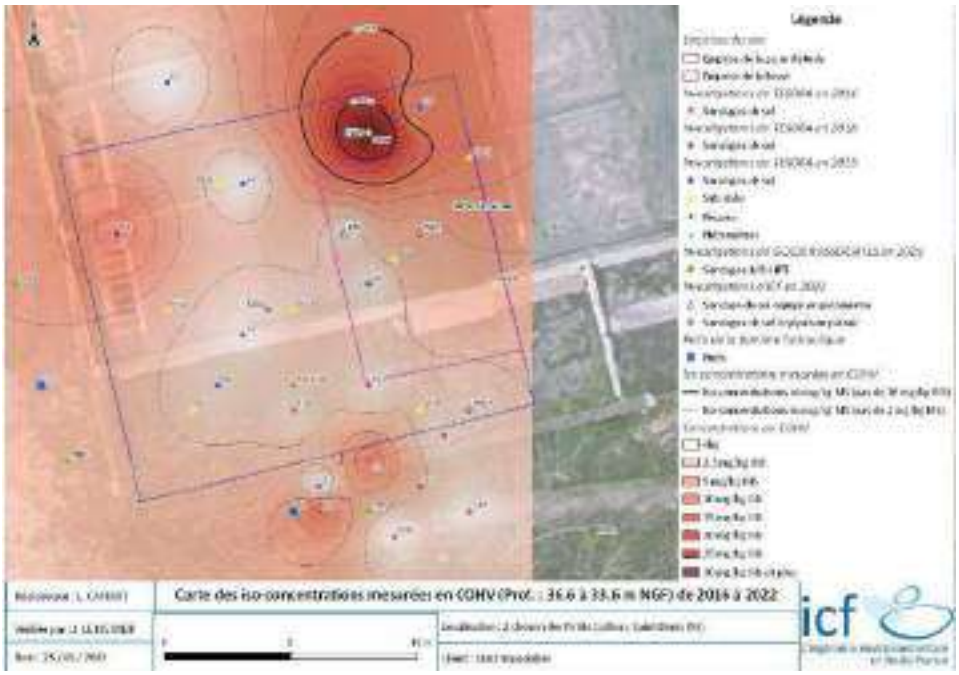


Figure 10 : Cartographie de la pollution en COHV dans les sols – zone 14 (source ICF)

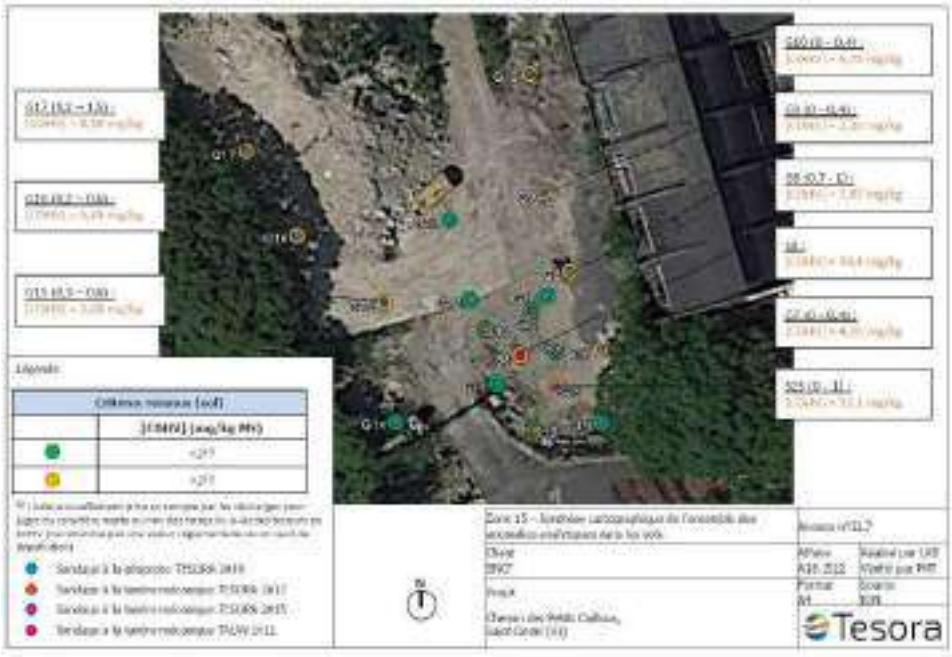


Figure 11 : cartographie des anomalies sol retrouvées en zone 15 (source TESORA)

- **Au droit de la petite Cathédrale :** zone 13. Cette source de pollution est caractérisée par des concentrations significatives en HCT dans les sols et des contaminations modérées en COHV, BTEX et hydrocarbures dans les gaz des sols

- **Au droit de la grande Cathédrale :** zone 10 (bordure Est des Grandes Cathédrales – cuve enterrée Hydrocarbures). Cette source de pollution est caractérisée par des concentrations importantes en

HCT en surface dans les remblais et dans une moindre mesure dans le terrain naturel. VALGO a considéré une surface impactée de 100 m² sur 7 m de profondeur.

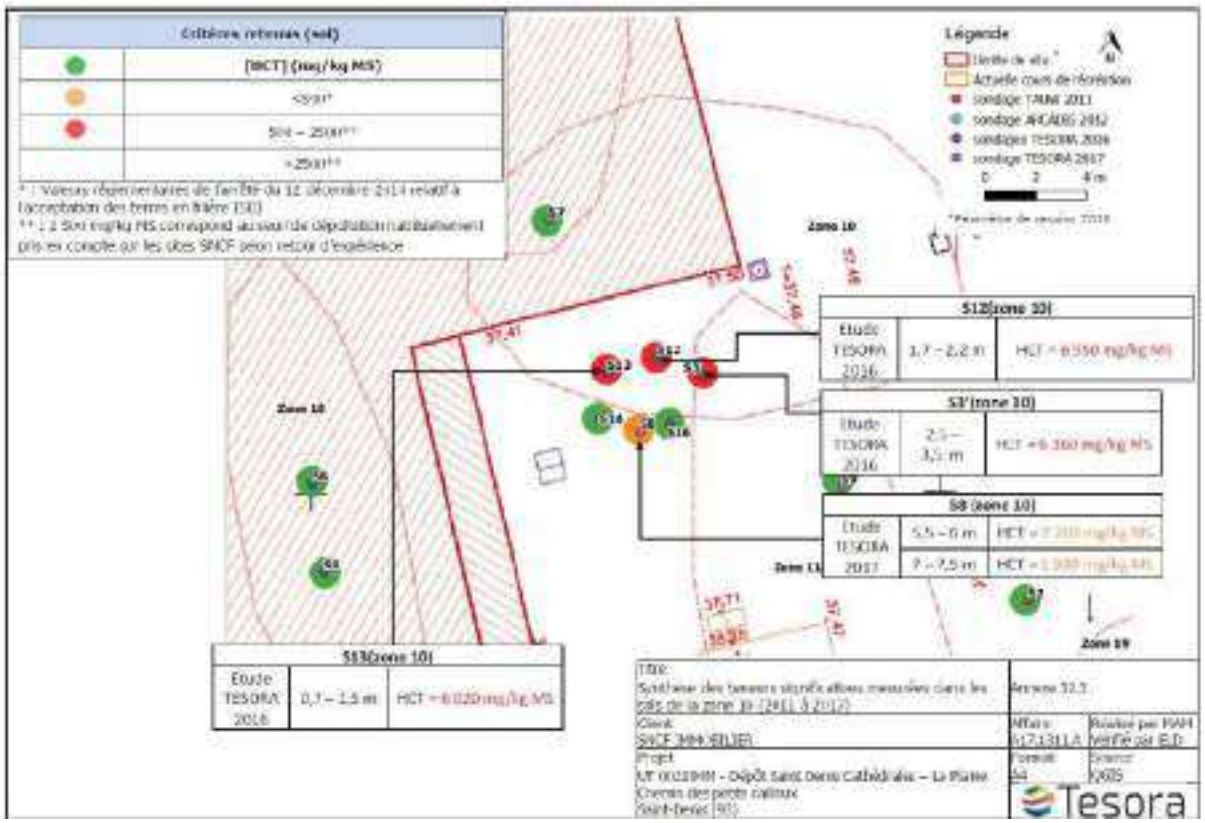


Figure 12 : synthèse des impacts en HCT en zone 10

1.2.2 Pollution dans les eaux souterraines

- **Au droit de la friche** : Un bruit de fond en solvants chlorés (COHV) est observé au droit de l'ensemble des piézomètres implantés sur le site (10-100 µg/L). Par ailleurs des teneurs modérées en hydrocarbures (HCT) sont observées au droit des zones 3 et 5 (Pz6 et Pz9) issus des résiduels de la dépollution de 2010. **Depuis février 2022 aucun ouvrage ne présente de phase flottante.** Néanmoins, au droit du Pz6, l'observation de produit flottant est en corrélation avec la baisse du niveau piézométrique. Comme le niveau piézométrique n'a jamais atteint celui de 2020, Valgo restera vigilant sur le retour de flottant dans le cas d'une baisse du niveau piézométrique. Un film a également été aperçu aux abord de l'ilot Faubourg.

Figure 13 : évolution de l'épaisseur de flottant depuis 2020 (source GRS Valtec)

- **Au droit de la petite cathédrale.** Un impact en solvants chlorés (de l'ordre de COHV < 2 900 µg/L) est observé au droit de la zone 14 (Pz14, Sud-ouest des Petites Cathédrales extérieur). On observe une diminution des teneurs au droit de cet ouvrage depuis 2015. Depuis 2017 les concentrations un niveau des piézomètre existants semblent s'être stabilisées.

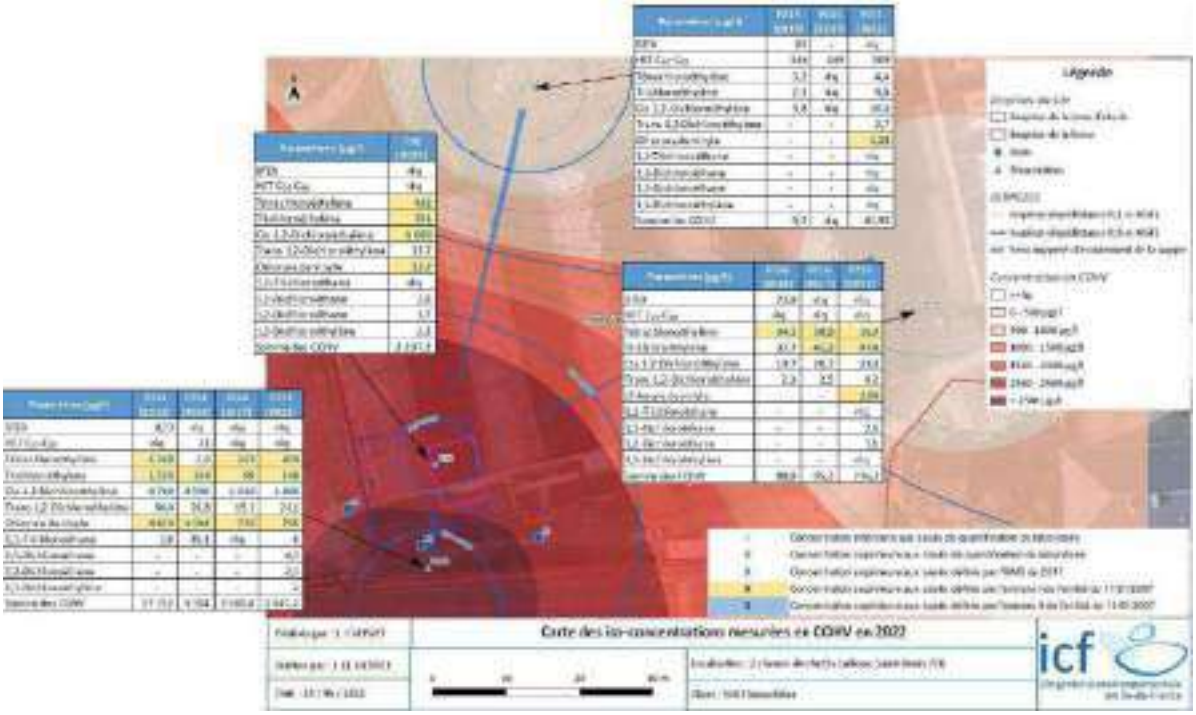


Figure 14 : cartographie des COHV dans les eaux souterraines - sources 14 et 15 (source ICF)

Une barrière de pompage a été disposée par la SNCF en limite de cette pollution pour éviter/limiter l'extension d'un panache de pollution aux COHV/hydrocarbures vers l'école Niki de Saint Phalle. L'eau est pompée via les 3 puits de pompage, puis traitée sur filtre à charbon actif avant rejet au Réseau. Les débits de pompage sur P1, P2 et P3 sont de **1 m 3 /h en moyenne** par ouvrage

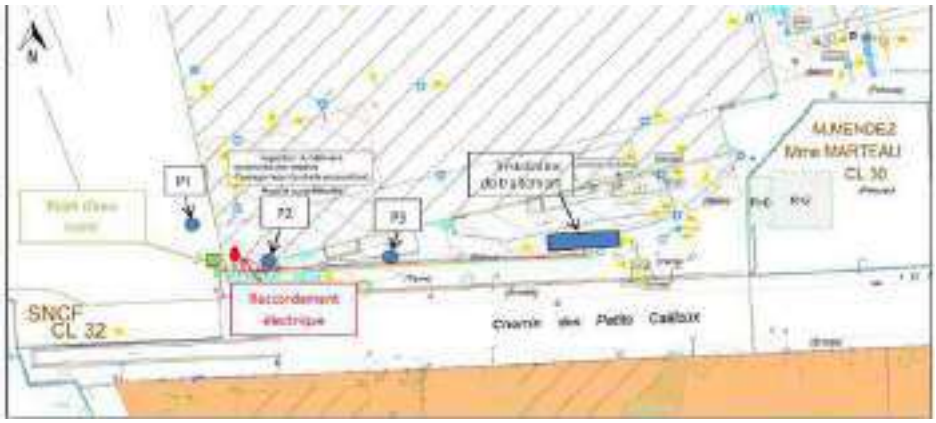


Figure 15 : Plan de la barrière hydraulique en place en aval de la source 15 (source GRS Valtec)

Les concentrations en COHV ont diminué depuis 2017 de plus de 20 mg/l, pour se stabiliser stabilisées à 1mg/l en P2.

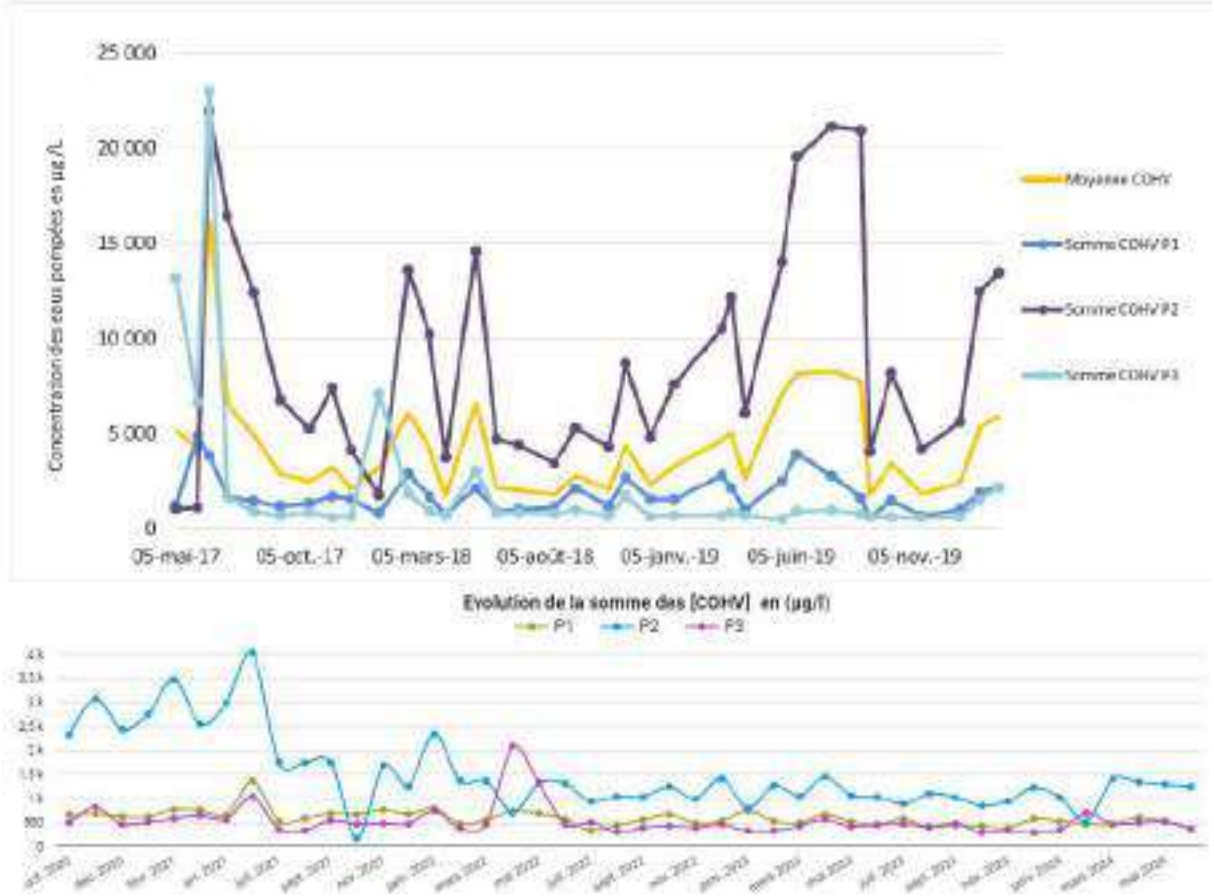


Figure 16 : Evolution des concentrations en COHV sur les trois puits de pompage (source GRS Valtec et Soleo)

Les teneurs en BTEX restent inférieures aux seuils de quantification du laboratoire depuis mai 2022 sur les trois puits.

Figure 17 : Evolution des concentrations en BTEX (en µg/l) sur les trois puits de pompage (source GRS Valtec)

Valgo n'est pas responsable de l'exploitation ni de la dépose de la barrière hydraulique en place.

1.2.3 Pollution dans les gaz de sol

- Au droit de la friche, **aucune teneur significative n'a été mesurée** lors des différentes campagnes
- **Au droit des Cathédrales :** Seules des teneurs significatives en solvants chlorés ont été mesurées au droit de la zone 14, après application des facteurs d'atténuation. Néanmoins, un impact notable est présent au droit du Pzair2 dans les grandes cathédrales en TCE.

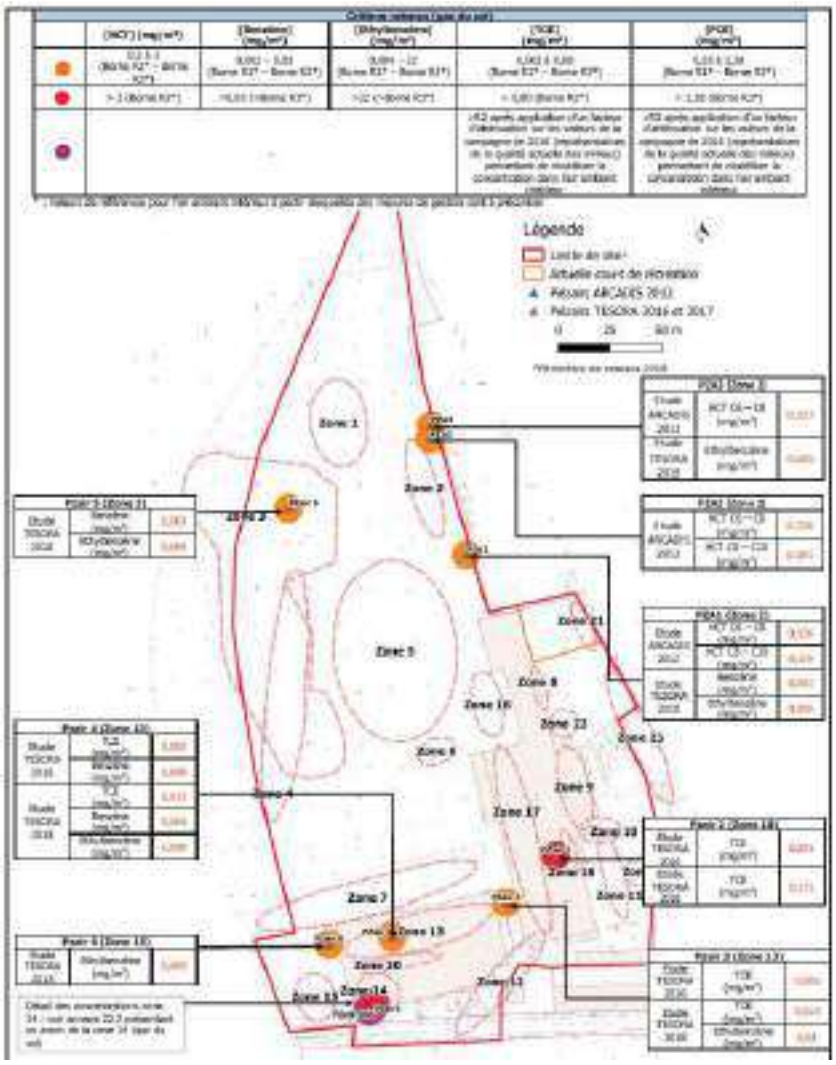


Figure 18 : Synthèses des teneurs dans les gaz du sol (source Tesora)

2. PHASE D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES, PLAN DE GESTION ET PCT

2.1 DESCRIPTION DES MISSIONS ET ESSAIS

Se référer à la Méthodologie des investigations complémentaires (REF 22-B-95-00045-IC-VD, version du 26/05/2025).

Le Plan de gestion définira les différentes mesures de gestions possibles permettant l'atteinte des objectifs de réhabilitation fixés, c'est-à-dire permettant le changement d'usage du site.
A l'issu du plan de conception des travaux, un bilan « Coûts – Avantages » permettra de sélectionner la solution technico-économique la plus viable, c'est à dire celle qui offre le meilleur compromis entre les travaux de dépollution et l'usage du site.

2.2 ENGAGEMENT DE VALGO

VALGO s'engage à mettre en œuvre les moyens nécessaires à la réalisation des travaux nécessaire pour l'atteinte des objectifs de dépollution qui seront fixés dans le cadre du plan de Gestion pour permettre la mise en état du Site compatible avec son Usage Futur ;

Les travaux décrits dans ce présent mémoire technique sont des exemples de mesures de gestion pouvant être mise en place. Valgo s'engage à réaliser les travaux dans le délai précisé dans le planning opérationnel prévisionnel, les moyens, résultats et délais étant dans tous les cas contrôlables et ajustables en cours de travaux.

VALGO est un acteur indépendant reconnu de l'Union Professionnelle de la Dépollution des Sols (UPDS), spécialisé dans la réhabilitation de sites et sols pollués. VALGO dispose de nombreuses références de gestion de terres polluées et de déchets, ce qui nous permet de répondre au mieux aux objectifs de ce projet et d'offrir l'assurance que ces travaux soient réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur et selon les règles de l'art. Lors de la réalisation des travaux, un soin tout particulier sera apporté à la gestion des flux de matériaux, aux contrôles analytiques, à la tenue et la mise à jour des plans d'exécution et documents de récolement.

VALGO s'engage à respecter rigoureusement les consignes en matière d'hygiène, de sécurité et de conditions de travail telles que stipulées dans le code du travail et par l'éventuel coordinateur sécurité.

3. MOYENS GENERAUX MIS EN ŒUVRE

3.1 EQUIPE PROJET DE VALGO

Afin de mener à bien cette mission, VALGO mettra en place une équipe projet, dont les membres et les rôles sont définis dans le tableau ci-dessous.. L'équipe projet est présentée ci-dessous.

Poste	Mission	Interlocuteur
Superviseur	Supervision de l'ensemble du projet Veille au respect des procédures internes relatives à la technique et à la qualité	Alexandre Petit
Chef de projet	Coordination du projet, la gestion du chantier sur le terrain Gère la communication régulière avec le représentant du client Interlocuteur privilégié auprès du donneur d'ordre	Isabelle Deffain
Chef de chantier / conductrice travaux	Mise en œuvre du traitement sur le terrain et réalisation de son suivi	Marlo Cabannes

Tableau 3 : Equipe projet

De plus, l'équipe projet pourra faire appel si nécessaire aux fonctions support du groupe VALGO, avec en particulier :

- le service Qualité, Santé, Sécurité et Environnement (Xavier LAPEYRONNIE) ;
- le support technique (Christophe RAYNAUD, Matthieu SANGELY) ;
- le support scientifique (Laurent THANNBERGER) ;
- le département géophysique (Fabrice Moreau) ;
- le service RSE (Delphine DEFRANCE) ;
- les fonctions administratives générales (direction administrative et financière, juriste, ressources humaines, informatique, relations publiques et communication…).

3.2 MOYENS MATERIELS ET SOUS-TRAITANCE

VALGO possède ses propres outils et équipements de prélèvements, analyses et de traitement sur site et in situ. Pour certaines tâches, il sera fait appel à un sous-traitant. Dans le cadre de ce projet et à ce stade de l'étude, les moyens prévus pour le projet sont listés dans le tableau ci-dessous (liste non exhaustive).

Etape	Matériel en propre	Prestation sous-traitée	
		Mission/Moyens	Prestataire
Diagnostic pyrotechnique	Radar Stream X 600 Mhz Multi-Antennes, IDS. GPS ICG 60, LEICA, GPS X Blue. Outils de marquage (piquets, peinture…) Logiciels utilisés : Greed HD / Surfer 11, Radan 7		
Multiphases	EPC : Barrière, plot, balise multigaz (COV, LIE), explosimètre…	Relevé géomètre	A définir
	EPI particulier : combinaison, masque à cartouches	Système de désodorisation	WESTRAND
Pose d'ouvrage et réseau		Forage et installation de puits de traitement	Arcilla
		Moyens TP* (scie-sol, pelles, camions…) pour installation des réseaux enterrés	VALERIAN
Traitement in-situ	Unité de traitement	Vérification électrique de l'installation avant lancement	SOCOTEC
		Fourniture filtre, unités de traitement et d'injection et charbon actif	CTP
Prélèvements et mesures (matrices diverses)	Matériel de prélèvement (toutes matrices)	Analyses chimiques en laboratoire	Eurofins
	Analyseur de terrain (PID, kit semi-quantitatif…)		
	Mesures physicochimiques de suivi du traitement		

Tableau 4 : Moyens matériels et sous-traitance

3.2.1 Installation de chantier

Les installations de chantier pour la partie dépollution varient en fonction des travaux à effectuer. Elles sont composées de :

- La base-vie , qui sera mise en place uniquement quand ce sera nécessaire, et sera la plupart du temps une roulotte autonome.

- Une aire de stationnement des véhicules légers (travailleurs et visiteurs), à proximité de la base-vie ;
- Une zone pour l'évacuation des déchets.

Ces installations de chantier pourront être mutualisées avec le lot terrassement.

Un zonage de chantier sera mis en place :

- **La zone Verte :** Zone de parking, bureau / salle de réunion et sanitaire : Respect des consignes générales du chantier mais pas de disposition particulière ; Sas entre zone verte et zone orange constitué par la zone de dépose des EPI souillés ;
- **La zone Orange :** Zone de chantier hors des zones de terrassement et de traitement ;
- **La zone Rouge** : Zones polluées avant et pendant excavation des terres contaminées. Zone de stockage des terres polluées.

Elle sera a priori située à l'entrée du chantier chemin des petits cailloux, au Sud des cathédrales.

Le gardiennage du site n'est pas compris dans notre offre, à l'exception de la surveillance des engins et base vie du groupement.

3.2.2 Alimentation en électricité

Les unités de traitement envisagées nécessiteront un point de branchement électrique en triphasé, localisé à proximité de l'unité. VALGO intègre à sa proposition le raccordement de chantier, la fourniture du coffret de chantier, ainsi qu'un câble de 50 mètres de longueur maximale. Le câble électrique sera protégé dans une gaine TPC rouge circulant à même le sol.

Le branchement est envisagé au même endroit que le branchement de la barrière hydraulique actuel, au Sud-Est de la petite cathédrale.

Ce coffret électrique sera conforme aux prescriptions en vigueur et comprendra notamment un disjoncteur différentiel 500 mA (norme NFC 62411) et un disjoncteur non différentiel (norme NFC 62412).

Avant la mise en service, les vérification/certification électrique de l'installation auront été préalablement réalisées par un bureau de contrôle agréé qui émettra un certificat de conformité.

3.2.3 Alimentation en eau

Un branchement d'eau sera demandé pour l'alimentation de l'unité de traitement et de la base vie, avec un raccordement dédié, chemin des petits cailloux. En effet, les travaux nécessitant un apport d'eau son principalement les travaux d'injection.
Le raccordement en eau nécessaire aux travaux de terrassement (pour brumisation notamment) est prévu dans l'offre de terrassement.

3.2.4 Rejet des eaux dans le réseau

SI les mesures de gestion envisagées nécéssitent des rejet d'eau, Valgo effectuera une demande de convention de rejet au réseau correspondante. Au stade de l'offre, il est considéré un point de rejet au même endroit que la barrière hydraulique (su-est de la petite cathédrale) et les seuils de rejet de l'arrêté du 2 février 1998, soit ceux-ci-dessous.

Polluant	Seuil (mg/l)
Benzène	1,5
Trichloroéthylène	0,5
Perchloroéthylène	0,5
Chlorure de vinyle	1,5

Tableau 5 : seuils de rejet considérés – AP du 2 février 1998

La redevance de rejet est à la charge du maître de l'ouvrage.

3.3 ASPECTS HYGIENE SECURITE ENVIRONNEMENT

Sur tous ces projets, VALGO met en œuvre une politique HSE active et intégrée aux aspects opérationnels. En particulier, préalablement au démarrage du chantier, une analyse des risques spécifiques du chantier sera menée et retranscrite dans un plan particulier de sécurité et de la protection de la santé (PPSPS). Cela permettra de prévoir les mesures et moyens spécifiques à mettre en œuvre pour réaliser le chantier dans de bonnes conditions de sécurité, pour les opérateurs, le voisinage et l'environnement général.

A ce stade du projet, les points particuliers HSE à prendre en considération sont listés dans le tableau ci-après par thématique. Le détail concernant ces points spécifiques et les volets généraux de l'aspect HSE du chantier seront détaillés au démarrage du chantier.

Sujet	Analyse particulière pour ce projet	Moyens/Précisions
Base-vie	En fonction des mesures de gestion et des phases	2 à 4 personnes Branchement électrique et eau à prévoir
Pyrotechnique	Note spécifique sur la sécurisation pyrotechnique pendant les travaux : 22B9500045-Sécurisation pyrotechnique du 20/02/2025	
Zonage du chantier	Prévue, en particulier : • lors de la phase d'installation des ouvrages • une fois l'installation mise en service, • au niveau des zones de coactivité Respect du plan d'installation de chantier validé par le MOE	Barrières HERAS et signalisation
Bruit	Environnement sensible Vigilance à l'emplacement de l'unité de traitement	EPI à disposition Campagne de mesures de bruit (par sonomètre)
Air	Vigilance lors de la phase d'installation, mais nuisance très localisée	EPI à disposition Contrôle des rejets
Propreté du chantier	Vigilance lors des phases d'extraction des infrastructures et d'excavation des terres	Pas d'évacuation hors site
Conformité règlementaire	Rejet au réseau Stockage de produits chimiques soumis à Déclaration au titre de la règlementation ICPE Déclaration des forages de + de 10m de profondeur au code minier	Etablissement d'une convention de rejet (dans le lot terrassement) Déclaration si nécessaire pour l'oxydant/réducteur utilisé Déclaration au code minier prévu dans la phase diagnostic
Impact Faune/flore	Zone de défend pendant le diagnostic et les travaux	

Tableau 6 : Aspects HSE spécifiques du chantier

4. SOLUTIONS DE GESTIONS ENVISAGEES D'ETRE DEPLOYEES SUR LE SITE

4.1 TERRASSEMENT DES SOURCES CONCENTREES

4.1.1 Zone friche

Les terrassements des sources concentrées au droit de la friche sont compris dans le marché des terrassements, ainsi que toutes les mesures de sécurité liées à ces travaux. La définition des sources concentrées dépend des seuils fixés dans le plan de gestion.
Les volumes prévisionnels à terrasser, basés sur le plan déblais/remblais du 18/12/2024, sont les suivants :

Zone concernée	Volume de déblais - hors démolition	Volume de béton à démolir	Volume à traiter en biopile (10%)
Ilot des enfants	5009	882	501
Ilot Parc	3543	1029	354
Ilot faubourg	1483	925	148
Le Parc - hors butte BTP	12661	2555	2619
Alvéole 1	3600	0	360
Alvéole 2	1785	0	178,5
Total	**28081**	**5390**	**4161**

Tableau 7 : Volumes prévisionnels (m3) de déblais

Ces volumes seront confirmés :

- Par les résultats du diagnostic complémentaire des sols au droit de la friche et l'établissement du plan de gestion (notamment la définition des seuils)
- Par le plan définitif de livraison du niveau fini par l'AMO VRD (Cabinet Merlin)

Suite au diagnostic et plan de gestion, un plan de maillage sera établi et chaque maille à terrasser sera orientée selon sa catégorie :

- Les terres inertes de type I, conforment aux seuils inertes, seront réutilisées au droit du projet sans prescriptions particulière pour un usage récréatif (hors cultures de végétaux comestibles) ;
- Les terres de type II, conformes aux seuils de réhabilitation, seront réutilisées au droit du site avec un simple recouvrement par 50 cm de terre inerte et sous voirie si leurs propriétés mécaniques le permettent ;
- Les terres non inertes de type III, dépassant les seuils de réhabilitation, seront dépolluées sur site par biopile et une fois l'atteinte des seuils définis dans le plan de gestion ces terres deviendront des terres de type II et pourront être remblayées.
- Les terres non inertes de type IV, dépassant les seuils de réhabilitation et ne pouvant pas être traitées en biopile, seront encapsulées dans deux alvéoles d'environ 4 000 m^2 prévues à cet effet.

Afin d'assurer le tri des déblais, un technicien sites et sols pollués est prévu pour suivre les travaux de terrassement (cadence moyenne de terrassement de 300m3/jour).

Dans le cadre des travaux d'aménagement préalables, le parc sera livré à – 50 cm d'altimétrie au niveau global (butte et ensemble de l'espace vert) afin de permettre à Plaine Commune l'apport de 50 cm moyen de pleine terre.

Le transport des déblais vers l'aire de traitement et l'alvéole est compris dans le lot terrassement.

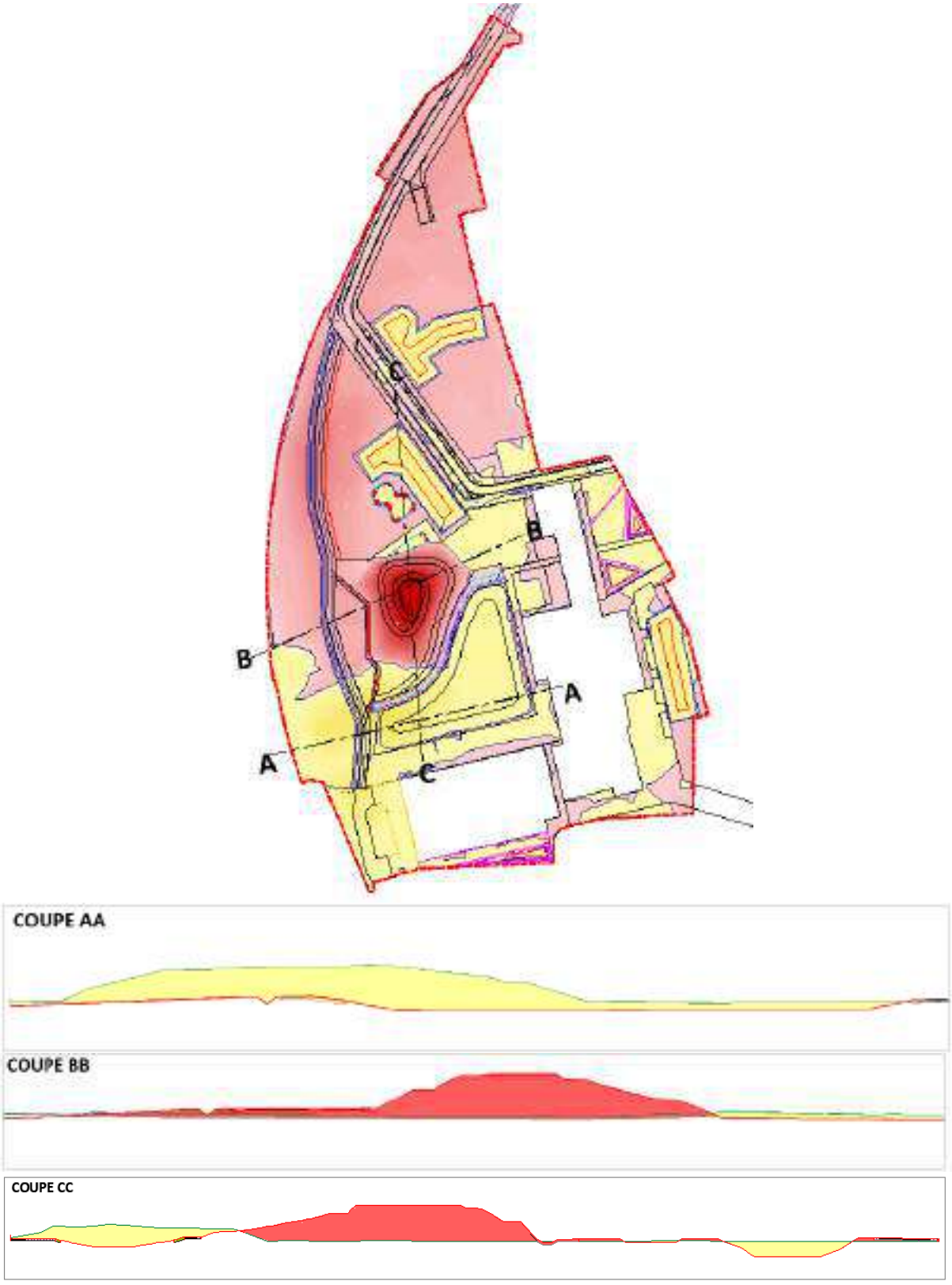


Figure 19 : Plan et coupes des déblais/remblais

4.1.2 Terrassements profonds des sources concentrées des petites et grandes cathédrales – zone non saturée

Au droit des sources sol identifiées dans les petites et grandes cathédrales, les terres pourront être excavées, si elles sont accessibles, afin d'être envoyées en traitement par biopile ou enfouissement dans les alvéoles, selon leur catégorie.

zone concernée	volume (m3)
Zone 14	450
Zone 15	450
Zone 10	700
grandes cathédrales	1000
Total	**2600**

Tableau 8 : Volumes prévisionnels de terres impactées à traiter provenant des petites et grandes cathédrales

Ces terrassements dans ou proche des bâtiments seront contraints et devront donc faire appel à des moyens de soutènements.
Ceux-ci seront dimensionnés par les études géotechniques G2 PRO, prévus lors de la phase de diagnostic.
Si le plan de gestion et/ou l'étude géotechniques concluent de l'inaccessibilité des sources, elles pourront être laissées en place, sous réserve de vérifier la compatibilité sanitaire

Figure 20 : exemple de terrassement en blindage bois (pour zone 14) et blindage coulissant (zone 15)

La surveillance éventuelle de la stabilité des ouvrages n'est pas comprise dans notre offre.

Compte tenu de la présence potentielle de forte concentration en hydrocarbures et COHV et les travaux se réalisant en milieu confiné et restreint, il sera nécessaire de mettre en place des dispositions de protection des travailleurs en fouille telles que l'extraction et le traitement des gaz en fouille.

Le remblaiement de la fouille se fera au moyen de matériaux provenant du site.

Des analyses en HCT et COHV seront réalisées par lot de 100 m3 pour déterminer les lots sains à remblayer, les lots devant être traités par biotertre et les lots devant être enfouis.

4.1.3 Option de substitution de sol

En lieu et place d'un terrassement contraint, il est envisagé de la substitution de sol. Cette option sera étudiée dans le cadre du plan de gestion.

4.2 CRIBLAGE DE LA BUTTE DU BTP

4.2.1 Localisation et hypothèses de dimensionnement

Un merlon de terre de 13500 m3 a été identifié sur le site.

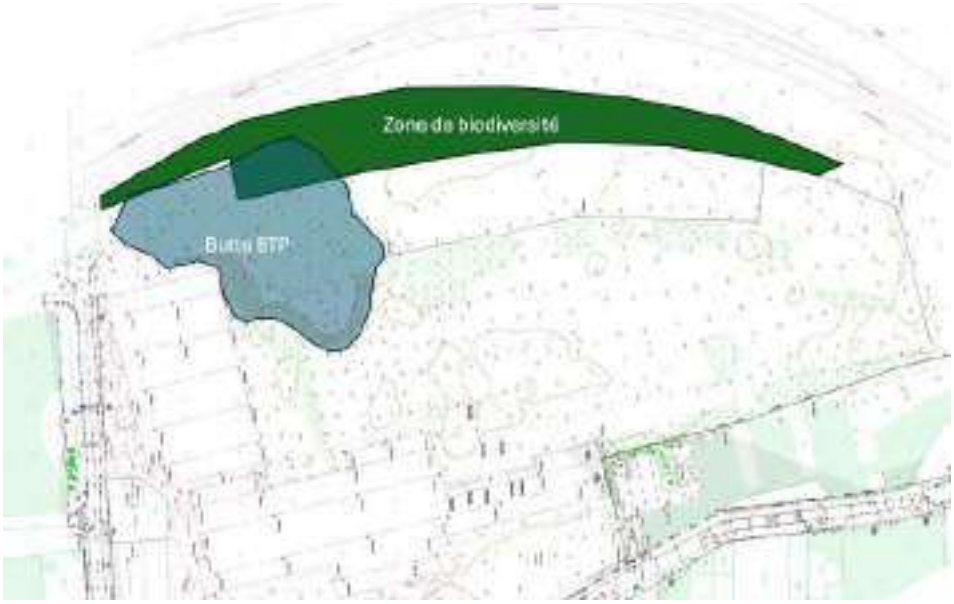


Figure 21 : localisation du merlon des déchets du BTP

Dans son étude A19.1645.B, TESORA a caractérisé le volume correspondant.
Environ 1/3 du merlon est constitué de fraction grossière pouvant être géré autrement que par évacuation en filière (DIB, recyclage, réutilisé sur site ou géré avec les déchets béton provenant de la démolition du site). 2/3 du merlon est constitué de terre pouvant être réutilisées sur place sans traitement car ne présentant pas de dépassement sur des paramètres organiques (seulement lixiviats).
En se basant sur ce constat, on peut émettre les hypothèses sur la composition du merlon suivant :

Gestion déchêts BTP	Volume (m3)
DIB (10%)	1353
béton à concasser (30%)	4058
terre à remblayer sans traitement (60%)	8116
Total	**13527**

Figure 22 : Estimation du résultat du criblage de la butte des déchets du BTP

Il est à noter qu'aucun matériau amianté n'a été identifié. Cette offre n'intègre pas la gestion d'amiante.

4.2.2 Description des travaux

Le criblage de la butte est envisagé de deux manières :

- Soit par un crible mobile.
- Soit par une pelle équipée d'une pince et deux techniciens en pied de pelle pour le tri.

Ces travaux seront réalisés en période estivale.

Figure 23 : exemple de criblage avec crible mobile

Les matériaux seront séparés dans des bennes ou sur des tas :

- Les terres criblées qui seront remblayées sans traitement (reprise et remblaiement dans le marché terrassements)
- Les bétons, brique, carrelage et enrobés… qui seront concassés et réutilisés sur site ou stockés (pistes de chantier par exemple).
- Les plastiques et autres déchets non putrescibles pour être évacués hors site
- Le bois non traité
- Le bois traité à évacuer hors site
- Les déchets dangereux à évacuer hors site

- Ainsi la quantité à évacuer hors site sera réduite au minimum. L'évacuation de ces déchets est à la charge du Maître de l'Ouvrage

4.3 TRAITEMENT PAR BIOPILE DES SOURCES SOLS HCT/COHV

4.3.1 Eléments de dimensionnement

Les terres à traiter en biopile sont celles dont l'impact en HCT et/ou COHV dépasse le seuil de coupure fixé dans le plan de gestion et dont les essais laboratoire ont permis en conclure sur leur traitabilité. Au stade avant PG/PCT, seront traitées en biopile :

- Les terres issues des sources 10, 14, 15 et dans la petite cathédrale
- 10% environ des terres terrassées dans le cadre des terrassements généraux

Il a été évalué 6 761 m3 en tout, soit environ 12200 tonnes de terres à traiter

4.3.2 Les moyens à mettre en œuvre

4.3.2.1 Moyens humains

Pendant toute la durée des travaux, les opérations seront encadrées par un conducteur de travaux VALGO. Une équipe d'environ 3 représentants VALGO sera présente sur site pour la réalisation des opérations.

4.3.2.2 Moyens Matériels

Les moyens matériels suivants seront utilisés pour ces opérations :

- Des barrières grillagées,
- Un chargeur à chenilles,
- Un compacteur,

- Du géotextile et du géoflim,
- Un chariot télescopique,
- Des pelles mécaniques à chenilles,
- Des drains agricoles D80,
- De la tuyauterie PVC,
- Des buses béton D500,
- Du matériel de pompage,
- De l'outillage électroportatif,
- Du compost,
- 4 unités de ventilation conteneurisée,
- Des filtres à charbon actif,
- Du matériel de terrain pour le monitoring de la biopile.

4.3.3 LOCALISATION DE L'AIRE DE TRAITEMENT DES TERRES (BIOPILE)

Comme les travaux du Grand Paris Express ont nécessité la création d'une grande aire plane propice à la mise en œuvre de biopile, et dont la livraison n'est pas sur le chemin critique (au droit du futur parc et ilot parc).

Au total, 6 761 m³ en place sont pressentis comme éligibles au traitement en tertre. Par retour d'expérience, le foisonnement pour la lithologie identifiée (remblais et marnes) est de 20 %. Il faudra donc stocker 8 112 m³ foisonnés. Nous proposons de traiter ces matériaux sur deux piles. L'aire de traitement sera créée avec les dimensions suivantes : 140m x 40m.

Biopile	Dimension (L x l)	Hauteur max.	Volume de matériaux (m³)*
Biopile n°1	120 x 15 m	3 m	4 010
Biopile n°2	120 x 15 m	3 m	4 010
Total			**8020 m³**

Tableau 9 : Dimensions des tertres

**Calcul avec talutage 3/2*

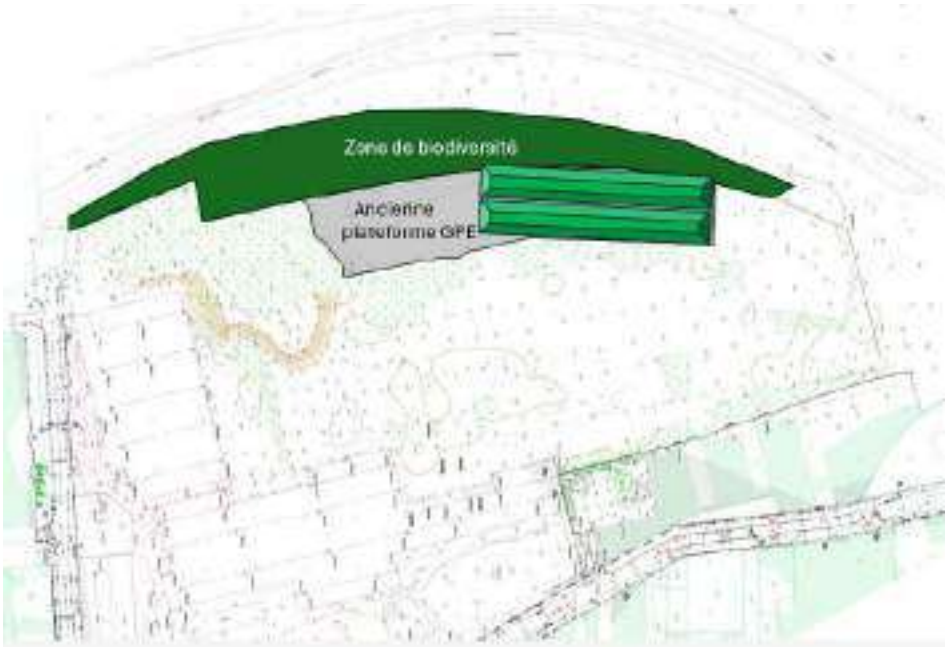


Figure 24 : Plan de localisation des zones de traitement

4.3.4 DESCRIPTIF DES TRAVAUX

4.3.4.1 Création de l'aire de traitement

La zone de traitement sera préalablement nivelée au chargeur à chenilles. Les matériaux issus de l'opération serviront à créer des merlons d'environ 50 cm de hauteur sur 4 côtés de l'aire de traitement; le résiduel de terres sera mis en andains sur le pourtour de la zone de traitement afin de matérialiser sa limite.

Une tranchée sera creusée en limite du point bas de la plateforme dans le sens de sa longueur en respectant une pente de l'ordre de 1 à 2 %.

Puis un complexe d'étanchéité composé d'un géotextile et d'un géofilm sera mis en place sur la plateforme et dans la tranchée afin d'éviter tout éventuel transfert de pollution dans les sols sous-jacents.

La tranchée sera remblayée avec du béton concassé 40/80 mm. Au point bas de la tranchée, un puisard sera réalisé au moyen d'une pelle mécanique et équipé de buses en béton de diamètre 50 mm entourée de béton concassé 40/80 mm. Une pompe sera mise en place dans le puisard afin de collecter les eaux d'égouttage des terres qui seront mises en traitement sur la plateforme. Les eaux récupérées pourront être utilisées pour l'humidification des terres au cours du traitement.

Les schémas ci-dessous et page suivante illustrent les éléments décrits ci-dessus.

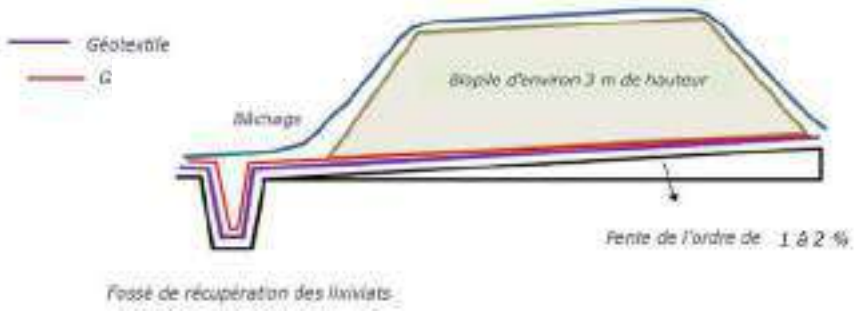


Figure 25 : coupe de principe de la biopile et de l'aire de traitement

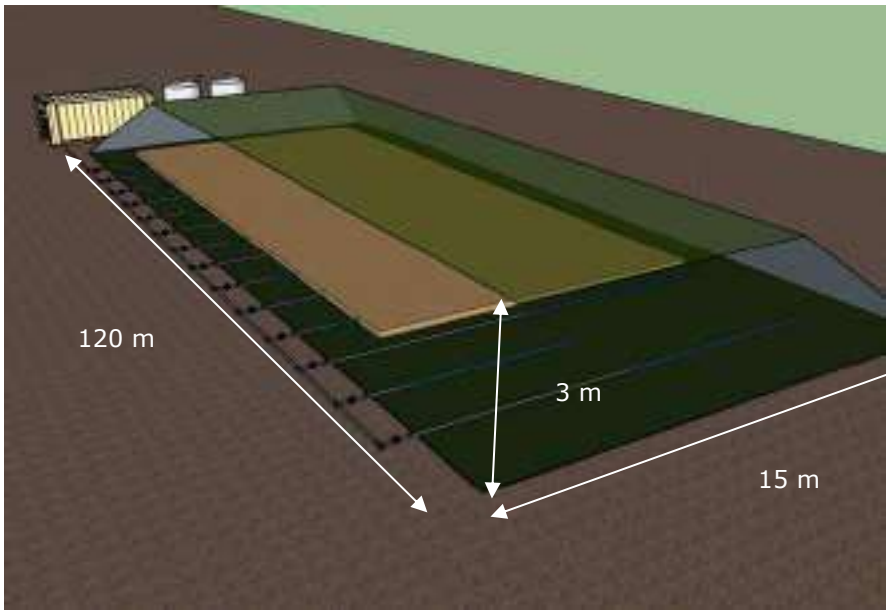


Figure 26 : Dimensions et vue 3D d'une pile

4.3.4.2 Réalisation de la biopile

Les terres impactées issues des zones de pollution seront transférées vers l'aire de traitement au moyen de tracto-bennes.

Ces derniers entreront sur l'aire de traitement en marche arrière en reculant parallèlement aux drains.

Le compost, acheminé sur le site au moyen de camions semi à fond mouvant sera rechargé dans les tracto-bennes au moyen d'une pelle mécanique au fur et à mesure des besoins pour être acheminé jusque sur la biopile où il sera intimement mélangé avec les sols par la pelle mécanique

La hauteur moyenne des piles sera d'environ 3 m.

A l'issue de la réalisation de la biopile, une bâche sera mise en place sur cette dernière.

4.3.5 Réseaux d'extraction d'air des piles et unité

4.3.5.1 Principe général et dimensionnement des débits

Le principe du traitement par tertre ventilé proposé par VALGO pour ce projet est le suivant : les gaz sont captés par un réseau de tuyauteries d'aspiration installés dans les terres, puis sont traités sur un filtre à charbon actif avant rejet à l'atmosphère. Avant passage sur le média filtrant, les gaz transitent via un dévésiculeur permettant d'assurer la séparation air / eau, et ainsi augmenter la durée de vie des filtres à charbons actifs air. Les lixiviats générés par le traitement (percolation dans le tertre et séparation air/eau dans l'unité) sont collectés et filtrés sur CA eau spécifique avant rejet.

L'efficacité du traitement en tertre ventilé repose donc sur le même principe qu'un traitement par venting in-situ : la capacité du système à renouveler l'air contenu dans les terres en andain doit être suffisante pour permettre le transfert des composés volatils vers l'unité de traitement. D'après nos retours d'expérience et la littérature, l'atteinte d'une vitesse d'écoulement de l'air dans les sols de 0,01 cm/s permet un renouvellement efficace. Sur cette base, et en considérant une hypothèse de porosité de 30 %, le débit d'extraction nécessaire est de 8000m3/h.

A ce stade nous retenons une durée maximale de biotraitement de 12 mois avec une ventilation maintenue sur les 9 mois les plus chauds de l'année. La biodégradation n'est que peu active en hiver (Saison froide), nous considérons que le bilan coût avantage est négatif sur cette période (dépense énergétique important Versus Abattement faible).

Ces hypothèses seront vérifiées par la réalisation d'un essai pilote en phase PCT.

Le traitement des 2 tertres ventilé nécessite un débit d'environ 8 000 m3/h pour assurer une circulation suffisante de l'air dans les tas. VALGO prévoit la mise en œuvre de 4 containers abritant une unité de traitement d'air de capacité 2 500 m^3/h à -90 mbar. Les unités seronts raccordées au tertre par une nourrice principale collectant les drains secondaires.

Le design de la pile ventilée avec son unité est repris sur le schéma ci-après :

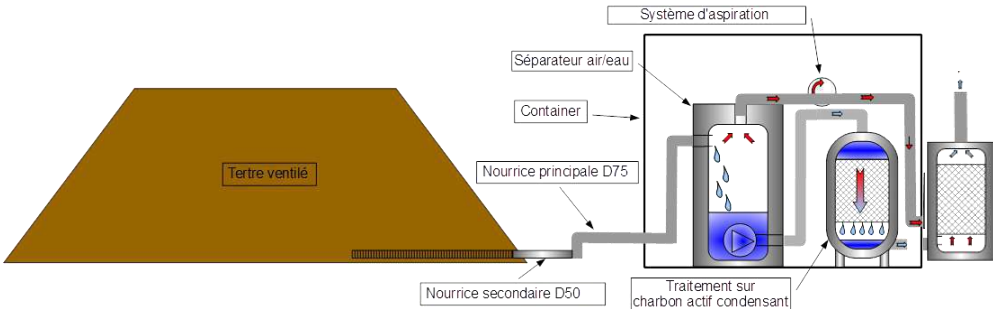


Figure 27 : Schéma de principe d'une unité de traitement du tertre ventilé + filtre charbon actif air

L'unité sera équipée d'un système de télésurveillance qui permettra :

- L'envoi d'une alerte SMS et mail par GSM en cas d'anomalies,
- La mise en sécurité de l'unité d'aération des sols en cas d'apparition d'un défaut ou d'une anomalie dans le process.

Dans le cas d'une alarme ou d'un défaut signalé par le système GSM, un technicien VALGO se rendra sur place pour acquittement du défaut et remise en route du traitement.

Le dispositif de traitement d'air (filtre CA) sera placé à l'extérieur, pour des raisons d'encombrement ainsi que pour faciliter les opérations de renouvellement de la charge filtrante.

Figure 28 : Vue type d'une unité de traitement

Le schéma Pid de l'unité pressentie est donné ci-dessous :

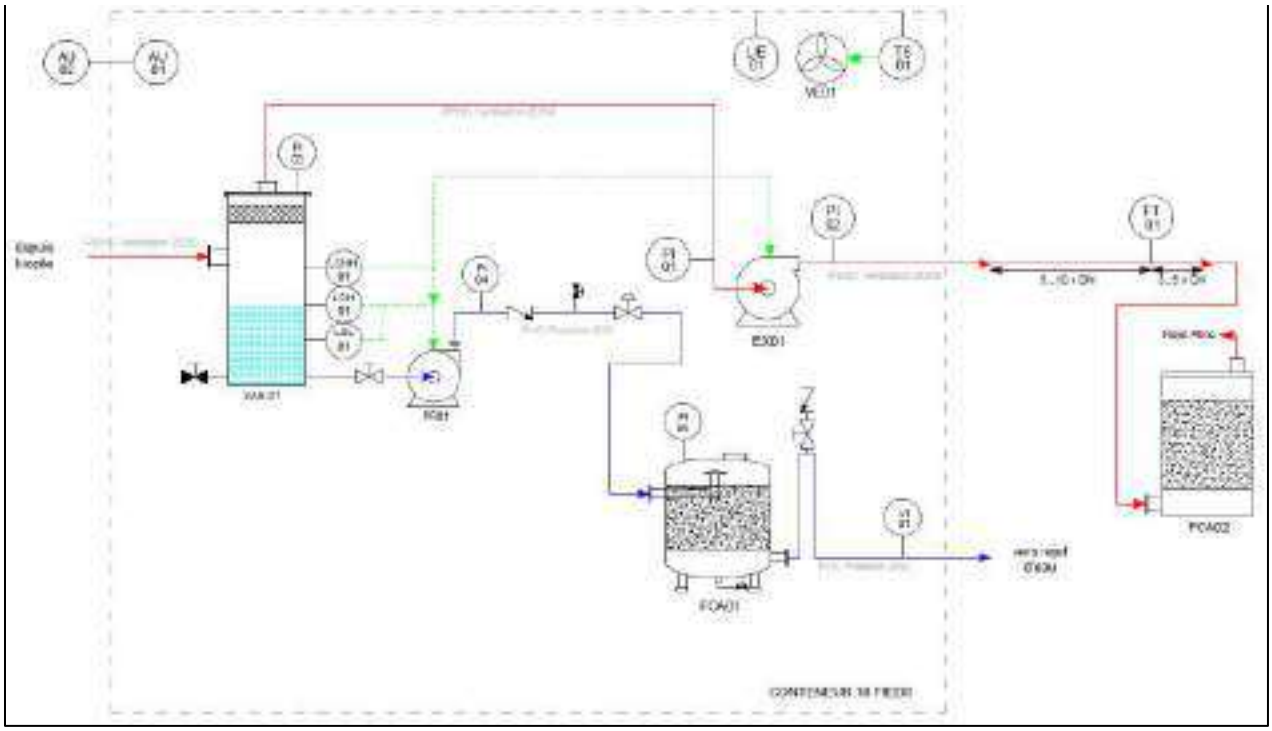


Figure 29 : Schéma Pid d'une unité de traitement (4 prévues)

Figure 30 : Photographies de biopiles réalisées par VALGO avec biofiltres

4.3.5.2 Branchement électrique

Les unités de traitement envisagées nécessitent un point de branchement en triphasé, elles seront branchées sur un coffret électrique. Ce coffret électrique sera conforme aux prescriptions en vigueur et comprendra notamment un disjoncteur différentiel 500 mA (norme NF C 62411) et un disjoncteur non différentiel (norme NFC 62412).

Pour les besoins du traitement biopile, une puissance maximale de l'ordre de **80 kW** en triphasé (400 V) est requise.

4.3.5.3 Drains de collecte et points de mesures

Le système de ventilation des tertres sera composé de drains de collecte secondaires en PVC pression DN50 traversants les terres et reliés entre eux à l'extérieur de la pile par un réseau primaire de diamètre plus large en PVC pression DN 185 (200mm ext) qui assurera la liaison avec l'unité de traitement. Les drains seront mis

en place sur le complexe d'étanchéité et chaque drain sera entouré d'un lit de cailloux de type 40/80 pour éviter le colmatage des crépines. Les drains seront espacés de 3 m et les crépines seront décalées en quinconce. Cette disposition permet de minimiser la perte de charge sur les drains et bien équilibrer la circulation d'air dans l'ensemble de l'andain.

Chaque départ de drain secondaire comprendra un ensemble d'équipements permettant d'ajuster et suivre le traitement :

- Vanne d'isolement, permettant d'augmenter ou diminuer le débit d'air afin d'obtenir une répartition uniforme de ventilation au sein de l'andain. Cette vanne permet également d'isoler une partie de la pile, dans le cadre où les terres seraient conformes à l'objectif de dépollution et ainsi effectuer leur reprise sans stopper le fonctionnement complet du tertre ;
- Té avec bouchon de visite, afin d'effectuer des mesures de contrôle (débit d'air, dépression, mesure PID, ...) ;

La nourrice principale sera équipée d'une vanne de dilution permettant le contrôle des flux entrants dans l'unité de traitement.

Figure 31 : Exemple de réseau drainant sur un tertre ventilé VALGO

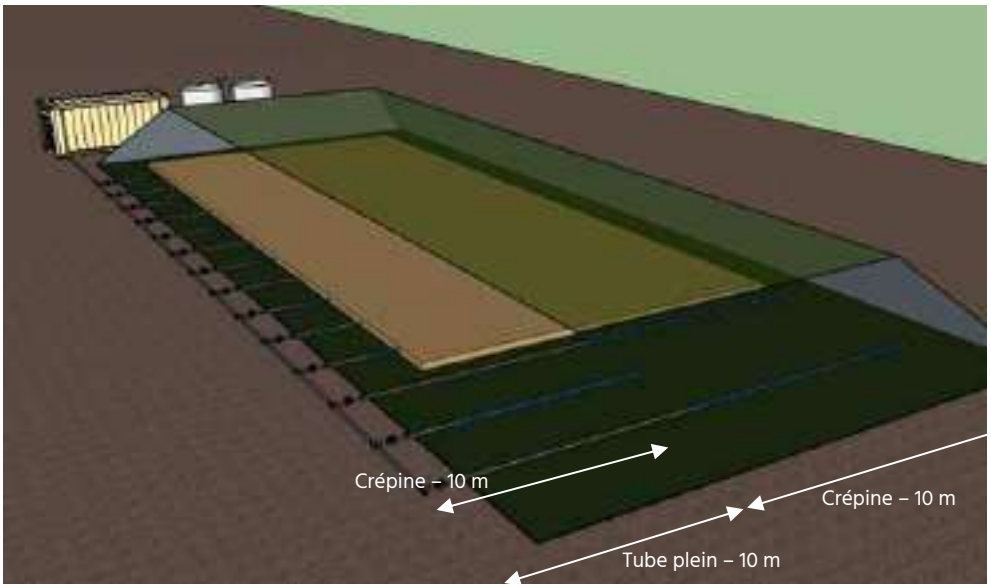


Figure 32 : Aperçu schématique du dispositif d'aération du tertre en quinconce

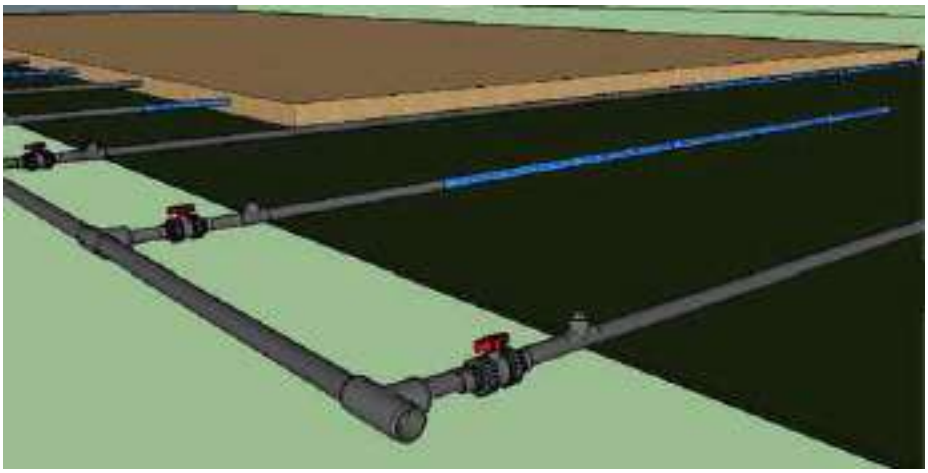


Figure 33 : Schéma point de départ de drain de collecte du tertre

4.3.6 Préparation des terres avant mise en biopile

Le compost agit sur la biostimulation (apport de nutriments, de carbone, d'azote ….), la bioaugmentation (apport de bactéries) et l'aération (apport d'agents structurants et d'éléments rigides augmentant la porosité).

Les terres redevables d'un biotraitement sur site seront reprises par une pelle mécanique qui mélangera intimement les sols avec du compost vert à hauteur d'un ratio 1/10 soit environ 670 m3.

Figure 34 : Ajout de compost

4.3.7 Mise en pile des terres

Les sols préparés seront mis en pile à l'aide d'une pelle mécanique. La pile de sols aura une hauteur approximative de 3 m et sera soigneusement bâchée puis lestées au moyen de poches de sables. Le but du design trapézoïdal sera avant tout de conserver la chaleur au sein de l'andain afin que les températures optimales soient atteintes et que le compactage des sols des étages inférieurs de la pile soit évité.

Figure 35 : Montage d'un tertre

4.3.8 Traçabilité des terres pendant le traitement par tertre ventilé

Les sols excavés et destinés à être traités sur site seront dirigés depuis directement vers l'aire de traitement sur site (tertre ventilé) à l'aide de tracto-bennes pour la mise en pile initiale. Le technicien positionné sur l'aire de traitement réceptionnera un bon à chaque tour pour le suivi et la traçabilité des déblais (ségrégation des matériaux en fonction de leur caractéristique analytique pour optimiser le traitement).

Afin d'assurer la traçabilité des terres, nous proposons un protocole de suivi de traçabilité spécifique déjà éprouvé sur des chantiers similaires, avec l'utilisation d'une nomenclature spécifique pour la dénomination de chaque lot créé. Pour chaque pile, un plan sera établi et mis à jour tout au long du chantier à chaque mouvement de terre. Un panneautage ou un marquage sera réalisé au traceur de chantier reprenant cette nomenclature sera présent sur les lots tout au long du chantier.

Figure 36 : Exemple de plan de suivi des lots de tertres ventilés sur un chantier VALGO

VALGO mettra en place devant chaque lot de 300 m³ un panneau avec un code établit en phase préparatoire.

4.3.9 Suivi du traitement et de la performance de dépollution

Afin de déterminer l'efficacité du traitement, nous proposons le programme de contrôle suivant (valable pour 12 mois dont 9 mois de ventilation) :

<u>Sur les sols :</u>

- Fréquence bimestrielle par lots de 300 m³ ;
- Paramètres :
  - HC C10-C40,
  - HAP,

- COHV

Les campagnes d'échantillonnages de sols seront réalisées soit à l'aide d'une tarière manuelle, soit à l'aide d'un carottier battu portatif soit à l'aide de la pelle mécanique (lors des brassages) sur toute la hauteur du lot.

Chaque échantillon sera constitué à partir de 4 sous prélèvements unitaires sur toute l'épaisseur de la pile homogénéisée puis quartés selon la méthodologie NF X 31-100.

Les conditions de prélèvement, de conditionnement, de conservation et de transport des échantillons seront conformes aux normes en vigueur et aux règles de l'art.

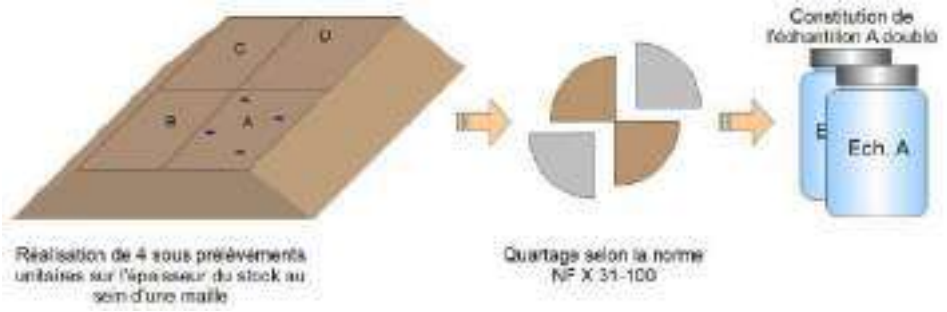


Figure 37 : Modalités de constitution des échantillons de réception sols des tertres ventilés

Chaque échantillon sera composé de 5 sous échantillons :

- Étiquetage des bocaux, date, lieu de prélèvement, numéro de lot,
- Description organoleptique de l'échantillon (fiche de suivi de prélèvements) et mesures au PID portatif, Établissement du profil géologique,
- Envoi au laboratoire pour analyses.

Les sondages et échantillonnages seront réalisés selon la Norme NF X 31-620 et analysés dans un laboratoire accrédité COFRAC.

<u>Sur les gaz du sol :</u>

- En entrée et sortie d'unité de traitement à fréquence mensuelle ;
- Paramètres :
  - Hydrocarbures C5-C16 (avec distinction des fractions aromatiques et aliphatiques),
  - Naphtalène,
  - COHV

Afin d'agrémenter le bilan de masse du traitement et l'éventuel saturation en CA air, un suivi sera effectué par le technicien VALGO au moyen d'un PID à chaque campagne de suivi. Les prélèvements de l'air extrait des ouvrages sont opérés au niveau de points de piquage étanches prévus à cet effet et localisés sur la nourrice de raccordement. Le mode opératoire appliqué garantit le prélèvement d'un échantillon d'air représentatif de la phase gazeuse présente dans l'ouvrage.

Figure 38 : Exemple de Monitoring de suivi de drains tertres ventilés sur un chantier VALGO

Sur les lixiviats (eau de process) :

- En entrée et sortie d'unité de traitement,
- Paramètres et fréquence définis par la convention de rejet : à minima fréquence mensuelle sur les paramètres contrôlés dans les sols : HCT C10-C40, HAP, COHV.

Les eaux de process (issues du dévésiculeur) seront rejetées après analyses au point de rejet à proximité immédiate.

Maintenance et suivi des paramètres :

La maintenance (nettoyage, maintenance électrique…) et le suivi des paramètres nécessaires au bon fonctionnement du module sera réalisée à chaque visite. L'opérateur contrôlera notamment :

- Les débits, dépressions, temps de fonctionnement de l'unité, volume d'air pompé, dans le but d'établir le bilan massique du traitement,
- Les réglages du dispositif de traitement et procèdera au besoin, aux différentes adaptations,
- La saturation du charbon actif et procèdera, au besoin, au changement de charge si celui-ci se révèle saturé (réponse PID positive).

Le suivi du traitement par un opérateur VALGO, proche du site, sera réalisé de manière périodique pendant toute la durée des travaux. La fréquence prévisionnelle de suivi sera la suivante :

Période du traitement	Fréquence
1er mois	Hebdomadaire
À partir du 2ème mois	Mensuel

Tableau 10 : Fréquence de suivi

Notes de suivi du traitement par tertre ventilé :

L'ensemble de ces éléments sera consigné dans une fiche de suivi du traitement qui sera mise à disposition sur le chantier et qui sera transmise si besoin au MOE. Une note synthétique sera rédigée tous les mois.

Chaque note présentera :

- Les données relatives au fonctionnement de l'installation et aux réglages effectués, Les valeurs relevées in situ (COV, humidité, température, O_2 et CO_2),
- Un graphique montrant l'évolution des teneurs en polluants par lot.

4.3.10 Réception du traitement

A chaque campagne de prélèvement de contrôle des teneurs résiduelles au sein des différents lots de la biopile, les paramètres analysés seront les suivants :

- HCT C10-C40 ;
- HAP ;
- COHV ;

➔ **VALGO propose de considérer un lot comme « réceptionné » lorsqu'il présentera 1 résultat d'analyses conforme aux objectifs de réhabilitation.**

Ces lots pourront dès lors être utilisé comme matériaux de remblais des zones excavées.

4.3.11 Fin des opérations de traitement sur Biopile

Après réception des biopiles le démontage de la pile ventilée se fera à l'aide d'une pelle mécanique 20 t et de tracto bennes pour transfert vers les zones de fouille à remblayer.

Après réception de la dépollution, VALGO procédera à l'enlèvement des équipements de traitement : repli des unités conteneurisées, débranchement électrique, retrait des réseaux aériens.

A l'issue des travaux, les déchets issus des systèmes de dépollution (drains, PVC, charbon actif, bâches…) seront éliminés en filière de traitement DIB ou incinération. Des bennes seront mises à disposition pour l'évacuation des DIB. Les Bordereau de Suivi de Déchets seront retournés au Maître d'Ouvrage dès réception.

4.4 CRIBLAGE/CHAULAGE DES SOURCES SOLS COHV

Afin de traiter les terres impactées au COHV de la zone 15, il est également envisagé la technique de chaulage, permettant une montée en température et un meilleur dégazage des COHV.

Le traitement des déblais sera sous-traité à une entreprise qui réalisera la prestation avec une machine de type RevalEco, **déjà employée par VALGO sur de nombreux chantier.**

Cette machine dispose de plusieurs équipements en série, permettant un traitement et un mélange optimal des déblais avec de la chaux, permettant une montée en température conduisant à une volatilisation des polluants présents. Il s'agit notamment de :

- Un émotteur permettant de briser les plus grosses mottes de matériaux.
- Un crible à doigts permettant de séparer les refus, blocs et déchets pouvant endommager le fonctionnement du traitement
- Un malaxeur double pales, permettant un mélange optimale des déblais avec la chaux

Figure 39 : Machine de traitement des déblais par criblage et mélange à la chaux

Les terres éligibles au traitement sur site par chaulage seront excavées puis stockées sur site sur une aire dédiée avant leur traitement. En fonction de leur degré de contamination nous envisageons le traitement des terres polluées et traitable sur site par la réalisation d'un brassage des terres couplé à l'ajout de chaux à une teneur de 1% à 3%.

Le traitement se déroulera de la façon suivante :

- Chargement des terres depuis le haut de la machine de traitement à l'aide d'une pelle mécanique,
- Mélange intrinsèque de la chaux et des terres à l'intérieur de la machine de traitement,
- Déstockage des terres traitées à la chaux à l'aide du chargeur.
- Cette méthodologie permet le traitement de **600 tonnes** de terres par jour.

4.5 ENFOUISSEMENT DES TERRES EN ALVEOLE ETANCHE (HORS OFFRE DEPOLLUTION)

Pour les matériaux ne pouvant être traités sur place, il est prévu 4000 m3 de vide de fouille dans deux alvéoles étanches, qui seront positionnées au droit de la surface capable ci-dessous.

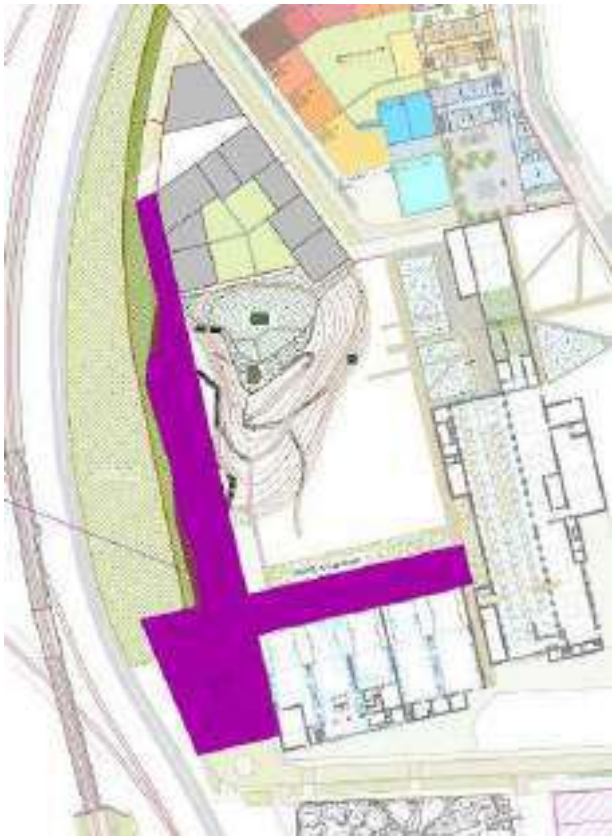


Figure 40 : Emprise de la surface capable d'accueillir des alvéoles de confinement (5350m2)

Au stade de l'offre, la localisation des deux alvéoles et les métrés associés sont présentés ci-dessous :

	Volume (m3)
alvéole 1 parvis	
déblais pour création de l'alvéole 1	3600
Remblais pollués dans l'alvéole 1	2000
couverture de l'alvéole 1 – 30 cm de terre sur la membrane	600
alvéole 2 piste ludique	
déblais pour création de l'alvéole 2	1785
Remblais pollués dans l'alvéole 2	2040
couverture de l'alvéole 2 – 30 cm de terre sur la membrane	382,5

Figure 41 : métrés prévisionnels des alvéoles

Figure 42 : Localisation prévisionelle des deux alvéoles de confinement

Afin de garantir l'absence de contact avec l'environnement du site avec des terres de type 3 encapsulées dans les alvéoles, un confinement sera proposé. Il comprendra plusieurs couches de différents matériaux :

- un géotextile anti-poinçonnement (500 g/m^2),
- une géomembrane en PEHD (2 mm d'épaisseur) dont les lès seront thermosoudés,
- un géocomposite de drainage,
- une dernière couche de fermeture par un géotextile (densité 500 g/m^2).

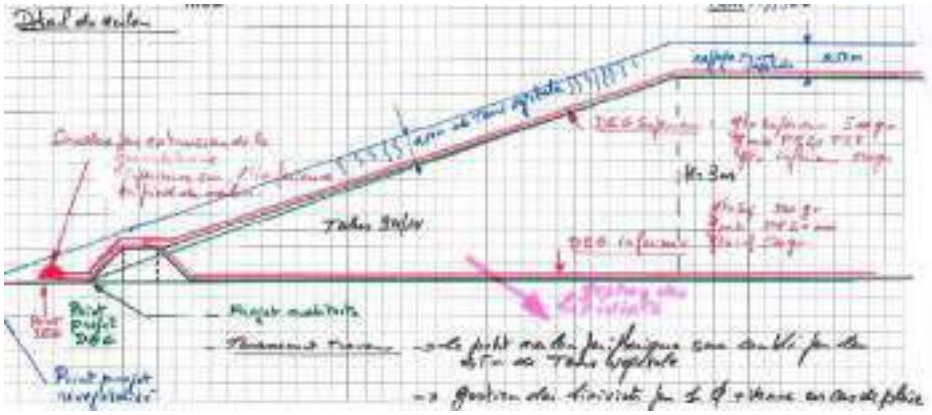


Figure 43 : schéma d'une alvéole étanche

Le complexe d'étanchéité de couverture de l'alvéole en PEHD de 2 mm d'épaisseur, sera texturée sur les 2 faces afin d'accroitre la résistance au frottement des sols et donc augmenter la stabilité des terres végétales de couverture. La pente maximale est de 3H/2V.
Les lés seront thermosoudés entre eux afin de garantir une étanchéité maximale et les matériaux utilisés garantiront leur pérennité dans le temps. Des contrôles seront réalisés avant la mise en remblais des terres pour vérifier la bonne exécution des thermo soudures.

Des évents de dégazage soudées sur la géomembrane en PEHD pourront compléter le dispositif de confinement si nécessaire.

Figure 44 : exemple d'évent

Figure 45 : Alvéole de confinement des terres – Petit Couronne – 2018 et 2023

4.6 EVACUATION HORS SITE

L'évacuation de l'excès de déblais sera limitée au maximum. A date de l'offre, 18 000 m3 de terres doivent être envoyées hors site. Selon les résultats du diagnostic complémentaire, les filières d'évacuation seront définies et les terres à évacuer choisies pour limiter l'impact financier sur le projet. En effet, les terres au droit du site ne sont pour la plupart pas conformes aux seuils ISDI (a minima impact non organique sur lixiviat, classant els terres en ISDI+).

Une clef de répartition sera communiquée après la phase de diagnostic, avec la répartition des déblais en filière. L'offre sera mise à jour avec ces quantités et les travaux/transports liés aux évacuations (balayage de voirie notamment).

Les pistes d'optimisation des terres sur site sont les suivantes :

- Optimisation des déblais/remblais
- Fertilisation des sols
- Réutilisation des bétons concassés en sous-couche de voirie

Valgo se tient à disposition du Maître de l'Ouvrage pour proposer ces solutions.

4.7 TRAITEMENT PAR VENTILATION IN-SITU DES PETITES ET GRANDES CATHEDRALES

4.7.1 Elément de dimensionnement

Parmi les différentes méthodes de dépollution qui seront mises en œuvre au droit des petites et grandes cathédrales, à ce stade du projet, il est envisagé de mettre en œuvre un traitement des sols non saturées impactés par des COHV et/ou des HCT par venting.

En première instance, sur la base des données récoltées lors des investigations du sous-sol du site préalablement réalisées, le nombre de puits pressentis pour les ventings sont les suivants en se basant sur un rayon d'action de 5 m par puits :

- Petites cathédrales : 36 puits à 2 m de profondeur,
- Grande cathédrale : 65 puits à 2 m de profondeur.

Ainsi, un puits de venting sera mis en place tous les 10 m environ (cf schéma page suivante).

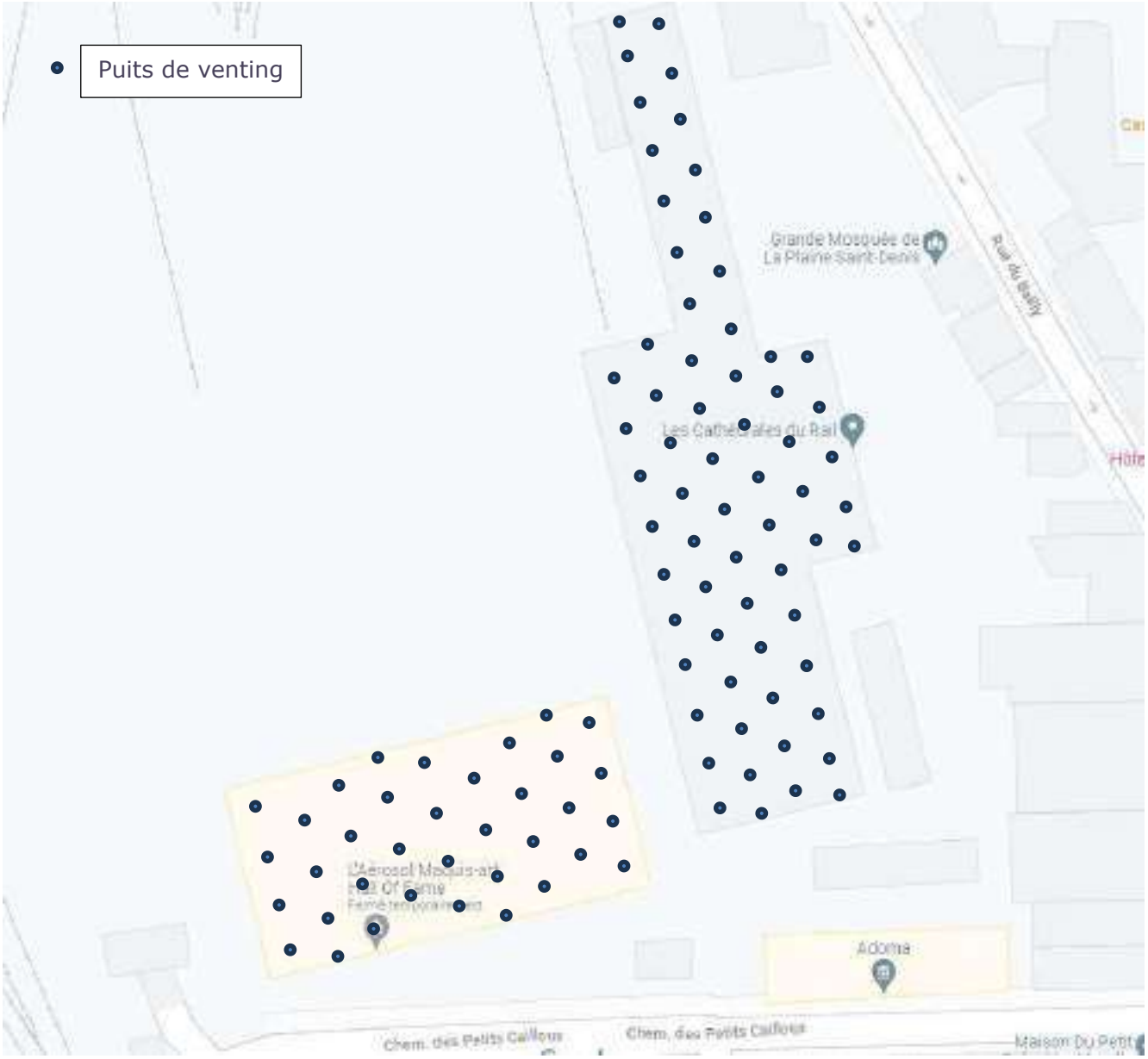


Figure 46 : Plan d'implantation prévisionnelle des puits de venting dans les cathédrales

4.7.2 Les moyens à mettre en œuvre

4.7.2.1 Moyens humains

Pendant toute la durée des travaux, les opérations seront encadrées par un conducteur de travaux VALGO. Une équipe d'environ 3 représentants VALGO sera présente sur site pour la réalisation des opérations.

4.7.2.2 Moyens Matériels

Les moyens matériels suivants seront utilisés pour ces opérations :

- Une à 2 foreuses mécaniques,
- De la tuyauterie PVC,
- De l'outillage électroportatif,
- Des unités de ventilation conteneurisées,
- Des filtres à charbon actif,
- Du matériel de terrain pour le monitoring des ventings.

4.7.3 DESCRIPTIF DES TRAVAUX

4.7.3.1 Mise en place des puits de venting

Préalablement au forage des puits, en cas de présence de pavés en bois ou en grès au droit des ouvrages, ces derniers seront déposés manuellement et mis à disposition du groupement.

Les puits de venting seront forés au moyen d'une foreuse mécanique équipée de tarières pleines de 165 mm de diamètre. Les forages seront descendus jusqu'à une profondeur de 2 mètres par rapport au terrain naturel.

Les puits seront équipés avec des tubes PVC de diamètre 63/75 mm, crépinés entre -1 et -2 m. L'espace annulaire sera comblé avec du gravier roulé calibré siliceux, puis par un bouchon d'argile gonflante et enfin avec du mortier.

Les cuttings de forage seront collectés et entreposés dans des big bags pour élimination ultérieure en filière extérieure agréé.
Les photographies ci-dessous illustrent les opérations de forages qui seront réalisées.

Photographie 1 : mise en place des puits de venting

4.7.3.2 Raccordement des puits de venting aux unités de traitement

Une fois les puits mis en place, ils seront raccordés aux unités de traitement au moyen d'une tuyauterie en PVC. Le réseau sera aérien (posé au sol), c'est-à-dire **qu'aucune tranchée ne sera réalisée** (cf photographies ci-dessous).

Photographie 2 : réseau de venting mis en place en aérien

Afin de minimiser les pertes de charge au sein du réseau (minimiser les coudes), en première approche les murs en place au sein des cathédrales pourront faire l'objet de percement pour passage des tuyauteries (cf photographie ci-dessous).

Photographie 3 : percement d'un mur en parpaing pour passage des tuyaux

Chaque puits sera relié à une clarinette constituée d'une vanne de ségrégation, d'un bouchon pour mesure du débit d'air circulant dans le tuyau et d'un point de piquage pour mesure qualitative des teneurs en polluants extraits (cf photo ci-dessous).

Photographie 4 : clarinettes

Le réseau sera connecté à un container de traitement. L'air extrait du sol sera épuré par passage sur filtre à charbon actif avant rejet à l'atmosphère.

Photographie 5 : container de traitement et filtres à charbon actif

4.7.3.3 Suivi du traitement

Pendant toute la durée du traitement (durée estimative d'environ 12 mois), un opérateur VALGO réalisera un monitoring des ventings de manière périodique. La fréquence prévisionnelle de suivi sera la suivante :

Période du traitement	Fréquence
1er mois	Hebdomadaire
À partir du 2ème mois	Mensuelle

Tableau 11 : Fréquence de suivi des traitements par venting

Les suivis consisteront à réaliser des mesures avec des appareils de monitoring afin de suivre l'évolution du traitement et de vérifier la performance d'épuration des gaz extraits.

4.8 TRAITEMENT DE LA NAPPE IMPACTEE EN COHV PAR REDUCTION OU OXYDATION CHIMIQUE

4.8.1 Hypothèses de dimensionnement

Pour traiter l'impact en COHV au droit des zones 14 et 15, il est envisagé un traitement par injection d'oxydant ou de réducteur.
Le choix et la quantité d'oxydant ou réducteur sera déterminé au moment du PCT, par les essais en laboratoire et les essais d'injection.
Au stade de l'étude, il a été envisagé l'injection de :

- Un traitement des sources concentrées (points durs) en COHV par du fer zéro valent colloïdal (réactif de réduction chimique in situ – ICSR – Produit VAGORIS 80) pourra être appliqué ponctuellement et permettra de détruire rapidement les hotspots de pollution concentrée et de prévenir les migrations de polluants vers l'école Niki de Saint Phalle . il a été estimé une injection de 14 000 kg (7-15 m) à 28 000 kg (7-25 m) de VALGORIS 80 ;
- Un traitement de la nappe par injection d'acide lactique estérifié à libération progressive pendant 3 à 5 ans ou par le VALGORIS 20 pour traiter le panache de COHV résiduel. Leur forme micellaire leur confère la possibilité d'atteindre les polluants dans les fractures et infractuosités les plus inaccessibles de l'aquifère des calcaires de Saint Ouen.

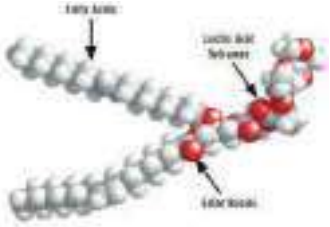


Figure 28 : Acide lactique estérifié à libération progressive

En première approche, VALGO a estimé une quantité de 11 000 kg (7-15 m) à 22 000 kg (7-25 m) d'acide lactique estérifié ou de 28 000 kg (7-15 m) à 46 000 kg de VALGORIS 20 (7-25 m) à injecter au moyen de puits espacés de 7 à 10 m sur une ligne et de 4 à 5 m entre les lignes (soit 28 puits à 15 m ou 25 m de profondeur).
Ces injections pourront se réaliser en tube à manchettes tous les 30 cm dans les puits dédiés.

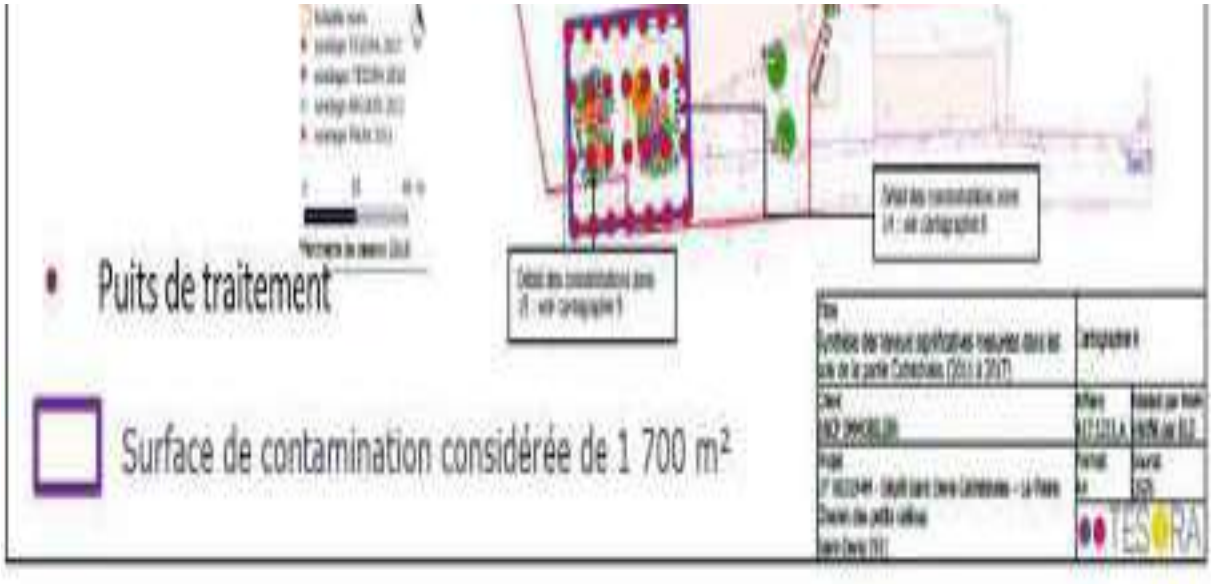


Figure 47 : Dimensionnement de la dépollution en zone saturée au droit de la Petite Cathédrale

4.8.2 Travaux d'injection

Les forages seront réalisés au moyen d'une foreuse hydraulique sur chenille. Ils seront réalisés sous le contrôle d'un technicien VALGO. Il sera équipé en permanence d'un PID.
Au regard des données disponibles, il est prévu de réaliser les ouvrages comme suit :

Paramètre	Caractéristiques
Technique de forage	Tarière
Nombre de puits	28 puits d'injection
Profondeur	15m ou 25m selon diagnostic
Diamètre du forage	140 mm
Equipement	PVC pression 51/63mm jusqu'à -6,5m /TN Tubes à manchettes avec un espacement de 33cm soit 9 manchettes par forage
Hauteur de traitement	En fonction de la profondeur – en zone saturée uniquement
Cadence attendue ouvrages/jour	3 à 4 ouvrages hors découvertes

Tableau 12 : Caractéristiques prévisionnelles des puits d'injection

Les puits d'injections seront équipés de tubes pourvus de manchettes (membrane en caoutchouc) distantes de 33 cm. Ces manchettes agiront comme un « clapet » pour permettre l'injection du produit tout en évitant sa remontée dans l'ouvrage.

Ceci nécessite au préalable la mise en œuvre d'un coulis béton (le coulis de gaine) dans l'ouvrage qui assurera le scellement du tube et empêchera cette remontée durant les phases d'injection.

Une durée de 2 à 3 jours après foration sera maintenue pour permettre au coulis de sécher avant injection. Durant la phase d'injection dite de "claquage", le coulis d'injection brisera la gaine de scellement au droit des manchettes pour pénétrer dans le sol.

La solution sera préparée à l'aide d'un malaxeur. Le mélange (ou coulis) sera ensuite envoyé via une presse d'injection, entre 2 packers gonflés sur la manchette souhaitée comme illustré ci-dessous :

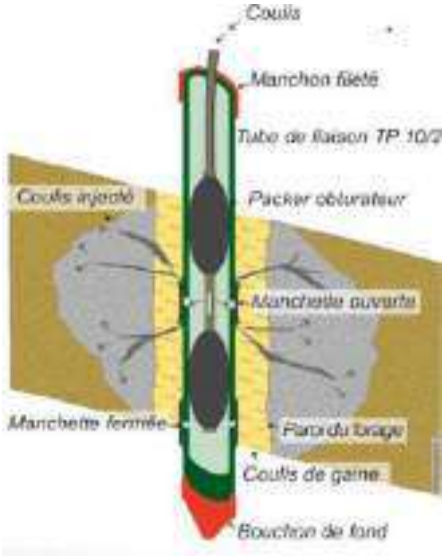


Figure 48 : illustration du principe d'injection en tubes à manchette

Nous injecterons la solution dosée selon notre dimensionnement théorique, suite au PCT.

Pour une injection, le protocole de mise en œuvre est le suivant :

- Descendre le packer pour que la zone d'injection soit bien positionnée en face d'une manchette (rappel tous les 33 cm) ;
- Gonfler les membranes à l'aide de la pompe à eau ou air selon dispositif ;
- Relier la pompe au cubitainer ou autre système de produit à injecter ;
- Relier la pompe ou la presse d'injection au packer double ;
- Mettre en fonctionnement la pompe ;
- Vérifier l'absence de fuite et la bonne injection du produit (manomètre de pression à surveiller);
- Injecter la quantité voulue par pallier ;
- Arrêter la pompe;
- Attendre un petit temps que la pression redescende ;
- Dévisser la vanne de retenu d'eau/d'air afin de dégonfler les membranes ;
- Remonter le packer de 33 cm ;
- Allumer la pompe et renouveler l'opération jusqu'à la hauteur définie par le technicien ;
- Nettoyer à l'eau clair les tiges/flexible au fur et à mesure de leur retrait dans un bac ;
- Se déplacer au prochain point ;
- Le soir, rincer tout le matériel à l'eau clair ;

Les injections seront retranscrites dans une fiche de suivi ou seront répertoriés les paramètres suivants :

- Date d'injection ;
- Numéro du forage ;
- Observations (refus, résurgences, communication entre les forages…) ;
- Volume mis en œuvre par forage ;
- Pression d'injection par forage.

Pendant les travaux d'injection, Valgo se servira des puits de la barrière hydraulique afin de maîtriser l'impact des injections en aval.

4.9 FIN DES OPERATIONS DE DEPOLLUTION

Après réception de la dépollution, VALGO procédera à l'enlèvement des équipements de traitement : repli des unités conteneurisées, débranchement électrique, retrait des réseaux aériens. Les réseaux enterrés seront maintenus en place de même que les puits de traitement. Un inertage des puits sera réalisé selon les règles de l'art (gravette, bentonite et ciment).

A l'issue des travaux, les déchets issus des systèmes de dépollution (drains, PVC, charbon actif, bâches…) seront éliminés en filière de traitement DIB ou incinération. Des bennes seront mises à disposition pour l'évacuation des DIB. Les Bordereau de Suivi de Déchets seront retournés au Maître d'Ouvrage dès réception.

Nous estimons que 15 jours seront nécessaires au remblayage et au retrait de l'ensemble des installations rapportées sur le site.

Le site et ses abords sera entièrement nettoyé et la base vie et clôtures mobiles démantelées.

5. COMMUNICATION, LIVRABLE, PLANNING ET OFFRE

5.1 LIVRABLE ET REUNION

Documents	Description	Délai de fourniture
Avant le démarrage des travaux		
Réunion d'ouverture de chantier	• Inspection commune et état des lieux contradictoire • Rencontre des différents interlocuteurs	4 semaines après notification
Projet d'installation de chantier (PIC)	Plan de circulation et d'installation du chantier	4 semaines après notification
Note d'exécution	Descriptif des travaux, méthodes et moyens retenus pour la bonne exécution et coordination des travaux	4 semaines après notification
Planning d'exécution	Phasage des travaux	4 semaines après notification
Démarches administratives	Autorisation de rejet, CAP	4 semaines après notification
Démarches administratives	Demande de raccordement EDF et eau	6 semaines après notification (délai imposé par EDF)
PPSPS et Inspection préalable	Descriptif du projet, des risques inhérents au chantier et des consignes de sécurité et de protection de l'environnement	4 semaines après notification
Au cours des travaux de terrassement		
Journal de chantier	• Effectif journalier • Qualification du personnel et documents administratifs (CACES, autorisation de conduite…) • Matériels présents sur site • Arrêts de chantier • Incidents/accidents • Suivi des tonnages : évacués et stockés, Suivi des BSD et bons de pesée • Monitoring réalisé sur les systèmes de traitement	Journalier (à disposition sur le chantier)
Réunion(s) de chantier	• Bilan des actions réalisées sur chantier • Revue du journal de chantier (volumes excavé, traité…) et des bilans financiers • Ajustement du planning si nécessaire	a priori hebdomadaire au démarrage des travaux, puis trimestrielle lors des travaux de venting/biopile.
Compte-rendu mensuel	Rédigé de manière hebdomadaire et transmis préalablement à chaque réunion au Maitre d'Œuvre, il contiendra :	1 par mois

Documents	Description	Délai de fourniture
	• l'état d'avancement des travaux • un tableau récapitulatif des volumes excavés/ traités ou évacués • les Bordereaux de Suivi de Déchets • les analyses réalisées • le matériel présent sur le chantier par tâche élémentaire ; • les pannes de matériels et leur durée ; • les incidents éventuels de chantier ; • l'évaluation des travaux réalisés ; • le planning des travaux actualisé (réalisés et prévisionnels).	
Rapport d'installation	• Plan des installations • Détail des ouvrages et réseaux mis en place • Etat initial	2 mois après finalisation des opérations d'installation
En fin de chantier		
Réunion de fin de chantier	• Réception des travaux • Etat des lieux contradictoire • Levée des réserves	
Rapport de Fin de Travaux (RFT)	• Exposé descriptif du déroulement des travaux • évolution des concentrations en polluants dans les gaz des sols (points d'extraction et réseau de collecte), dans les sols et dans les eaux • plan des installations (puits, réseau, traitement…) • description et suivi de l'état des ouvrages (ouverts/fermés) et des paramètres du traitement (compteur horaire, temps de fonctionnement) • suivi de la masse des produits récupérés et leur élimination • caractérisation des effets rebond • analyse critique des performances des résultats par rapport aux objectifs de réhabilitation (bilan massique, extension du spot de pollution, évolution du rendement de l'installation, consommations en énergies) • Résultats des analyses réalisées et bordereaux analytiques • Bordereaux de suivi des déchets et tableau RNDTS d'évacuation des déchets	1 mois après la fin des travaux (et/ou réception des BSD des déchets)

Tableau 13 : Livrables et réunion

5.2 OPTION DE SUIVI DES TRAVAUX PAR UN BUREAU D'ETUDE LNE

5.3 PLANNING DE REALISATION

Le planning détaillé est présenté en Annexe 1.

Les précisions suivantes sont apportées quant à ce planning :

- Ce planning s'entend sans contraintes imposées par un autre acteur du projet (obtention de commande, sécurisation de particularités du site –ligne aérienne, installations… accès aux énergises, remise des plans, des DT…) ;
- Ce planning peut être impactés par des aléas ou cause légitimes.

5.4 DISPOSITIONS CONTRACTUELLES

5.4.1 Proposition financière

L'offre financière associée à la présente proposition technique est présentée en Annexe 2.

Notre proposition n'est valable que pour les prestations mentionnées dans le présent mémoire technique et ne sont notamment pas inclus :

- le traitement de polluants autres que ceux mentionnés au cahier des charges,
- tous autres travaux non mentionnés dans la présente note.

Les travaux et prestations supplémentaires non prévus au marché feront l'objet d'un avenant avant exécution des travaux.
La facturation sera établie mensuellement selon l'avancement. Le paiement sera effectué à 30 jours fin de mois.

5.4.2 Gestion des aléas ou causes légitimes

Les causes légitimes de retard identifiées à ce stade de l'offre peuvent être :

- La survenance d'un cas de Force Majeure ;
- les décisions administratives ou judiciaires de suspendre ou d'arrêter tout ou partie des Travaux sauf si celles-ci sont imputables au Groupement ;
- les jours de retards consécutifs à une grève générale. La grève interne à une entreprise du Groupement ne saurait constituer une Cause Légitime ;
- les troubles résultant de cataclysmes naturels, hostilités, révolutions, incendies, inondations ou accidents de chantier ;
- Les troubles résultant d'actes d'hostilités, guerre, émeutes, révolutions, actes de vandalisme, actions terroristes, cataclysmes, chutes d'aéronef ;
- Les troubles résultant d'incendies, inondations s'ils résultent de causes extérieures à l'Entreprise de Dépollution ou de Terrassement.
- la survenance d'une crise sanitaire et/ou épidémie et/ou d'une pandémie connue ou non, nouvelle ou non, et/ou la survenance d'une vague nouvelle d'une précédente épidémie et/ou pandémie déjà survenue(s) comme celle de la Covid 19, du fait notamment des restrictions d'activités et/ou de circulations et/ou d'approvisionnement en résultant et/ou des mesures mises en œuvre pour y répondre
- les intempéries, au sens de l'article L. 5424-8 du Code du travail, figurant dans le tableau ci-dessous et constatées par les services météorologiques de Météo France de la station la plus proche conformément aux critères de prise en compte de la Fédération Française du Bâtiment, ou de la caisse de chômage-intempéries dont relève le chantier au-delà d'un nombre de journées d'intempéries réputées prévisibles fixé à 5 Jours Ouvrés.

CAUSES	Prestations concernées	CRITERE
GEL	Terrassements Fondations spéciales Espace vert Travaux de chaulage	≤ - 1°C à 7h du matin
BARRIERE DE DEGEL	Toutes prestations	
PRECIPITATIONS (hauteur et	Terrassements Fondations spéciales	≥ 5 mm en 24h

CAUSES	Prestations concernées	CRITERE
précipitations)	Espace vert Gros Œuvre	
	Travaux de chaulage Réalisation de la butte (étape 3)	≥ 0 mm en 24h
HUMIDITE DU SOL / TENEUR EN EAU	Terrassement/Traitement Travaux de chaulage Réalisation de la butte (étape 3)	≥ 19%
RAFALES DE VENT (vitesse maximale ou de pointe)	Toutes prestations	≥ 50 km/h
NEIGE	Terrassements Fondations spéciales Espace vert Gros Œuvre Réalisation de la butte (étape 3)	Tapis couvrant le sol ou couche > 1 cm
CANICULE	Toutes prestations	

- La découverte d'explosifs ou de réseaux actifs enterrés et non répertoriés ;
- Découverte d'amiante dans les sols.
- Les retards liés à l'obtention et à la purge des différentes autorisations administratives nécessaires à la réalisation de l'Opération que doit obtenir le Maître d'Ouvrage,
- Les journées pour lesquelles la mise en œuvre des produits est impossible suivant les recommandations mentionnées sur les fiches techniques de produits.

Par ailleurs, d'autres évènements sont susceptibles de perturber le bon déroulement de la prestation, de remettre en cause le planning de réalisation ou les montants financiers du contrat tel que prévu dans les modalités contractuelles.

Les évènements peuvent avoir des origines internes, externes au chantier ou des demandes des différents parties (Maitre d'ouvrage, maitre d'œuvre, administration, voisinage…).

Lors de la mise en évidence d'un imprévu, les modalités de gestion seront les suivantes :

- Information écrite de la part du chef de chantier ou chef de projet (par mail) au maitre d'ouvrage ou à son représentant sous 2 jours ouvrés,
- Une entrevue (réunion téléphonique, réunion sur le site) sera réalisée afin de définir le plan d'action à mettre en œuvre pour la gestion de cet imprévu.

Le cas échéant, une offre révisée ou un complément d'offre sera édité et comprendra notamment :

- Les conditions de réalisation de la prestation (modification technique, modification du planning…),
- Les modifications financières éventuelles,
- Le recours à une assurance complémentaire si besoin.

6. NOTE QUALITE

Afin de garantir une prestation conforme aux demandes de ses clients et de la réglementation, VALGO a entrepris des démarches de certifications Qualité, sécurité et Environnement.

VALGO est certifiée MASE depuis 2008. Ce référentiel, à l'initiative d'industriels a pour but de proposer une démarche de progrès la plus simple et la plus efficace possible.
Par un recueil d'exigences structurées autour de 5 axes, elle permet à l'entreprise de mettre en œuvre un système de management de la sécurité, de la santé au poste de travail et de l'environnement permettant d'offrir une meilleure protection de leurs salariés.

Le renouvellement de la certification MASE a été accordée à l'agence d'Argenteuil de VALGO en avril 2024, et ce pour une durée de 3 ans, soit jusqu'en avril 2027.

VALGO est également membre de l'union des professionnels de la dépollution des sites (UPDS). Les attestations figurent au sein du dossier administratif joint à l'offre.

Parallèlement, VALGO est engagé dans une démarche de certification visant à obtenir les agréments de la norme spécifique aux sites et sols pollués « NF X 31-620 ».
Cette certification permet de garantir aux clients une prestation de qualité, conforme à leurs besoins, à l'état de l'art et aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur. L'agence VALGO de Toulouse est certifiée LNE depuis 2016.

6.1 COMMUNICATION

Pour ce dossier au sein de VALGO, une équipe projet sera désignée et composée d'un superviseur, d'un chef de projet et d'un chef de chantier.

Au vu du chantier, il est possible que le rôle de chef de chantier et de chef de projet soit tenu par une seule et même personne.

Les noms et coordonnées des différents interlocuteurs seront fournis au maitre d'ouvrage et à son représentant dans les 10 jours suivant la réception de la commande, au sein d'un document intitulé « Accusé de réception commande ».

Durant toute la durée des travaux, VALGO assurera la communication avec le maître d'ouvrage afin de l'informer sur l'état d'avancement du chantier, les difficultés rencontrées et les solutions proposées.

6.2 CIRCUIT DE COMMUNICATION

Le circuit de communication établi pour le projet sera le suivant :

- Le nom et les coordonnées du chef de projet figureront sur toutes les correspondances adressées au client ou à son représentant ;
- Dans le cas de courriels envoyés, le chef de projet sera systématiquement mis en copie.

6.3 ASSURANCES

VALGO est titulaire d'un contrat d'assurance auprès de la société AXA France garantissant les conséquences de la responsabilité civile pour ses activités de :

- travaux de dépollution de sols et nappe phréatique ;
- travaux de déconstruction, démolition, démantèlement ;
- gestion des déchets ;
- diagnostic géophysique ;
- conseil, ingénierie en environnement…

Les montants des garanties pour chaque risque couvert sont indiqués dans le tableau suivant :

Risques couverts	Montant de la garantie
Tous dommages corporels, matériels et immatériels consécutifs confondus, dont : - Dommages matériels et immatériels consécutifs confondus :	10 000 000 € /an, dont : - 1 600 000 € /an
Responsabilité civile professionnelle et garantie après travaux, dont : - Dommages immatériels non consécutifs : - Dommages aux biens confiés dont : - Reconstitution de documents/média confiés :	1 500 000 € /an, dont : - 1 000 000 € /an - 200 000 €/sinistre - 30 000 €/sinistre
Responsabilité civile atteinte à l'environnement	750 000 € /an
Faute inexcusable (dommages corporels)	2 000 000 € /an

Tableau 14 : Assurances et garanties associées

6.4 CONFIDENTIALITE

VALGO et ses sous-traitants s'engagent à respecter la confidentialité de toutes les informations fournies par maître d'ouvrage et/ou recueillies au cours des travaux.

De plus, VALGO se réserve le droit de citer le nom du maître d'ouvrage lors de la référence des chantiers qu'elle a réalisé et à cette unique fin.
Toutefois si le maître d'ouvrage refuse que son nom soit mentionné, il devra en faire part à VALGO expressément et par écrit sous un délai de 15 jours à compter de la date d'effet du contrat signé entre VALGO et lui-même.

Toute publication (presse, vidéo…) envisagée par l'entreprise de travaux pour son propre usage et mentionnant explicitement le maître d'ouvrage et/ou le lieu d'intervention devra faire l'objet d'une autorisation écrite du maître d'ouvrage.

6.5 CONFLIT D'INTERET

VALGO s'engage sur l'absence de liens juridiques, capitalistiques ou commerciaux pouvant présenter un risque de conflit d'intérêt dans le cadre de la présente prestation.
La charte de déontologie sera mise à disposition du maître d'ouvrage sur simple demande.

6.6 CADRE LEGAL ET JURIDIQUE

Le représentant légal de la Société VALGO est son Président Azad KIBARIAN.

En cas de réserves quelconques à la réception des travaux, le solde du marché devra être consigné entre les mains d'un tiers convenu entre les parties.

Le non-paiement des situations entraîne l'interruption des travaux huit jours après la mise en demeure par lettre recommandée avec accusé de réception et jusqu'à ce paiement, avec allongement associé des délais d'exécution, sans préjudice de la réalisation du contrat et de tout dommage et intérêt.

Le non-paiement d'une situation rend exigible un intérêt moratoire conventionnel égal au taux légal majoré de 5%.

COSITREX
14 Rue Pierre
91330 Yerres
Tél 01-69-48-60-99
63 Av. Henry Dunant
06100 Nice
Tél 04-92-09-21-41
www.cositrex.com

Eiffage
Aménagement du quartier des Cathédrales du Rail – Étude des déplacements

Rapport d'étude

Introduction 4
Méthodologie 4
I - Diagnostic de la situation actuelle 5
I.1 - Réseau de voirie et volume de trafic 8
I.1.1 - Av. du Président Wilson 13
I.1.2 – Rue du Bailly 16
I.1.3 – Rue du Landy 18
I.1.4 – Chemin des Petits Cailloux 19
I.1.5 – Rue de la Montjoie 20
I.1.6 – Av. Amilcar Cabral 21
I.1.7 – Av. de la Métallurgie 22
I.2 - Conditions de circulation aux heures de pointe 23
I.2.1 – Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Landy 26
I.2.2 – Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Bailly 27
I.2.3 – Carrefour Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral 28
I.2.4 – Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Bailly x Rue de la Montjoie 29
I.2.5 – Carrefour Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie 30
I.3 – Desserte en transports en commun 31
I.4 – Desserte piétons et vélos 31
II - Situation « fil de l'eau » 34
ll.1 - Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation 34
II.2 - Génération de trafic 37
II.2.1 - Génération de trafic des projets de logements 37
II.2.1.1 - Répartition modale 37
II.2.1.2 - Nombre d'emplois par ménage 37
II.2.1.3 - Volume de trafic engendré par les logements 37
II.2.2 - Génération de trafic des projets d'activités 38
ll.3 - Affectation de trafic des projets 38
II.4 - Évolution du trafic 39
II.5 - Évolution des conditions de circulation 42
II.5.1 – Av. du Président Wilson x Rue du Landy 42
II.5.2 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly nord 42
II.5.3 – Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral 42
II.5.4 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly sud 42
II.5.5 – Av. du Président Wilson x Rue de la Montjoie 43
II.5.6 – Av. du Président Wilson x Chemin des Petits Cailloux 43
II.5.7 – Av. du Président Wilson x Rue de la Métallurgie 43
III - Situation projetée 44
III.1 - Description du projet 44
III.1.1 - Programme 44
III.1.2 – Organisation des accès 46
lll.2 - Génération de trafic 47
III.2.1 - Génération de trafic des projets de logements 47
III.2.1.1 - Répartition modale 47
III.2.1.2 - Nombre d'emplois par ménage 47
III.2.1.3 - Volume de trafic engendré par les logements 47
III.2.2 - Génération de trafic pour le programme d'activités 48
III.2.3 – Demande supplémentaire en transports en commun 49
lll.3 - Affectation de trafic des projets 49
lll.4 - Évolution du trafic 50
lll.5 - Fonctionnement des voies et des principaux carrefours 53
III.5.1 – Av. du Président Wilson x Rue du Landy 53
III.5.2 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly nord 53
III.5.3 – Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral 53
III.5.4 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly sud 53
III.5.5 – Av. du Président Wilson x Rue de la Montjoie 54
III.5.6 – Av. du Président Wilson x Chemin des Petits Cailloux 54
III.5.7 – Av. du Président Wilson x Rue de la Métallurgie 54
III.5.8 – Accès aux parkings 54
lll.6 – Desserte du projet en transport en commun 55
lll.7 - Situation projetée - Conclusion 56

IV - Situation cumulée..... 57
IV.1 - Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation.....57
IV.2 – Conditions de circulation 59

Introduction

Les pages suivantes présentent une étude des déplacements réalisée dans le cadre du projet d'aménagement du quartier des Cathédrales du Rail à Saint-Denis (93).

Les objectifs de l'étude sont d'établir un diagnostic de la situation actuelle, d'estimer le trafic engendré par le fonctionnement du projet, et d'évaluer l'impact de ce trafic sur les conditions de circulation dans le quartier.

En référence à l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 et au décret n°2016-1110 du 11 août 2016 relatifs à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes, les situations suivantes ont été prises en compte dans la méthodologie de l'étude :

- la situation **actuelle**,
- la situation future dite « **fil de l'eau** », correspondant à la situation à l'horizon de la livraison prévisionnelle du projet, mais ne prenant pas en compte le projet lui-même,
- la situation future dite « **projetée** », correspondant à la situation de référence à laquelle est ajouté la prise en compte du projet,
- la situation future dite « **cumulée** », correspondant à une situation à un horizon plus lointain que la livraison du projet lui-même, prenant en compte l'effet des autres projets existants ou approuvés ayant fait l'objet :
  - d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique,
  - ou d'une évaluation environnementale et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Méthodologie

L'étude comprend :

- une analyse des conditions de circulation en situation actuelle, fondée principalement sur une enquête de circulation et sur des observations sur le terrain,
- une analyse des conditions de circulation en situation « fil de l'eau »,
- une estimation du trafic engendré par le projet et de son affectation sur le réseau de voirie du quartier,
- une analyse des conditions de fonctionnement prévisibles en situation « projetée », et, le cas échéant, la proposition de mesures d'aménagement permettant un bon fonctionnement des accès au projet,
- une analyse des conditions de circulation en situation « cumulée »,
- une analyse des conditions de circulation pendant la phase de chantier.

Le présent rapport présente la phase 1 de l'étude : le diagnostic des conditions de circulation.

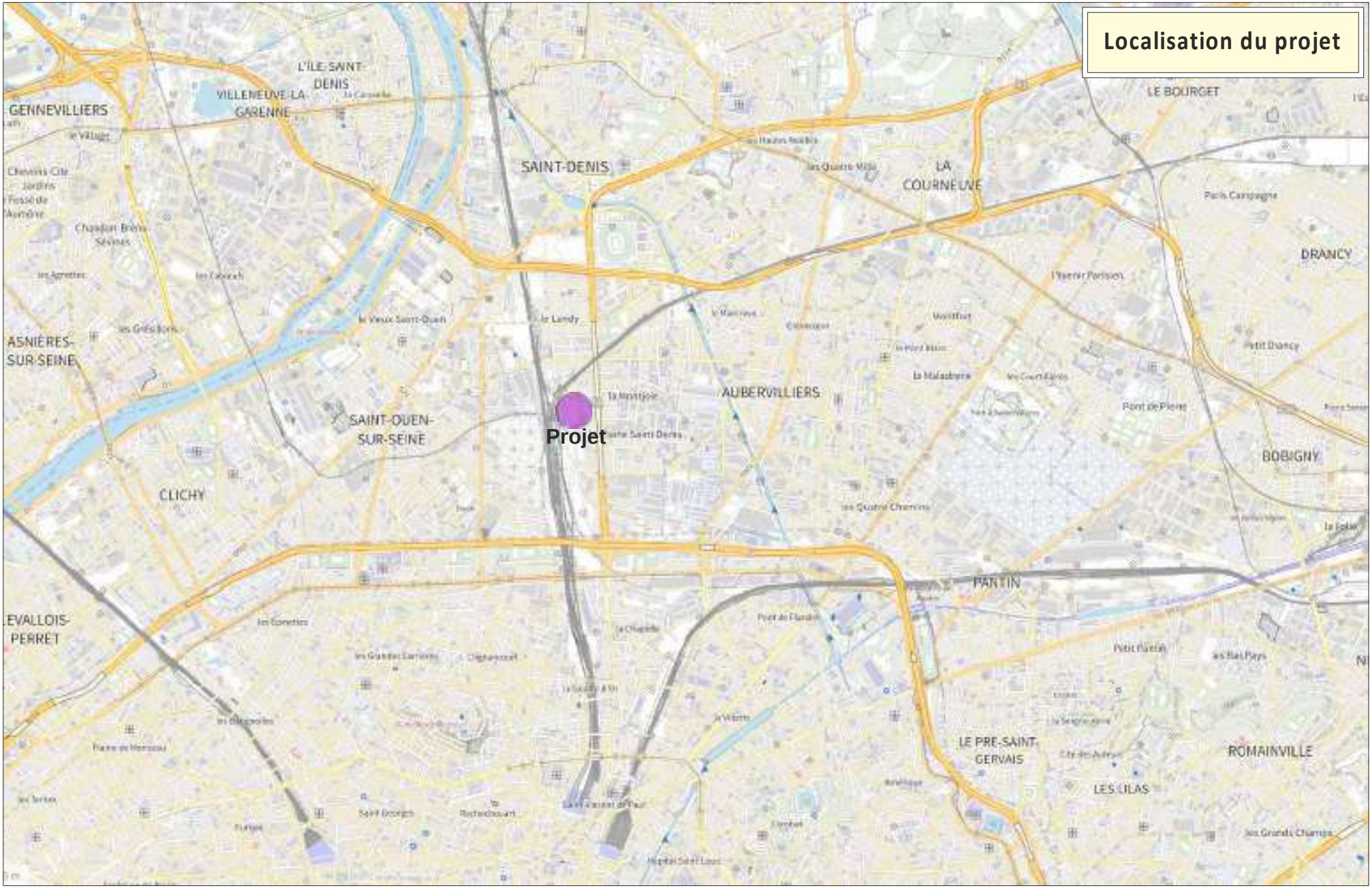
I - Diagnostic de la situation actuelle

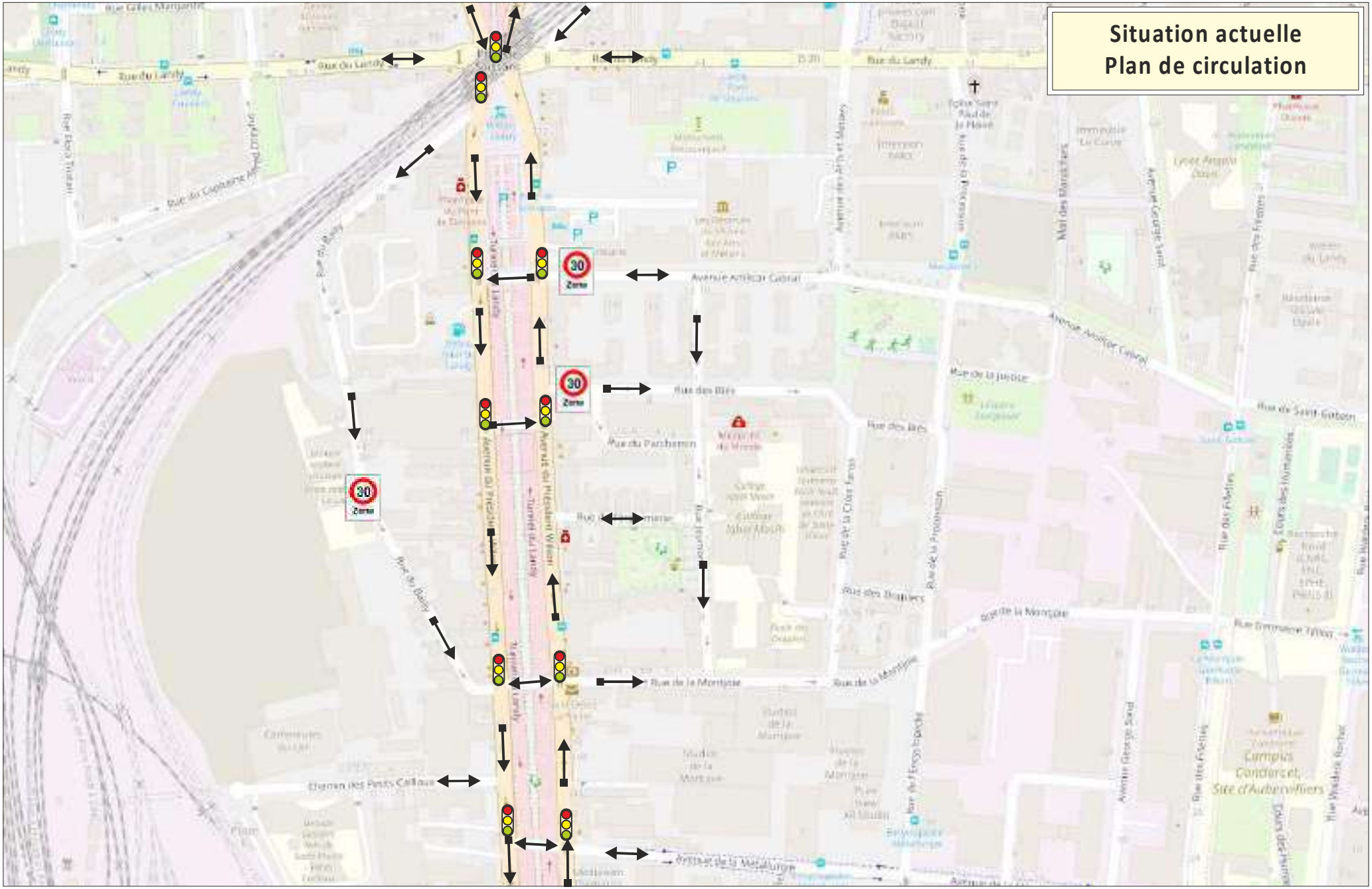
La commune de Saint-Denis est située dans un secteur bien desservi par les infrastructures de transport : A1, A86, RN1, RN410, RD901, RER B, RER D, Ligne 13 du métro…

Le site est situé au sud de la commune, dans un quartier mixte avec des logements, des commerces et des activités.

Le réseau de voirie du quartier comprend :

- l'A1 qui traverse le quartier en souterrain depuis le Bd Périphérique au sud,
- l'Av. du Président Wilson (RN1), avec un tracé au-dessus de l'A1, qui permet de desservir les principaux secteurs du quartier et de rejoindre le Bd Périphérique au sud et l'A86 au nord,
- La Rue du Landy au nord du quartier, et qui traverse la commune de Saint-Denis sur un axe Est-Ouest,
- La Rue du Bailly qui permet de desservir le site depuis l'Av. du Président Wilson,
- Le Chemin des Petits Cailloux, en impasse, et qui permet de desservir en particulier le groupe scolaire Niki de Saint-Phalle.
- …


Localisation du projet
Projet
L'ÎLE-SAINT-DENIS
VILLENEUVE-LA-GARENNE
GENNEVILLIERS
SAINT-DENIS
LE BOURGET
LA COURNEUVE
DRANCY
ASNIÈRES-SUR-SEINE
SAINT-OUEN-SUR-SEINE
AUBERVILLIERS
CLICHY
BOBIGNY
PANTIN
EVALLOIS-PERRET
LE PRE-SAINT-GERVAIS
LES LILAS
ROMAINVILLE


Situation actuelle
Plan de circulation
Rue du Landy
Avenue Amilcar Cabral
Rue des Blés
Rue du Parchemin
Rue de la Montjoie
Rue des Drapiers
Rue de la Procession
Rue de la Jeunesse
Rue de Saint-Gobain
Rue Germaine Tillion
Avenue de la Métallurgie
Chemin des Petits Cailloux
Rue du Bailly
Avenue du Président Wilson
Avenue des Arts et Métiers
Avenue George Sand
Campus Condorcet, Site d'Aubervilliers
30 Zone

I.1 - Réseau de voirie et volume de trafic

Une enquête de circulation a été réalisée dans le quartier en octobre 2023, comprenant :

- des comptages automatiques sur l'Av. du Président Wilson et la Rue du Bailly pendant une durée d'une semaine,
- des comptages directionnels aux heures de pointe sur 11 des principaux carrefours du quartier.

Comptages automatiques

Des comptages automatiques ont été mis en place pendant une semaine, du mercredi 11 octobre au mardi 17 octobre 2023, sur les postes suivants (cf. plans de localisation des postes d'enquête) :

A Rue du Bailly,

B Av. du Président Wilson vers le sud,

C Av. du Président Wilson vers le nord.

Les relevés sont détaillés heure par heure, jour par jour, par sens de circulation.

Les résultats présentés comprennent des cartes des trafics moyens journaliers (moyenne des jours ouvrés) mesurés sur chacun des postes (véhicules/jour),

Comptages directionnels

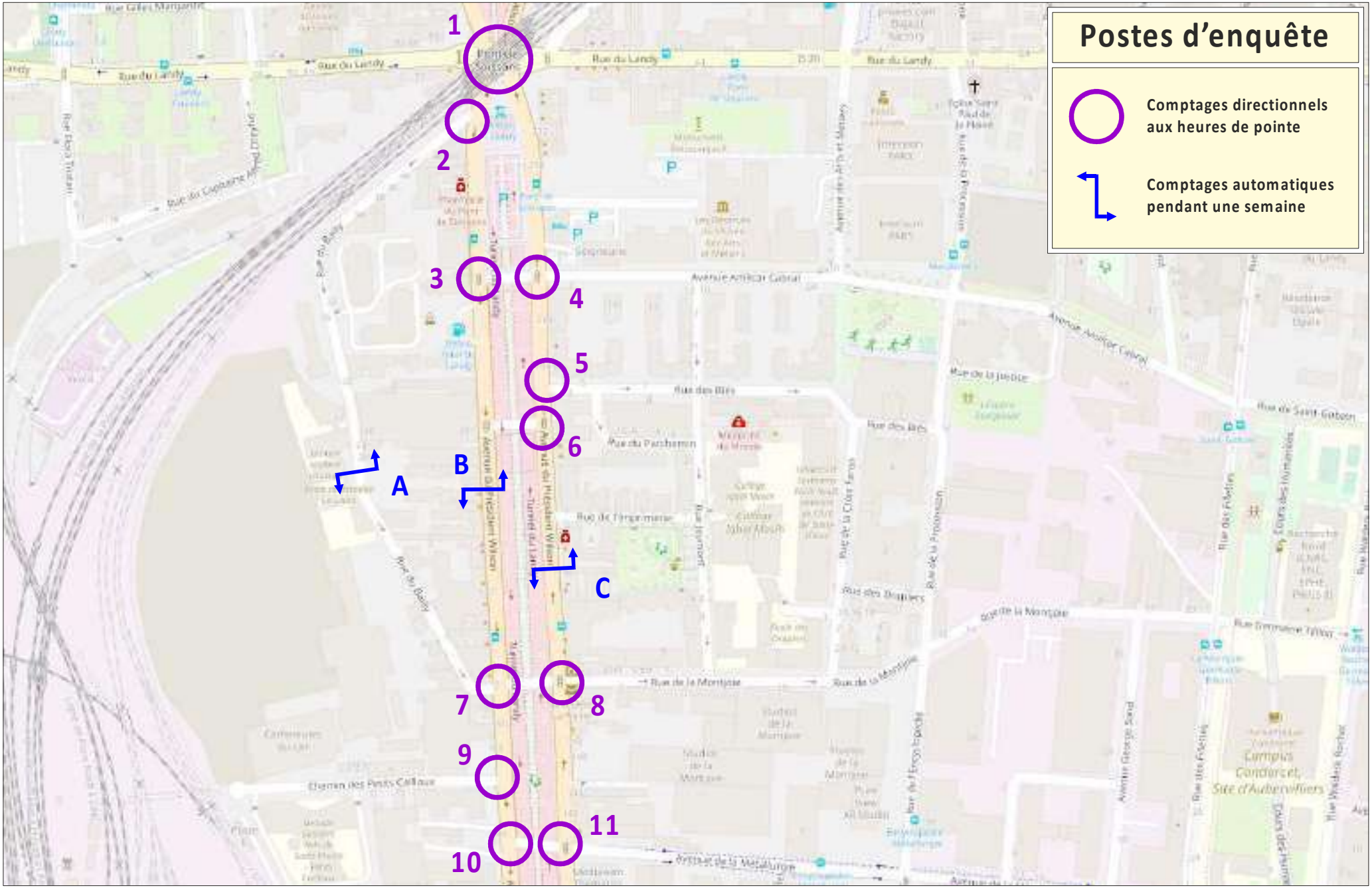
Les comptages directionnels ont été réalisés pendant une heure à l'heure de pointe du matin et une heure à l'heure de pointe du soir, le jeudi 12 octobre 2023, sur les carrefours suivants (cf. plan de localisation des postes d'enquête) :

1. Av. du Président Wilson x Rue du Landy,
2. Av. du Président Wilson x Rue du Bailly,
3. Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral ouest,
4. Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral est,
5. Av. du Président Wilson x Rue des Blés nord,
6. Av. du Président Wilson x Rue des Blés sud,
7. Av. du Président Wilson x Rue du Bailly,
8. Av. du Président Wilson x Rue de la Montjoie,
9. Av. du Président Wilson x Chemin des Petits Cailloux,
10. Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie ouest,
11. Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie est.

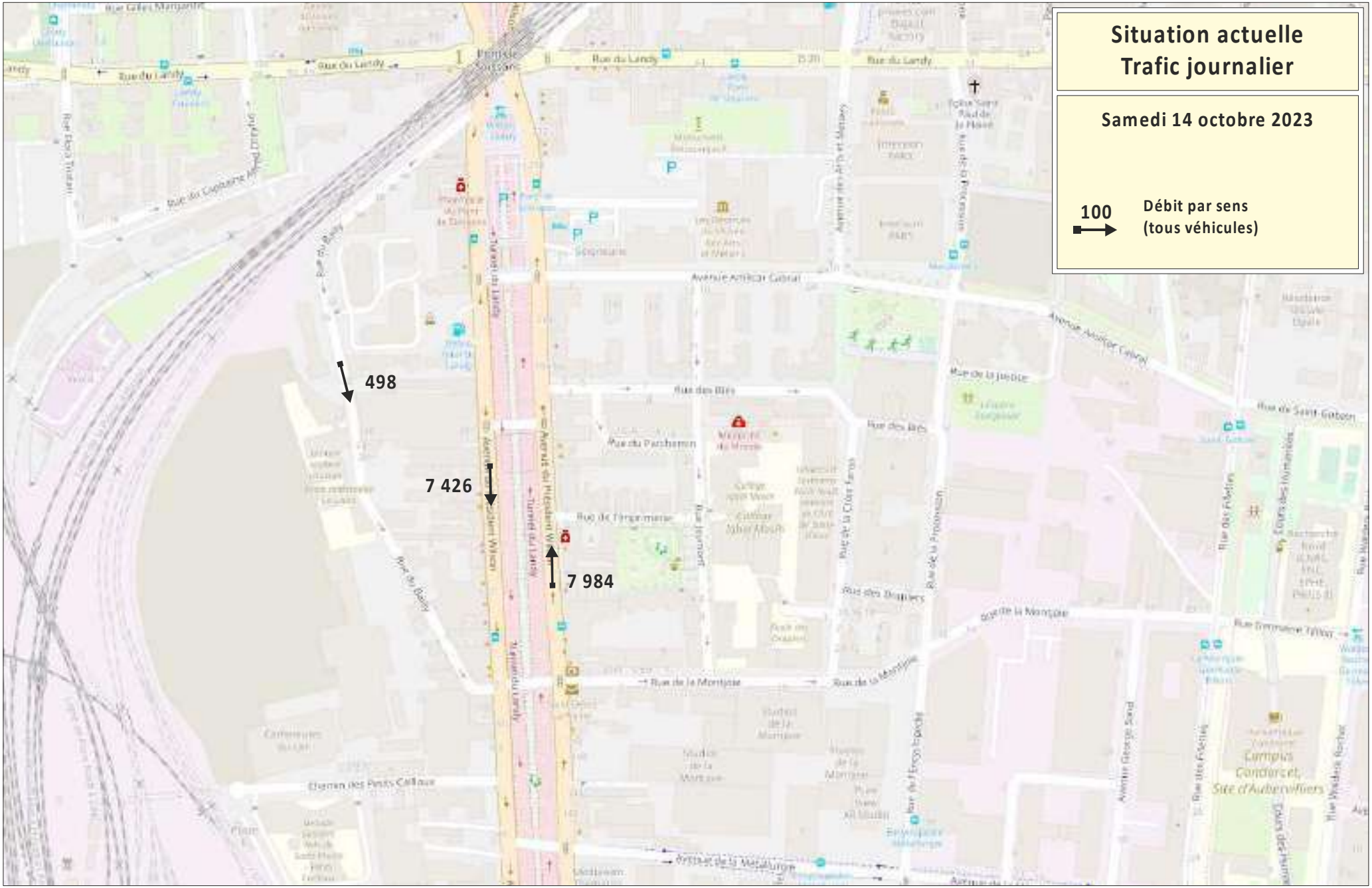
Les catégories de véhicules suivantes ont été distinguées : véhicules légers, poids-lourds, bus et deux-roues.

Les résultats présentés comprennent des cartes du trafic horaire aux heures de pointe sur les principales voies du quartier, en UVP/h[1].

[1] Unité-Véhicule-Particulier : 1 voiture = 1 UVP, 1 bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP


Postes d'enquête
Comptages directionnels aux heures de pointe
Comptages automatiques pendant une semaine
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
A
B
C

Situation actuelle
Trafic journalier
Octobre 2023
Moyenne des jours ouvrés
100
Débit par sens
(tous véhicules)
677
9 447
9 418
Rue du Landy
Avenue Amilcar Cabral
Rue des Blés
Rue du Parchemin
Rue de l'Imprimerie
Rue de la Montjoie
Rue de la Procession
Rue de la Justice
Rue de Saint-Gobain
Rue des Drapiers
Avenue de la Métallurgie
Chemin des Petits Cailloux
Campus Condorcet, Site d'Aubervilliers


Situation actuelle
Trafic journalier
Samedi 14 octobre 2023
100
Débit par sens
(tous véhicules)
498
7 426
7 984

Situation actuelle
Trafic journalier
Dimanche 15 octobre 2023
100
Débit par sens
(tous véhicules)
450
7 096
7 372

I.1.1 - Av. du Président Wilson

Profil et environnement

- Profil très large, à double sens avec 2 voies par sens (dont une pour les bus dans chaque sens) séparées par terre-plein très large.
- Présence de stationnement longitudinal dans chaque sens,
- Environnement urbain dense, avec un nombre important de carrefours à feux.

Trafic journalier

- Semaine du 11 au 17 octobre 2023[2] : 18 865 véh/j, dont :
  - 9 447 véh/h vers le sud,
  - 9 418 véh/j vers le nord.
- Samedi 14 octobre 2023: 15 410 véh/j, dont :
  - 7 426 véh/h vers le sud,
  - 7 984 véh/j vers le nord.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 1 130 UVP/h.
- Heure de pointe du soir : 1 139 UVP/h.

Fonctionnement

- Circulation dense aux heures de pointe, mais fonctionnement satisfaisant,
- Fonctionnement satisfaisant des principaux carrefours aux heures de pointe.

[2] Moyenne des jours ouvrés

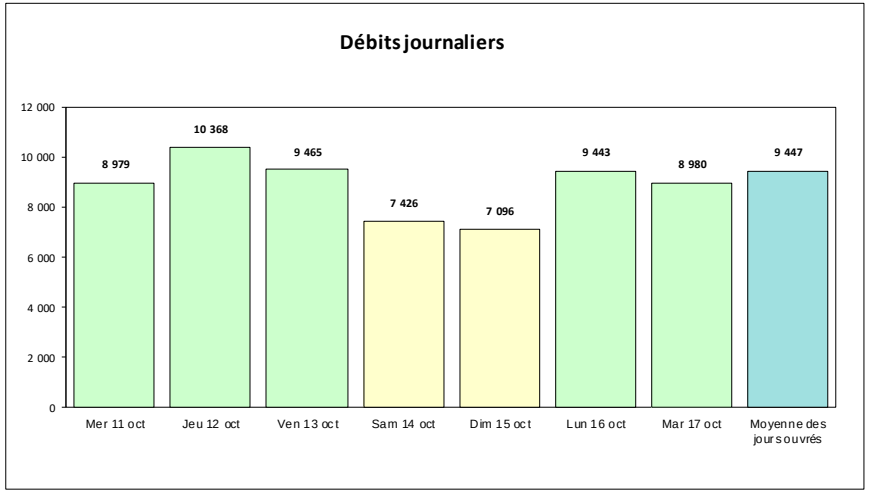
Poste B - Av. du Président Wilson

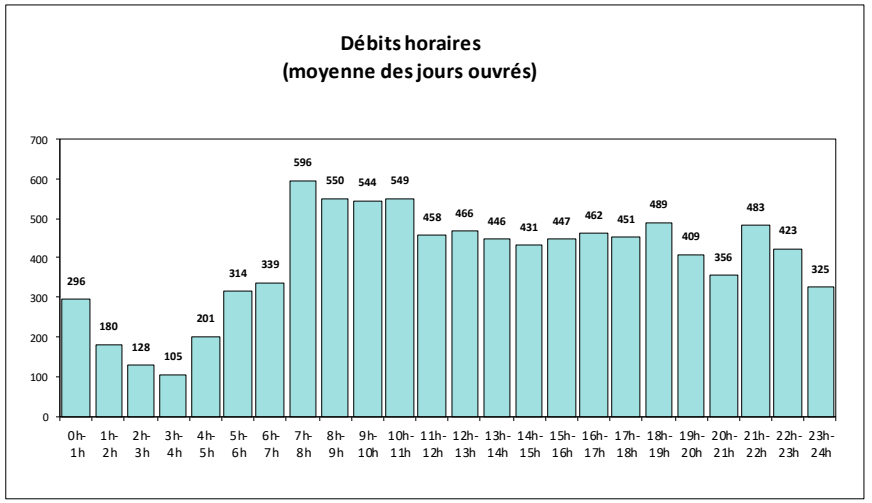
Vers Rue du Bailly

Du mercredi 11 au mardi 17 octobre 2023

	Résultats par jour - Tous véhicules							Moyenne des jours ouvrés
	Mer 11 oct	Jeu 12 oct	Ven 13 oct	Sam 14 oct	Dim 15 oct	Lun 16 oct	Mar 17 oct	
0h-1h	241	319	373	181	429	320	229	296
1h-2h	156	191	243	119	142	160	148	180
2h-3h	94	150	191	109	149	92	111	128
3h-4h	78	141	173	77	81	32	100	105
4h-5h	229	252	258	62	47	55	209	201
5h-6h	389	438	530	85	55	105	110	314
6h-7h	356	346	298	102	75	329	365	339
7h-8h	574	641	550	121	87	634	581	596
8h-9h	588	539	511	186	114	529	585	550
9h-10h	581	568	441	245	166	587	541	544
10h-11h	511	565	498	334	229	550	620	549
11h-12h	416	545	386	418	292	587	354	458
12h-13h	489	416	428	410	373	607	392	466
13h-14h	498	435	400	263	425	456	441	446
14h-15h	447	468	389	439	454	451	400	431
15h-16h	314	520	477	435	502	506	420	447
16h-17h	487	453	500	445	486	425	444	462
17h-18h	107	507	492	560	552	600	550	451
18h-19h	68	683	639	590	525	523	530	489
19h-20h	477	436	459	572	531	448	223	409
20h-21h	396	376	349	469	453	352	308	356
21h-22h	582	523	407	454	283	390	512	483
22h-23h	507	483	263	252	195	407	457	423
23h-24h	394	373	210	498	451	298	350	325
TOTAL	8 979	10 368	9 465	7 426	7 096	9 443	8 980	9 447

Données non prises en compte pour la moyenne des jours ouvrés





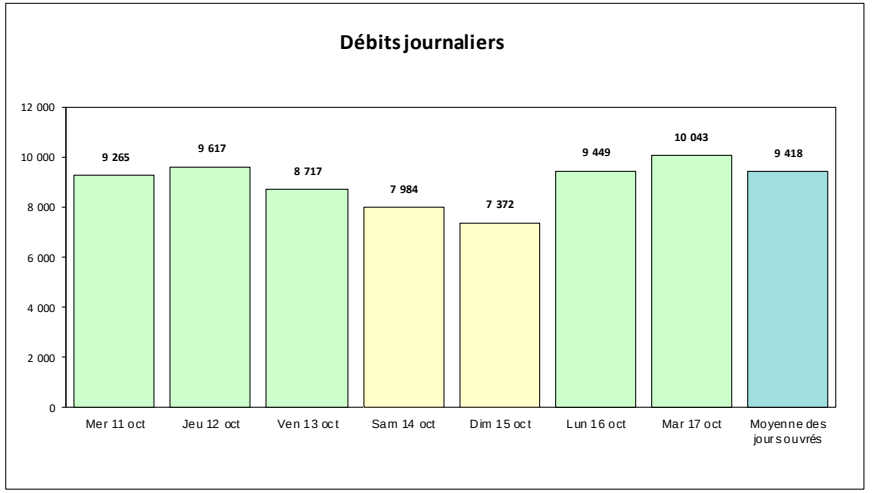
Poste C - Av. du Président Wilson

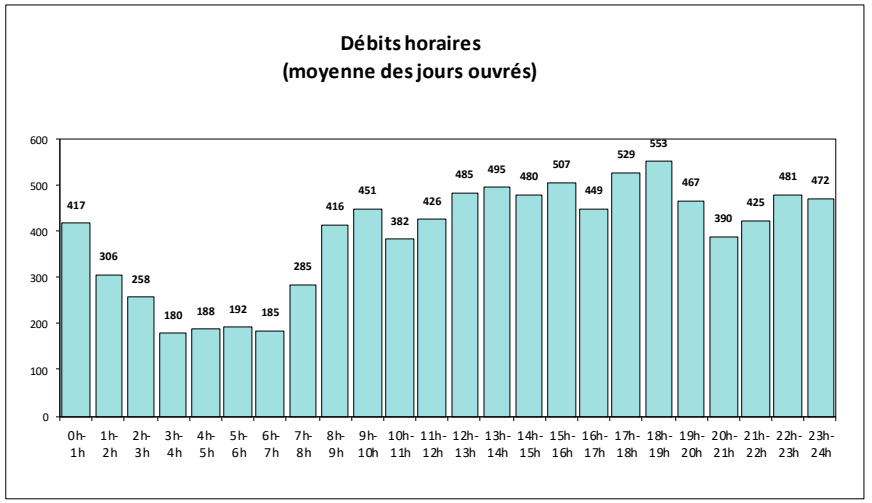
Vers Rue de l'Imprimerie

Du mercredi 11 au mardi 17 octobre 2023

	Résultats par jour - Tous véhicules							Moyenne des jours ouvrés
	Mer 11 oct	Jeu 12 oct	Ven 13 oct	Sam 14 oct	Dim 15 oct	Lun 16 oct	Mar 17 oct	
0h-1h	177	441	513	232	475	372	580	417
1h-2h	229	347	382	189	314	201	370	306
2h-3h	201	274	346	172	174	124	345	258
3h-4h	189	178	253	133	138	52	227	180
4h-5h	94	210	231	79	94	62	345	188
5h-6h	103	109	110	83	81	92	545	192
6h-7h	186	195	193	107	111	165	186	185
7h-8h	272	278	274	136	111	314	286	285
8h-9h	394	447	390	169	128	428	423	416
9h-10h	447	425	402	256	172	511	470	451
10h-11h	375	368	413	301	192	401	355	382
11h-12h	447	455	391	341	281	436	401	426
12h-13h	513	486	520	405	322	464	444	485
13h-14h	497	487	487	475	350	545	458	495
14h-15h	486	355	539	495	432	512	510	480
15h-16h	518	553	352	540	402	540	570	507
16h-17h	396	503	245	618	565	581	518	449
17h-18h	579	536	467	592	535	525	536	529
18h-19h	602	521	453	575	441	497	690	553
19h-20h	479	436	486	544	602	463	469	467
20h-21h	401	379	430	414	449	354	388	390
21h-22h	561	547	316	322	284	383	320	425
22h-23h	566	507	322	405	341	692	316	481
23h-24h	553	580	202	401	378	735	291	472
TOTAL	9 265	9 617	8 717	7 984	7 372	9 449	10 043	9 418

Données non prises en compte pour la moyenne des jours ouvrés





I.1.2 – Rue du Bailly

Profil et environnement

- Profil étroit en sens unique, avec du stationnement longitudinal
- Voie de desserte locale de logements d'activités et du groupe scolaire Aimé Césaire,
- Voie en zone 30.

Trafic journalier

- Semaine du 11 au 17 octobre 2023 : 677 véh/j.
- Samedi 14 octobre 2023: 498 véh/j.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 53 UVP/h.
- Heure de pointe du soir : 57 UVP/h.

Fonctionnement

- Faible volume de trafic
- Pratique de vitesses excessives.

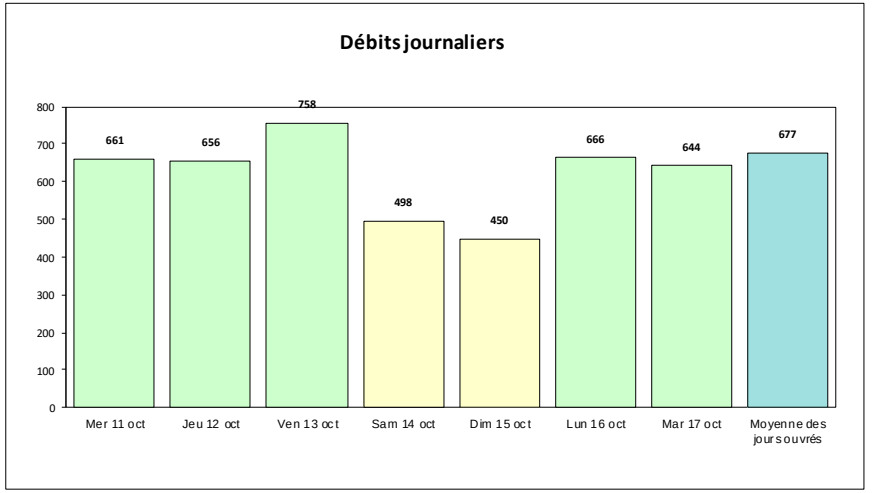
Poste A - Rue du Bailly

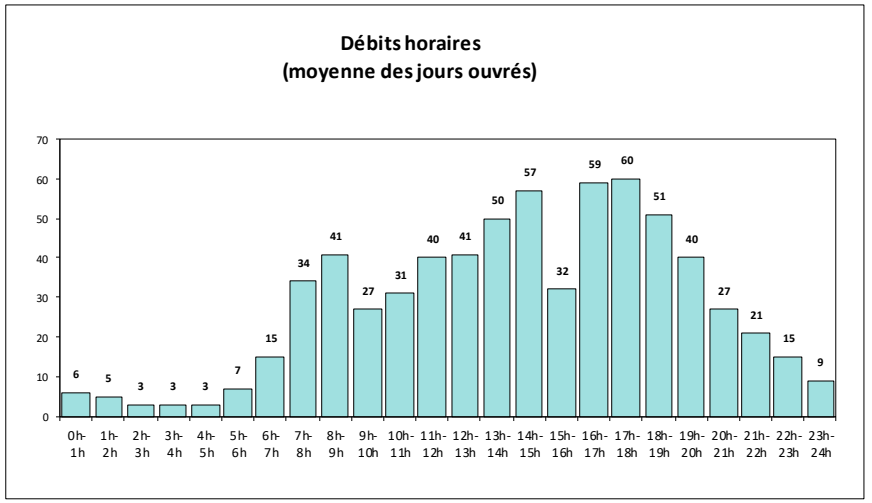
Vers Av. du Président Wilson

Du mercredi 11 au mardi 17 octobre 2023

	Résultats par jour - Tous véhicules							Moyenne des jours ouvrés
	Mer 11 oct	Jeu 12 oct	Ven 13 oct	Sam 14 oct	Dim 15 oct	Lun 16 oct	Mar 17 oct	
0h-1h	6	5	4	9	14	11	3	6
1h-2h	1	5	5	5	14	8	4	5
2h-3h	3	4	4	6	9	3	2	3
3h-4h	4	3	2	5	9	4	0	3
4h-5h	5	2	3	3	3	4	3	3
5h-6h	7	6	10	1	5	7	6	7
6h-7h	18	14	15	15	5	17	13	15
7h-8h	30	30	34	21	13	38	39	34
8h-9h	33	50	36	10	16	43	44	41
9h-10h	34	18	26	29	12	31	25	27
10h-11h	33	28	31	17	18	32	29	31
11h-12h	30	54	42	25	26	39	36	40
12h-13h	40	32	66	16	35	43	24	41
13h-14h	41	56	68	28	39	37	46	50
14h-15h	49	37	92	48	29	40	68	57
15h-16h	36	20	38	23	18	36	31	32
16h-17h	43	55	60	32	28	68	68	59
17h-18h	75	68	53	32	33	51	51	60
18h-19h	41	57	45	34	18	64	48	51
19h-20h	52	43	40	48	22	38	28	40
20h-21h	30	33	34	36	23	14	24	27
21h-22h	26	14	26	17	17	16	22	21
22h-23h	12	17	15	19	10	17	16	15
23h-24h	12	5	9	19	34	5	14	9
TOTAL	661	656	758	498	450	666	644	677

Données non prises en compte pour la moyenne des jours ouvrés





I.1.3 – Rue du Landy

Profil et environnement

- Profil à double sens avec 1 voie par sens.
- Une voie bus est aménagée à l'est de l'Av. du Président Wilson dans le sens est-ouest.
- Des bandes cyclables sont aménagées à l'ouest de l'Av. du Président Wilson.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 582 UVP/h à l'ouest de l'Av. du Président Wilson, et 493 UVP/h à l'est.
- Heure de pointe du soir : 634 UVP/h à l'ouest de l'Av. du Président Wilson, et 723 UVP/h à l'est.

Fonctionnement

- Pratique de vitesses excessives en particulier aux heures creuses,
- Stationnement gênant pour les piétons et les vélos sur certaines sections.
- Circulation dense aux heures de pointe.

I.1.4 – Chemin des Petits Cailloux

Profil et environnement

- Profil étroit en double sens, en impasse, avec du stationnement longitudinal.
- Voie de desserte locale de logements d'activités et du groupe scolaire Niki de Saint Phalle Petits Cailloux.
- Voie en zone 30.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 53 UVP/h.
- Heure de pointe du soir : 28 UVP/h.

Fonctionnement

- Faible volume de trafic,
- Stationnement gênant parfois sur certaines sections.

I.1.5 – Rue de la Montjoie

Profil et environnement

- Profil large en sens unique, avec du stationnement longitudinal.
- Environnement urbain.
- Présence de stationnement longitudinal.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 46 UVP/h.
- Heure de pointe du soir : 53 UVP/h.

Fonctionnement

- Faible volume de trafic.

I.1.6 – Av. Amilcar Cabral

Profil et environnement

- Profil large en double sens, avec deux bandes cyclables et du stationnement longitudinal.
- Voie en zone 30.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 86 UVP/h.
- Heure de pointe du soir : 158 UVP/h.

Fonctionnement

- Volume de trafic modéré.

I.1.7 – Av. de la Métallurgie

Profil et environnement

- Profil large en double sens, avec du stationnement longitudinal.

Trafic aux heures de pointe

- Heure de pointe du matin : 190 UVP/h.
- Heure de pointe du soir : 172 UVP/h.

Fonctionnement

- Volume de trafic modéré.

I.2 - Conditions de circulation aux heures de pointe

En situation actuelle, l'Av. du Président Wilson supporte un volume de trafic élevé aux heures de pointe, avec 1 130 UVP/h le matin et 1 139 UVP/h le soir (deux sens confondus) entre la Rue du Bailly et la Rue de l'Imprimerie. Le matin le flux est plus important vers le sud, le soir, les volumes de trafic sont équivalents.

Les conditions de circulation sur l'Av. Président Wilson sont cependant satisfaisantes. Le fonctionnement des différents carrefours le long de l'Av. du Président Wilson est satisfaisant avec de bonnes réserves de capacité aux heures de pointe.

La circulation sur la Rue du Bailly est fluide, mais les vitesses pratiquées sont parfois excessives. Les volumes de trafic sont faibles aux heures de pointe. L'accès vers la Rue du Bailly depuis l'Av. du Président Wilson se fait en tourne-à-droite, avec de bonnes conditions de circulation.

La Rue du Landy supporte en situation actuelle un volume de trafic élevé aux heures de pointe, avec 582 UVP/h le matin et 634 UVP/h le soir, à l'ouest de l'Av. du Président Wilson. A l'est du carrefour avec l'Av. du Président Wilson, le volume de trafic atteint est de 493 UVP/h le matin et 723 UVP/h le soir.

La circulation sur la Rue du Landy est dense aux heures de pointe avec des remontées de file en amont des différents carrefours à feux. Ces remontées de file se résorbent cependant à la fin des heures de pointe.

Sur les autres voies du quartier, les conditions de circulation sont globalement satisfaisantes.

Situation actuelle
Heure de pointe du matin
7h45 à 8h45
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
614
453
254
233
582
493
328
755
260
547
45
689
456
60
86
44
26
731
466
45
33
650
480
53
16
46
63
656
479
31
53
22
74
117
709
37
467
190
73

Situation actuelle
Heure de pointe du soir
17h30 à 18h30
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
508
483
354
397
634
723
280
629
326
607
43
577
625
118
158
80
39
655
626
104
48
567
572
57
11
53
93
542
544
12
28
16
75
108
582
62
530
172
64

I.2.1 – Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Landy

Géométrie

- Carrefour à quatre branches, géré par des feux tricolores avec un cycle à deux phases.
- Carrefour aménagé avec un îlot central permettant le stockage des véhicules en tourne-à-gauche

Trafic

- La charge du carrefour est modérée (somme des trafics entrant sur le carrefour) :
  - 1 722 UVP/h le matin,
  - 1 792 UVP/h le soir.

Fonctionnement

- Le carrefour supporte une charge de trafic élevée.
- Fonctionnement satisfaisant du carrefour avec des remontées de file limitées
- Le stockage des véhicules au milieu du carrefour est satisfaisant.

I.2.2 – Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Bailly

Géométrie

- Carrefour à trois branches qui permet d'accéder à la Rue du Bailly depuis l'Av. du Président Wilson uniquement en tourne-à-droite. L'accès vers la Rue du Bailly ne peut se faire en tourne-à-gauche depuis la branche sud de l'Av. du Président Wilson.

- Le passage piétons situé sur la branche sud de L'Av. du Président est géré par des feux tricolores.

Trafic

- La charge du carrefour est modérée :
  - 734 UVP/h le matin,
  - 620 UVP/h le soir.

Fonctionnement

- Remontée de file sur l'Av. du Président Wilson nord en raison de la présence des feux tricolores pour les piétons, mais sans conséquence majeure sur le carrefour en amont.

I.2.3 – Carrefour Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral

Géométrie

- L'intersection entre ces deux voies est gérée avec deux carrefours fonctionnant avec des feux tricolores.
- Le carrefour ouest est à 3 branches avec un cycle à deux phases, celui situé à l'ouest à trois branches avec un cycle à deux phases également.
- La section de l'Av. Amilcar Cabral située entre les deux carrefours présente un profil large avec deux voies en sens unique vers l'ouest, permettant un stockage important des véhicules en attente en amont des feux.

Trafic

- Les charges des carrefours sont modérées :

- Carrefour ouest :
  - 731 UVP/h le matin,
  - 655 UVP/h le soir.
- Carrefour est :
  - 526 UVP/h le matin,
  - 744 UVP/h le soir.

Fonctionnement

- Fonctionnement satisfaisant des deux carrefours.
- Stockage suffisant entre les deux carrefours.

I.2.4 – Carrefour Av. du Président Wilson x Rue du Bailly x Rue de la Montjoie

Géométrie

- L'intersection entre ces deux voies est gérée avec deux carrefours fonctionnant avec des feux tricolores. La voie qui relie les deux carrefours est en double sens.
- Le carrefour ouest est à 4 branches avec un cycle à deux phases, celui situé à l'est à trois branches avec un cycle à deux phases également.

Trafic

- Les charges des carrefours sont modérées :
- Carrefour ouest :
  - 719 UVP/h le matin,
  - 635 UVP/h le soir.
- Carrefour est :
  - 542 UVP/h le matin,
  - 636 UVP/h le soir.

Fonctionnement

- Fonctionnement satisfaisant des deux carrefours.
- Stockage suffisant entre les deux carrefours.

I.2.5 – Carrefour Av. du Président Wilson x Av. de la Métallurgie

Géométrie

- L'intersection entre ces deux voies est gérée avec deux carrefours fonctionnant avec des feux tricolores. La voie qui relie les deux carrefours est en double sens.
- Le carrefour ouest est à 3 branches avec un cycle à deux phases, celui situé à l'est à quatre branches avec un cycle à deux phases également.
- La section de l'Av. de la Métallurgie située entre les deux carrefours présente un profil large avec deux voies par sens, permettant un stockage important des véhicules en attente en amont des feux.

Trafic

- Les charges des carrefours sont modérées :
- Carrefour ouest :
  - 739 UVP/h le matin,
  - 637 UVP/h le soir.
- Carrefour est :
  - 621 UVP/h le matin,
  - 700 UVP/h le soir.

Fonctionnement

- Fonctionnement satisfaisant des deux carrefours.
- Stockage suffisant entre les deux carrefours.

I.3 – Desserte en transports en commun

Le quartier est très bien desservi par les transports en commun, en particulier par le RER B, RER D, les lignes 12, 13 et 14 du métro et plusieurs lignes de bus :153, 302, 353…

Le site est situé à :

- 12 min à pied de la station du RER B « La Plaine – Stade de France »,
- 13 min à pied de la station du RER D « Stade de France – Saint-Denis »,
- 20 min à pied de la nouvelle station de la ligne 14 du métro « Saint-Denis – Pleyel »,
- 13 min à pied de la station de la ligne 13 du métro « Carrefour Pleyel », en particulier depuis l'aménagement du FUP qui permet de traverser le faisceau ferroviaire,
- 15 min à pied de la station de la ligne 12 du métro « Aubervilliers – Front Populaire ».

Le quartier est également desservi par un réseau dense de lignes de bus :

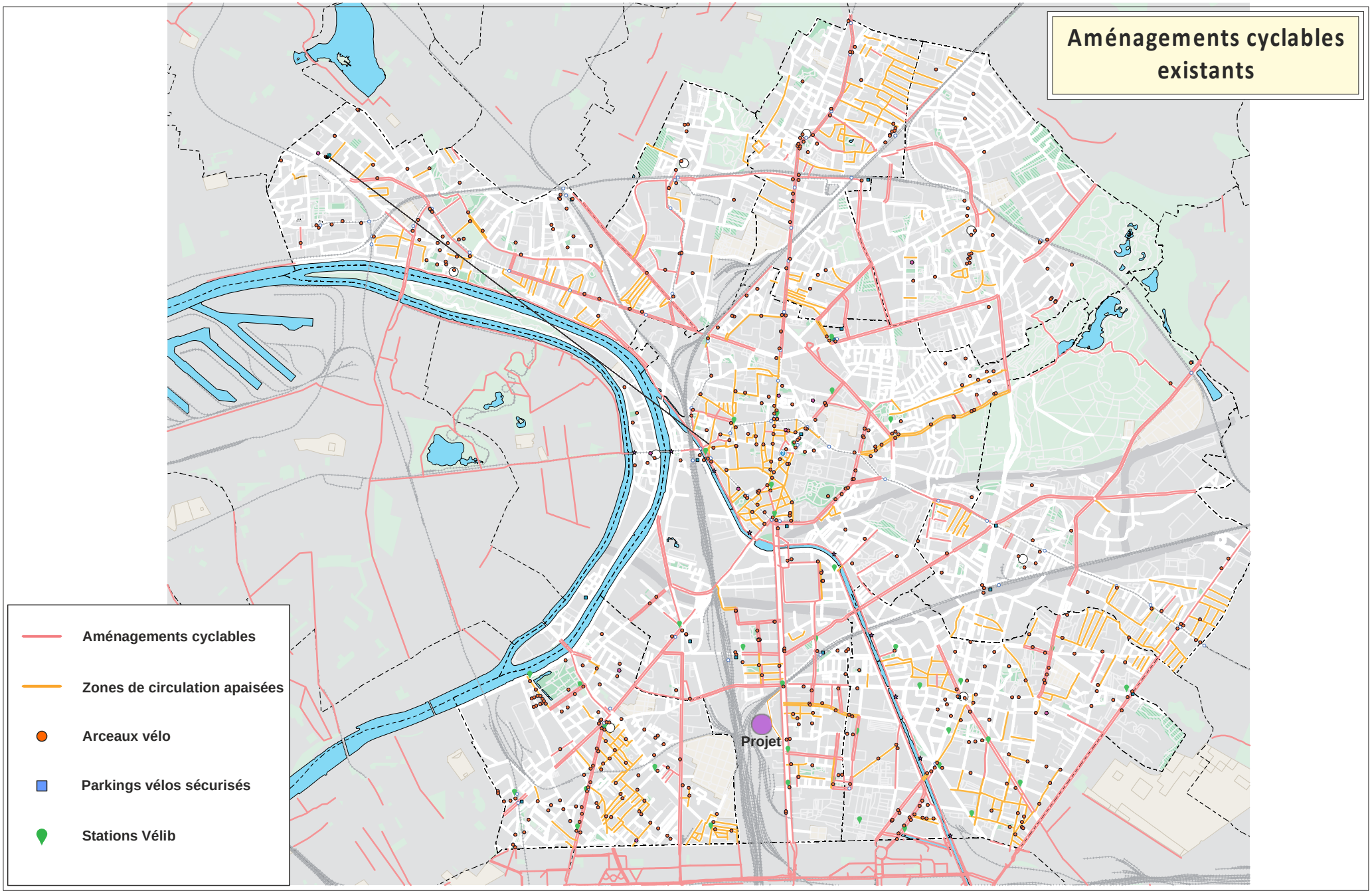
- la ligne 153 « Stains – Moulins Neuf / Porte de la Chapelle », avec plusieurs arrêts sur l'Av. du Président Wilson et qui dessert en particulier la station du RER B « La Plaine-Stade de France » en 7 min, et la station de la ligne 13 du métro « Place de Paris – Stade de France » en 20 min,
- la ligne 302 « La Courneuve – 6 Routes / Gare du Nord», avec un arrêt sur l'Av. du Président Wilson « Église de la Plaine » qui dessert en particulier la station du RER B « La Plaine-Stade de France » en 9 min, et la gare du Nord en 30 min,
- la ligne 353 « Saint-Denis Université / Saint-Denis ZAC Landy Nord», avec un arrêt sur la Rue du Landy « Landy Pont de Soissons », et qui dessert en particulier des stations du RER B, du RER D, de la ligne 13 du métro et des tramway T1 et T8.

I.4 – Desserte piétons et vélos

Les conditions de cheminement des piétons sont satisfaisantes sur une part importante du réseau de voirie. Plusieurs carrefours gérés par des feux tricolores permettent de traverser l'Av. du Président Wilson dans de bonnes conditions de sécurité.

Le réseau cyclable est très dense dans le quartier, avec des aménagements importants pour les vélos. Deux pistes unidirectionnelles sont aménagées sur l'Av. du Président Wilson. Elles traversent le quartier depuis Paris vers le centre-ville de Saint-Denis. Le réseau cyclable permet également de rejoindre dans de bonnes conditions les stations des RER B et D ainsi que les stations de métro des lignes 12, 13 et 14.

Réseau de transports en commun
Projet
AUBERVILLIERS
SAINT-OUEN
PANTIN
Stade de France Saint-Denis
La Plaine Stade de France
Mairie de Saint-Ouen
Mairie d'Aubervilliers
Aimé Césaire
Aubervilliers Front Populaire
Porte d'Aubervilliers
Porte de la Chapelle
Porte de Clignancourt
Porte de la Villette
Fort d'Aubervilliers
La Courneuve 8 Mai 1945


Aménagements cyclables existants
Aménagements cyclables
Zones de circulation apaisées
Arceaux vélo
Parkings vélos sécurisés
Stations Vélib
Projet

II - Situation « fil de l'eau »

La situation « fil de l'eau » correspond à une situation à l'horizon de la livraison du projet (2032) :

- ne prenant pas en compte le projet lui-même,
- prenant en compte les autres projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation dans le secteur à cet horizon (2032).

II.1 - Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation

Un recensement a été réalisé pour les projets existants ou approuvés dans le secteur et ayant fait l'objet :

- d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique,
- ou d'une évaluation environnementale et pour lesquels un avis de l'Autorité Environnementale a été rendu public.

D'autres projets n'ayant pas fait l'objet d'un avis de l'Autorité Environnementale ont été identifiés aux abords du site. Ces projets ont été également étudiés afin de déterminer leur impact sur les conditions de circulation dans le quartier.

La carte page suivante présente tous les projets recensés dans la situation « fil de l'eau ».

Les projets recensés ont été analysés afin de déterminer leur impact sur l'évolution du trafic dans le secteur étudié.

Cette analyse a été faite de deux manières :

- soit en prenant en compte les données des études de circulation réalisées dans le cadre de l'étude d'impact de chaque projet (génération de trafic, affectation sur le réseau de voirie du secteur…),
- soit, en l'absence d'étude de circulation spécifique, en estimant le trafic engendré et sa répartition sur le réseau de voirie, en fonction du programme de chaque projet, de sa localisation et des répartitions modales spécifiques.

Parmi les projets recensés, plusieurs d'entre eux auront une influence sur les conditions de circulation dans le quartier.

Projet de prolongement du tramway T8

Ce projet prévoit le prolongement de la ligne T8 existante vers le sud, créant 10 nouvelles stations sur 5,5 km entre l'actuel terminus de Saint-Denis – Porte de Paris et la gare RER de Paris – Rosa Parks.

L'arrêt le plus proche du site sera situé au niveau de la Rue du Landy « Lycée Angela Davis », à 11 mn à pied.

ZAC Montjoie

Ce projet prévoit la réalisation d'environ 200 logements sur une emprise de 5 603 m² (Lot E1B)

Le projet est situé à l'ouest de l'Av. du Président Wilson.

Projet immobilier Rue Génin à Saint-Denis

Le projet est situé au nord du site à proximité de la station de métro de la ligne 13 « Saint-Denis – Porte de Paris ».

Le programme du projet comprend les éléments suivants :

- 270 logements,
- Un restaurant de 300 m²,
- Une surface commerciale de 1 900 m² (1 500 m² de surface de vente).

AOP Campus Condorcet

Le projet est situé à l'ouest du site à proximité de la station de métro de la ligne 12 « Front Populaire ».

Ce projet rassemblera à terme plus de 15 000 personnes dont 4 600 doctorants. Il prévoit également la réalisation de 450 logements étudiants.

Une part importante du programme a déjà été réalisée. Le reste du programme comprend en particulier les sièges de l'EPHE et de l'EHESS, un espace de sport, un centre de petite enfance et d'autres locaux de recherches mutualisés.

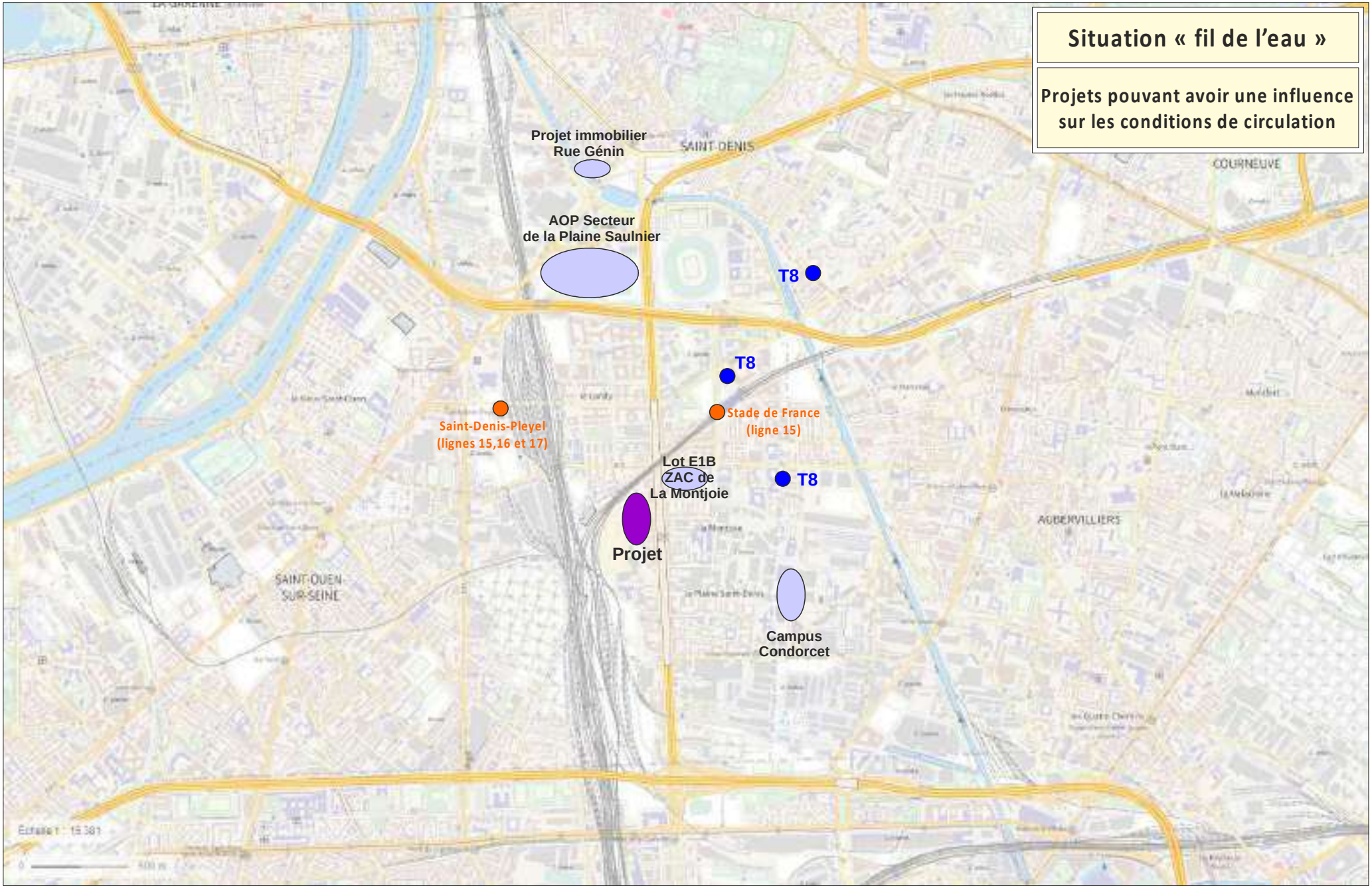
AOP Secteur de la Plaine Saulnier à Saint-Denis

Le projet est situé au nord du site à proximité du stade de France, entre l'A86 et la Rue Saulnier à Saint Denis.

Le projet porte sur un programme prévisionnel total d'environ 240 000 m², dont 17% de surfaces dédiées au logements et 58% de surfaces dédiées aux bureaux.

Lignes 15, 16 et 17 du Grand Paris Express

Les lignes 15 Ouest, 15 Est, 16 et 17 du GPE desserviront le secteur en 2031 avec deux arrêts « Saint-Denis – Pleyel », à 1,2 km du projet (20 min à pied) et « Stade de France » à 700 m du projet (12 min à pied). La desserte par les transports en commun du secteur sera renforcée de façon très importante avec la mise en service de ces lignes.


Situation « fil de l'eau »
Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation
Projet immobilier Rue Génin
AOP Secteur de la Plaine Saulnier
T8
T8
T8
Saint-Denis-Pleyel (lignes 15,16 et 17)
Stade de France (ligne 15)
Lot E1B ZAC de La Montjoie
Projet
Campus Condorcet
SAINT-DENIS
COURNEUVE
AUBERVILLIERS
SAINT-OUEN-SUR-SEINE

II.2 - Génération de trafic

Pour ces projets, le trafic engendré aux heures de pointe sera constitué principalement par les déplacements domicile-travail des futurs résidents pour les programmes de logements, et des futurs employés pour les programmes d'activités.

II.2.1 - Génération de trafic des projets de logements

Le trafic engendré aux heures de pointe par les logements peut être estimé en fonction du nombre d'emplois par ménage, de la répartition modale des trajets domicile-travail des habitants de Saint-Denis et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.

II.2.1.1 - Répartition modale

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition modale des trajets domicile-travail pour les habitants de Saint-Denis (source Insee RGP).

Mode de transport utilisé	Volume	%
Transports en commun	27 096	62%
Voiture, camion, fourgonnette	10 301	24%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	2 925	7%
Pas de transport	1 311	3%
Vélo (y compris à assistance électrique)	1 165	3%
Deux-roues motorisé	844	2%
Total	**43 641**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail pour les habitants de Saint-Denis

II.2.1.2 - Nombre d'emplois par ménage

La commune de Saint-Denis compte 57 020 actifs ayant un emploi pour 59 146 ménages, soit environ 0,96 emploi par ménage (source Insee RGP).

La population des logements de différents projets devrait vraisemblablement être plus active que la moyenne de la commune, et le nombre d'emplois par ménage devrait être plus élevé. Il peut être estimé à **1,3 emploi par ménage**.

II.2.1.3 - Volume de trafic engendré par les logements

Compte tenu de la situation des projets et de la desserte par les transports en commun du secteur qui sera renforcée d'ici 2032, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs résidents devrait être inférieure à la moyenne de la commune.

Cette part modale peut être estimée à 20%.

II.2.2 - Génération de trafic des projets d'activités

Le trafic engendré aux heures de pointe par les programmes de bureaux et d'activités peut être estimé en fonction de la répartition modale des trajets domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis, de la capacité du parking prévu et de la proximité et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition modale des trajets domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis (source Insee RGP).

Mode de transport utilisé	Volume	%
Transports en commun	50 500	57%
Voiture, camion, fourgonnette	29 261	33%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	3 277	4%
Deux-roues motorisé	2 376	3%
Vélo (y compris à assistance électrique)	2 208	2%
Pas de transport	1 350	2%
Total	**88 973**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis

Compte tenu de la situation des projets, de la desserte par les transports en commun du secteur qui sera renforcée d'ici 2032, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs employés devrait être inférieure à la moyenne de la commune.

Cette part modale peut être estimée à 20% en général et moins pour les projets à proximité immédiate de stations de métro ou de RER, en particulier pour les projets du Campus Condorcet et l'AOP du secteur de la Plaine Saulnier.

II.3 - Affectation de trafic des projets

La localisation du lieu de travail des habitants de Saint-Denis, ainsi que des actifs travaillant à Saint-Denis, utilisant un véhicule particulier comme mode de transport pour le trajet domicile-travail a été étudiée sur la base des données Insee.

Pour chacune des origines et des destinations, l'itinéraire le plus court a été calculé, afin d'établir les voies empruntées. Les itinéraires ont été calculés pour l'heure de pointe du matin et du soir, en fonction des origines/destinations et du plan de circulation du quartier.

II.4 - Évolution du trafic

Heure de pointe du matin

Le volume de trafic à l'heure de pointe du matin sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 1 176 UVP/h (+109 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur l'Av. du Président Wilson au nord de la Rue du Landy, et 1 431 UVP/h (+ 109 UVP/h) entre la Rue du Bailly et l'Av. Amilcar Cabral (644 UVP/h (+77 UVP/h) vers le nord et 787 UVP/h (+32 UVP/h) vers le sud),

- 1 277 UVP/h (+80 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur l'Av. du Président Wilson au sud de l'Av. Amilcar Cabral (504 UVP/h (+48 UVP/h) vers le nord et 721 UVP/h (+32 UVP/h) vers le sud), et 1 215 UVP/h (+ 80 UVP/h) entre la Rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux (527 UVP/h (+48 UVP/h) vers le nord et 688 UVP/h (+32 UVP/h) vers le sud),

- 1 251 UVP/h (+75 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur l'Av. du Président Wilson au sud de la Rue de la Métallurgie (519 UVP/h (+52 UVP/h) vers le nord et 732 UVP/h (+23 UVP/h) vers le sud),

- 518 UVP/h (+25 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur la Rue du Landy à l'est de l'Av. du Président Wilson, et 587 UVP/h (+ 7 UVP/h) à l'ouest.

- 203 UVP/h (+13 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur la Rue de la Métallurgie.

Heure de pointe du soir

Le volume de trafic à l'heure de pointe du soir sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 1 079 UVP/h (+88 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur l'Av. du Président Wilson au nord de la Rue du Landy, et 1 316 UVP/h (+ 80 UVP/h) entre la Rue du Bailly et l'Av. Amilcar Cabral (632 UVP/h (+25 UVP/h) vers le nord et 684 UVP/h (+55 UVP/h) vers le sud),

- 1 378 UVP/h (+97 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur l'Av. du Président Wilson au sud de l'Av. Amilcar Cabral (668 UVP/h (+42 UVP/h) vers le nord et 710 UVP/h (+55 UVP/h) vers le sud), et 1 153 UVP/h (+ 67 UVP/h) entre la Rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux (571 UVP/h (+27 UVP/h) vers le nord et 582 UVP/h (+40 UVP/h) vers le sud),

- 1 175 UVP/h (+63 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur l'Av. du Président Wilson au sud de la Rue de la Métallurgie (549 UVP/h (+19 UVP/h) vers le nord et 626 UVP/h (+44 UVP/h) vers le sud),

- 745 UVP/h (+22 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur la Rue du Landy à l'est de l'Av. du Président Wilson, et 640 UVP/h (+ 6 UVP/h) à l'ouest.

- 184 UVP/h (+12 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur la Rue de la Métallurgie.

Les cartes des pages suivantes présentent le volume de trafic estimé sur les voies du secteur aux heures de pointe à l'horizon de la situation « fil de l'eau ».

Situation «Fil de l'eau»
Heure de pointe du matin
7h45 à 8h45
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
662
514
261
233
587
518
328
787
285
644
45
721
504
60
86
44
26
763
514
45
33
682
528
53
16
46
63
688
527
31
53
22
74
117
732
46
519
203
86

Situation «Fil de l'eau»
Heure de pointe du soir
17h30 à 18h30
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
559
520
354
419
640
745
286
684
326
632
43
632
647
118
158
80
39
710
668
104
48
622
614
57
11
53
93
582
571
12
28
16
79
120
626
62
549
184
64

II.5 - Évolution des conditions de circulation

II.5.1 – Av. du Président Wilson x Rue du Landy

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 125 UVP/h le matin (soit une augmentation de 7% par rapport à la situation actuelle) et 96 UVP/h le soir (soit une augmentation de 5%).

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 56% le matin et 53% le soir (au lieu de 62% le matin et 56% le soir en situation actuelle).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

II.5.2 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly nord

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 32 UVP/h le matin (soit une augmentation de 4% par rapport à la situation actuelle) et 55 UVP/h le soir (soit une augmentation de 9%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

II.5.3 – Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral

L'intersection entre ces deux voies est gérée avec deux carrefours fonctionnant avec des feux tricolores.

Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 32 UVP/h le matin (soit une augmentation de 4% par rapport à la situation actuelle) et 55 UVP/h le soir (soit une augmentation de 8%).

Le carrefour situé à l'est supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 48 UVP/h le matin (soit une augmentation de 9% par rapport à la situation actuelle), et 42 UVP/h le soir (soit une augmentation de 6%).

La réserve de capacité du carrefour ouest demeurera satisfaisante aux heures de pointe, avec 51% le matin et 54% le soir (au lieu de 53% le matin et 58% le soir en situation actuelle).

La réserve de capacité du carrefour situé à l'est demeurera également satisfaisante, avec 61% le matin et 47% le soir (au lieu de 64% le matin et 49% le soir en situation actuelle).

Le fonctionnement du carrefour demeurera satisfaisant aux heures de pointe.

II.5.4 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly sud

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 32 UVP/h le matin (soit une augmentation de 4% par rapport à la situation actuelle) et 40 UVP/h le soir (soit une augmentation de 6%).

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 52% le matin et 56% le soir (au lieu de 54% le matin et 58% le soir en situation actuelle).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

II.5.5 – Av. du Président Wilson x Rue de la Montjoie

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 48 UVP/h le matin (soit une augmentation de 9% par rapport à la situation actuelle) et 27 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 60% le matin et 55% le soir (au lieu de 63% le matin et 57% le soir en situation actuelle).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

II.5.6 – Av. du Président Wilson x Chemin des Petits Cailloux

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 32 UVP/h le matin (soit une augmentation de 5% par rapport à la situation actuelle) et 40 UVP/h le soir (soit une augmentation de 7%).

Les temps d'attente des véhicules qui débouchent depuis le Chemin des Petits Cailloux demeureront faibles et ne dépasseront pas 8s le matin et 7s le soir (au lieu de 7s le matin et 7s le soir en situation actuelle).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

II.5.7 – Av. du Président Wilson x Rue de la Métallurgie

Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 61 UVP/h le matin (soit une augmentation de 10% par rapport à la situation actuelle) et 31 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).

Le carrefour situé à l'est supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 32 UVP/h le matin (soit une augmentation de 4% par rapport à la situation actuelle) et 44 UVP/h le soir (soit une augmentation de 7%).

La réserve de capacité du carrefour ouest demeurera satisfaisante aux heures de pointe, avec 48% le matin et 53% le soir (au lieu de 50% le matin et 56% le soir en situation actuelle).

La réserve de capacité du carrefour situé à l'est demeurera également satisfaisante, avec 57% le matin et 55% le soir (au lieu de 60% le matin et 57% le soir en situation actuelle).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

III - Situation projetée

La situation future dite « projetée » correspond à la situation à l'horizon de la livraison du projet, prenant en compte les autres projets identifiés (opérations et infrastructures) pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation, ainsi que le projet étudié.

Elle correspond donc ici à **une situation future à l'horizon 2032 avec le projet**.

III.1 - Description du projet

L'opération est située sur la commune de Saint-Denis, dans un quartier mixte avec des logements , des commerces et des activités.

Le site est situé à l'ouest de l'Av. du Président Wilson. Il est accessible par la Rue du Bailly depuis l'Av. du Président Wilson.

III.1.1 - Programme

Le programme prévoit les éléments suivants :

Îlot des Enfants

Nombre de logements : 160

Stationnement sur l'îlot : 0

Stationnement dans la centrale des mobilités (CDM) : 106 places.

Offre de stationnement supplémentaire dans la centrale des mobilités :30 places pour la résidence étudiante, les commerces et le pôle santé.

La centrale des mobilités sera accessible depuis la nouvelle voie parallèle à la Rue du Bailly.

Îlot du Parc

Nombre de logements : 210

Stationnement sur l'îlot : parking souterrain de 77 places, accessible depuis la nouvelle voie parallèle à la Rue du Bailly.

Stationnement dans la centrale des mobilités : 50 places

Îlot Cœur de Ville

Nombre de logement : 245, dont

- 65 logements (LLS), avec un parking souterrain de 35 places, accessible depuis le Chemin des Petits Cailloux,
- 180 logements (ACC et BRS), avec un parking souterrain de 110 places, accessible depuis l'Av. du Président Wilson, au sud de l'Av. de la Métallurgie.

Îlot Faubourg

- Nombre de logement : 110

Stationnement sur l'îlot : Parking accessible depuis l'Av. du Président Wilson, entre la Rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux.

Les Cathédrales

Équipement dédié aux arts urbains, avec un objectif de 100 000 visiteurs par an.

Les bâtiments (ERP de Type L catégorie 1) auront une jauge maximale de

- 8 300 personnes dans la petite Halle,
- 3 300 personnes pour la grande Halle.

La fréquentation moyenne sera de 2 000 visiteurs par semaine, avec des pointes plus importantes en fonction des événements.

Offre de stationnement de l'équipement : Aucune offre de stationnement n'est prévue pour les visiteurs et le personnel en raison de la qualité de la desserte du site par les transports en commun.

Les livraisons sont estimées à 2 à 3 camions par semaine en moyenne, avec un trafic plus élevé pour les grandes manifestations. L'accès des livraisons se fera par le Chemin des Petits Cailloux.

Une pièce en plus

Le site de la société « Une pièce en plus » sera déplacé dans le cadre du projet. L'accès futur se fera depuis le Chemin des Petits Cailloux, au lieu de l'Av. du Président Wilson (accès en situation actuelle). Le trafic engendré par le site est d'environ 20 camionnettes par jour.

III.1.2 – Organisation des accès

Le site est accessible depuis l'Av. du Président Wilson. L'entrée se fera au nord à proximité du carrefour avec la Rue du Landy. L'entrée se fera en tourne-à-droite uniquement.

La sortie du quartier se fera par le carrefour Rue du Bailly x Av. du Président Wilson, géré par des feux tricolores.

Une voie nouvelle en sens unique sera aménagée pour accéder en particulier à la centrale des mobilités et au parking de l'îlot Parc. L'ensemble du quartier sera aménagé en zone 30. La Rue du Bailly sera maintenue en sens unique vers le sud.

Le réseau de voirie du quartier sera donc aménagé en zone apaisée qui favorise une circulation partagée sur la chaussée entre les vélos et les véhicules motorisés. Le double sens cyclable sera autorisé et signalé sur l'ensemble du réseau de voirie du quartier.

Une piste cyclable sera aménagée le long du parc à l'ouest du quartier et permettra de traverser le quartier en vélos sur un axe nord-sud.

La carte ci-contre présente le plan de circulation du quartier ainsi que les accès aux différents parkings des différents îlots.

III.2 - Génération de trafic

Le trafic automobile engendré aux heures de pointe sera constitué principalement par les déplacements domicile-travail des futurs résidents pour le programme de logements, et des futurs employés pour le programme d'activités.

III.2.1 - Génération de trafic des projets de logements

Le projet prévoit la réalisation d'environ 725 logements.

Le trafic engendré aux heures de pointe par les logements peut être estimé en fonction du nombre d'emplois par ménage, de la répartition modale des trajets domicile-travail des habitants de Saint-Denis et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.

III.2.1.1 - Répartition modale

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition modale des trajets domicile-travail pour les habitants de Saint-Denis (source Insee RGP).

Mode de transport utilisé	Volume	%
Transports en commun	27 096	62%
Voiture, camion, fourgonnette	10 301	24%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	2 925	7%
Pas de transport	1 311	3%
Vélo (y compris à assistance électrique)	1 165	3%
Deux-roues motorisé	844	2%
Total	**43 641**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail pour les habitants de Saint-Denis

III.2.1.2 - Nombre d'emplois par ménage

La commune de Saint-Denis compte 57 020 actifs ayant un emploi pour 59 146 ménages, soit environ 0,96 emploi par ménage (source Insee RGP).

La population des logements du projet devrait vraisemblablement être plus active que la moyenne de la commune, et le nombre d'emplois par ménage devrait être plus élevé. Il peut être estimé à **1,3 emploi par ménage**.

III.2.1.3 - Volume de trafic engendré par les logements

Compte tenu de la situation du projet et de la desserte par les transports en commun du secteur qui sera renforcée d'ici 2032, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs résidents devrait être inférieure à la moyenne de la commune.

Cette part modale peut être estimée à 20%.

Le volume de trafic engendré aux heures de pointe par le programme de logements (725 logements) et de résidence étudiante peut alors être estimé sur la base des éléments suivants :

- 1,3 emploi par ménage pour les logements,
- 20% des employés en congé, RTT ou arrêt-maladie, travail à distance…
- 20% d'usage du véhicule particulier pour les déplacements domicile-travail pour les logements et 8% pour les étudiants,
- 70% des déplacements du matin réalisés pendant l'heure la plus chargée du matin,
- 60% des déplacements du soir réalisés pendant l'heure la plus chargée du soir.

Le trafic engendré aux heures de pointe serait alors le suivant :

- **émission de 112 UVP/h à l'heure de pointe du matin,**
- **attraction de 95 UVP/h à l'heure de pointe du soir.**

III.2.2 - Génération de trafic pour le programme d'activités

Les activités prévues dans le cadre du projet pourront créer environ 100 emplois.

Le trafic engendré aux heures de pointe par les programmes de bureaux et d'activités peut être estimé en fonction de la répartition modale des trajets domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis, de la capacité du parking prévu et de la proximité et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition modale des trajets domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis (source Insee RGP).

Mode de transport utilisé	Volume	%
Transports en commun	50 500	57%
Voiture, camion, fourgonnette	29 261	33%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	3 277	4%
Deux-roues motorisé	2 376	3%
Vélo (y compris à assistance électrique)	2 208	2%
Pas de transport	1 350	2%
Total	**88 973**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail des actifs travaillant à Saint-Denis

Compte tenu de la situation du projet, de la desserte par les transports en commun du secteur qui sera renforcée d'ici 2032, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs employés devrait être inférieure à la moyenne de la commune.

Cette part modale peut être estimée à 20%.

Le volume de trafic engendré aux heures de pointe par les 100 emplois peut alors être estimé sur la base des éléments suivants :

- 20% des employés en congé, RTT ou arrêt-maladie, travail à distance…
- 20% d'usage du véhicule particulier pour les déplacements domicile-travail,
- 70% des déplacements du matin réalisés pendant l'heure la plus chargée du matin,
- 60% des déplacements du soir réalisés pendant l'heure la plus chargée du soir.

Le trafic engendré aux heures de pointe serait alors le suivant :

- **attraction de 11 UVP/h à l'heure de pointe du matin,**
- **émission de 10 UVP/h à l'heure de pointe du soir.**

III.2.3 – Demande supplémentaire en transports en commun

Programme de logements

La demande supplémentaire en transports en commun aux heures de pointe pour le programme de logements peut être estimée sur la base de la répartition modale trajets domicile-travail.

La part modale des transports en commun des trajets domicile-travail des futurs résidents peut être estimée à environ 66%.

La demande supplémentaire engendrée en transports en commun aux heures de pointe par le programme des logements (725 logements) peut alors être estimée sur la base des éléments suivants :

- 1,3 emploi par ménage pour les logements,
- 20% des employés en congé, RTT ou arrêt-maladie, travail à distance…
- 66% d'usage des transports en commun pour les déplacements domicile-travail,
- 70% des déplacements du matin réalisés pendant l'heure la plus chargée du matin,
- 60% des déplacements du soir réalisés pendant l'heure la plus chargée du soir.

La demande supplémentaire en transports en commun aux heures de pointe serait alors la suivante :

- **348 déplacements en émission à l'heure de pointe du matin,**
- **300 déplacements en attraction à l'heure de pointe du soir.**

Les Cathédrales

L'objectif de fréquentation de l'équipement est de 100 000 visiteurs par an.

La fréquentation moyenne sera de 2 000 visiteurs par semaine, avec des pointes plus importantes en fonction des événements, d'environ 5 à 6 000 par semaine.

La desserte de l'équipement se fera principalement en transport en commun ou en modes actifs, puisqu'aucune offre de stationnement dédiée n'est prévue dans le cadre du projet.

Une part importante de la fréquentation de l'équipement se fera en dehors des heures de pointe de la semaine, en journée, en soirée ou durant le week-end.

III.3 - Affectation de trafic des projets

La localisation du lieu de travail des habitants de Saint-Denis, ainsi que des actifs travaillant à Saint-Denis, utilisant un véhicule particulier comme mode de transport pour le trajet domicile-travail a été étudiée sur la base des données Insee.

Pour chacune des origines et des destinations, l'itinéraire le plus court a été calculé, afin d'établir les voies empruntées. Les itinéraires ont été calculés pour l'heure de pointe du matin et du soir, en fonction des origines/destinations et du plan de circulation du quartier.

La répartition estimée est la suivante :

- **45% vers et depuis l'Av. du Président Wilson nord,**
- **40% vers et depuis la Rue de Conflans est,**
- **5% vers et depuis la Rue du Nandy est et ouest,**
- **5% vers et depuis l'Est par la Rue de la Montjoie et la Rue de la Métallurgie.**

III.4 - Évolution du trafic

Le trafic engendré par le projet a été affecté sur le réseau de voirie du quartier. Les cartes des pages suivantes présentent le volume de trafic sur le réseau de voirie du secteur en situation projetée.

Heure de pointe du matin

Le volume de trafic à l'heure de pointe du matin sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 1 233 UVP/h (+57 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur l'Av. du Président Wilson au nord de la Rue du Landy, et 1 510 UVP/h (+109 UVP/h) entre la Rue du Bailly et l'Av. Amilcar Cabral (711 UVP/h (+67 UVP/h) vers le nord et 799 UVP/h (+12 UVP/h) vers le sud),

- 1 344 UVP/h (+67 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur l'Av. du Président Wilson au sud de l'Av. Amilcar Cabral (571 UVP/h (+67 UVP/h) vers le nord et 721 UVP/h (inchangé) vers le sud), et 1 274 UVP/h (+ 59 UVP/h) entre la Rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux (562 UVP/h (+35 UVP/h) vers le nord et 688 UVP/h (+32 UVP/h) vers le sud),

- 1 328 UVP/h (+77 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur l'Av. du Président Wilson au sud de la Rue de la Métallurgie (539 UVP/h (+20 UVP/h) vers le nord et 789 UVP/h (+57 UVP/h) vers le sud),

- 524 UVP/h (+6 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur la Rue du Landy à l'est de l'Av. du Président Wilson, et 593 UVP/h (+ 6 UVP/h) à l'ouest.

- 210 UVP/h (+7 UVP/h, par rapport à la situation « File de l'eau ») sur la Rue de la Métallurgie.

- 57 UVP/h (+12 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur la Rue du Bailly au nord du quartier, et 112 UVP/h (+59 UVP/h) sur la section située au sud.

- 59 UVP/h sur la voie nouvelle de desserte des nouveaux îlots (îlot Parc et îlot des Enfants).

Heure de pointe du soir

Le volume de trafic à l'heure de pointe du soir sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 1 127x UVP/h (+48 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur l'Av. du Président Wilson au nord de la Rue du Landy, et 1 420 UVP/h (+ 104 UVP/h) entre la Rue du Bailly et l'Av. Amilcar Cabral (661 UVP/h (+29 UVP/h) vers le nord et 759 UVP/h (+75 UVP/h) vers le sud),

- 1 433 UVP/h (+55 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur l'Av. du Président Wilson au sud de l'Av. Amilcar Cabral (697 UVP/h (+29 UVP/h) vers le nord et 736 UVP/h (+26 UVP/h) vers le sud), et 1 226 UVP/h (+73 UVP/h) entre la Rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux (604 UVP/h (+33 UVP/h) vers le nord et 622 UVP/h (+40 UVP/h) vers le sud),

- 1 216 UVP/h (+41 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur l'Av. du Président Wilson au sud de la Rue de la Métallurgie (587 UVP/h (+38 UVP/h) vers le nord et 629 UVP/h (+3 UVP/h) vers le sud),

- 750 UVP/h (+5 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur la Rue du Landy à l'est de l'Av. du Président Wilson, et 645 UVP/h (+ 5 UVP/h) à l'ouest.

- 189 UVP/h (+5 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur la Rue de la Métallurgie.

- 91 UVP/h (+49 UVP/h, par rapport à la situation « Fil de l'eau ») sur la Rue du Bailly au nord du quartier, et 67 UVP/h (+10 UVP/h) sur la section située au sud.

- 49 UVP/h sur la voie nouvelle de desserte des nouveaux îlots (îlot Parc et îlot des Enfants).

Les cartes des pages suivantes présentent le volume de trafic estimé sur les voies du secteur aux heures de pointe à l'horizon de la situation projetée

Situation projetée
Heure de pointe du matin
7h45 à 8h45
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
667
566
266
234
593
524
329
799
290
711
57
721
571
12
60
86
44
26
763
581
Parking CDM
41
45
33
Parking Îlot Parc
53
59
682
595
112
16
49
98
712
562
31
63
32
74
118
789
66
539
210
92

Situation projetée
Heure de pointe du soir
17h30 à 18h30
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
603
524
355
423
645
750
290
759
327
661
91
658
676
49
118
158
80
39
736
697
Parking CDM
25
104
48
Parking Îlot Parc
57
10
648
643
67
21
53
96
622
604
21
37
16
89
125
629
63
587
64
189

III.5 - Fonctionnement des voies et des principaux carrefours

III.5.1 – Av. du Président Wilson x Rue du Landy

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 74 UVP/h le matin (soit une augmentation de 4% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 81 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 53% le matin et 51% le soir (au lieu de 56% le matin et 53% le soir en situation « Fil de l'eau »).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

III.5.2 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly nord

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 12 UVP/h le matin (soit une augmentation de 2% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 75 UVP/h le soir (soit une augmentation de 11%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité puisque le trafic supplémentaire sera constitué par des flux depuis l'Av. du Président Wilson dont une part importante en tourne-à-droite (sans conflit) vers la Rue du Bailly.

III.5.3 – Av. du Président Wilson x Av. Amilcar Cabral

L'intersection entre ces deux voies est gérée avec deux carrefours fonctionnant avec des feux tricolores.

Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaire uniquement le soir avec 26 UVP/h (soit une augmentation de 4%).

Le carrefour situé à l'est supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 67 UVP/h le matin (soit une augmentation de 12% par rapport à la situation « Fil de l'eau »), et 29 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).

La réserve de capacité du carrefour ouest demeurera satisfaisante aux heures de pointe, avec 51% le matin et 52% le soir (au lieu de 51% le matin et 54% le soir en situation « Fil de l'eau »).

La réserve de capacité du carrefour situé à l'est demeurera également satisfaisante, avec 57% le matin et 44% le soir (au lieu de 61% le matin et 47% le soir en situation « Fil de l'eau »).

Le fonctionnement du carrefour demeurera satisfaisant aux heures de pointe.

III.5.4 – Av. du Président Wilson x Rue du Bailly sud

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 59 UVP/h le matin (soit une augmentation de 8% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 46 UVP/h le soir (soit une augmentation de 7%).

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 47% le matin et 54% le soir (au lieu de 52% le matin et 56% le soir en situation « Fil de l'eau »).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

III.5.5 – Av. du Président Wilson x Rue de la Montjoie

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 70 UVP/h le matin (soit une augmentation de 12% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 39 UVP/h le soir (soit une augmentation de 6%).

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe demeurera satisfaisante, avec 56% le matin et 52% le soir (au lieu de 60% le matin et 55% le soir en situation « Fil de l'eau »).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

III.5.6 – Av. du Président Wilson x Chemin des Petits Cailloux

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 51 UVP/h le matin (soit une augmentation de 7% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 26 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).

Les temps d'attente des véhicules qui débouchent depuis le Chemin des Petits Cailloux demeureront faibles et ne dépasseront pas 8s le matin et 7s le soir (comme en situation « Fil de l'eau »)

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

III.5.7 – Av. du Président Wilson x Rue de la Métallurgie

Le carrefour ouest supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 51 UVP/h le matin (soit une augmentation de 7% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 27 UVP/h le soir (soit une augmentation de 4%).

Le carrefour situé à l'est supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 41 UVP/h le matin (soit une augmentation de 6% par rapport à la situation « Fil de l'eau ») et 44 UVP/h le soir (soit une augmentation de 6%).

La réserve de capacité du carrefour ouest demeurera satisfaisante aux heures de pointe, avec 44% le matin et 51% le soir (au lieu de 48% le matin et 53% le soir en situation « Fil de l'eau »).

La réserve de capacité du carrefour situé à l'est demeurera également satisfaisante, avec 55% le matin et 52% le soir (au lieu de 57% le matin et 55% le soir en situation « Fil de l'eau »).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour est limité.

III.5.8 – Accès aux parkings

Les deux parkings accessibles depuis la voie nouvelle (parking de la centrale des mobilités et parking de l'ilot Parc) seront situés sur la voie nouvelle qui sera en sens unique vers le sud. Les entrées et les sorties se feront en tourne-à-droite uniquement. Les conditions d'accès aux deux parkings seront satisfaisantes en raison de faible volume de trafic sur la voie nouvelle en situation projetée.

En ce qui concerne les parkings accessibles directement sur l'Av. du Président Wilson (parking de l'ilot Faubourg et de l'îlot Cœur de Ville (ACC et BRS), les entrées et sorties des parkings se feront uniquement en tourne-à-droite puisqu'ils seront accessibles depuis la voie ouest de l'Av. du Président Wilson qui est en sens unique vers le sud. Les entrées se feront depuis le nord en tourne-à-droite sans conflit. Les sorties se feront en tourne-à-droite vers le sud, avec des temps d'attente qui seront faibles pour les deux parkings et ne dépasseront pas 8s aux heures de pointe.

La desserte du parking de l'îlot Cœur de Ville (programme LLS) depuis le Chemin des Petits cailloux se fera également dans de bonnes conditions en raison du faible volume de trafic qui circulera sur le Chemin des Petits Cailloux.

III.6 – Desserte du projet en transport en commun

Le site est situé dans un secteur qui est bien desservi par les transports en commun. Le réseau de transport en commun va être renforcé de façon très importante en situation future avec plusieurs lignes du métro du Grand Paris Express qui vont desservir le secteur. Ainsi en 2032, le secteur sera desservi par :

Réseau existant

Réseau de métro et RER

- Ligne du RER B, avec la station « La Plaine – Stade de France » à 12 min à pied du site,
- Ligne du RER D, avec la station « Stade de France – Saint-Denis » à 13 min à pied de la station du RER,
- Ligne 13 du métro, avec la station « Carrefour Pleyel » à 13 min à pied du site
- Ligne 12 du métro, avec la station « Aubervilliers – Front Populaire » à 15 min à pied du site.
- Ligne 14 du métro, avec la station « Saint-Denis-Pleyel » à 20 min à pied du site.

Réseau de bus

- ligne 153 « Stains – Moulins Neuf / Porte de la Chapelle », avec plusieurs arrêts sur l'Av. du Président Wilson et qui dessert en particulier la station du RER B « La Plaine-Stade de France » en 7 min, et la station de la ligne 13 du métro « Place de Paris – Stade de France » en 20 min,
- ligne 302 « La Courneuve – 6 Routes / Gare du Nord», avec un arrêt sur l'Av. du Président Wilson « Église de la Plaine » qui dessert en particulier la station du RER B « La Plaine-Stade de France » en 9 min, et la gare du Nord en 30 min,
- ligne 353 « Saint-Denis Université / Saint-Denis ZAC Landy Nord», avec un arrêt sur la Rue du Landy « Landy Pont de Soissons », et qui dessert en particulier des stations du RER B, du RER D, de la ligne 13 du métro et des tramway T1 et T8.

Réseau à venir en 2032

- Ligne de métro 15 Ouest, avec la station « Stade de France » à 12 min à pied du site,
- Ligne de métro 15 Est, , avec la station « Stade de France » à 12 min à pied du site,
- Ligne de métro 16, avec la station « Saint-Denis-Pleyel » à 20 min à pied du site,
- Ligne de métro 17 du métro, avec la station « Saint-Denis-Pleyel » à 20 min à pied du site,
- Prolongement du Tramway T8, avec la station « Lycée Angela Davis » à 11 min à pied du site.

III.7 - Situation projetée - Conclusion

Compte tenu de la situation du projet et de sa desserte par les transports en commun en situation projetée, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs résidents devrait être faible, de l'ordre de 20%.

La génération de trafic de l'opération sera faible aux heures de pointe.

L'impact des trafics engendrés sur les voies et carrefours principaux du quartier sera très limité.

Le réseau de voirie du quartier sera aménagé en zone 30 permettant ainsi une circulation apaisée. Le volume de trafic en situation projetée sur le réseau de voirie du quartier (Rue du Bailly, Chemin des Petits cailloux, voie nouvelle) sera faible avec des bonnes conditions de circulation.

L'équipement culturel « Les Cathédrales » sera accessible exclusivement en transport en commun et en modes actifs. La desserte du secteur en transport en commun est satisfaisante en situation actuelle et sera renforcée en 2031 avec plusieurs nouvelles lignes de métro du Grand Paris Express.

IV - Situation cumulée

La situation cumulée correspond à un horizon plus lointain que la livraison du projet lui-même, prenant en compte l'effet de l'ensemble des autres projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation dans le secteur.

IV.1 - Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation

Un recensement a été réalisé pour les projets existants ou approuvés dans le secteur et ayant fait l'objet d'une étude d'impact ou d'un examen au cas par cas. La liste complète figure dans le dossier de cas par cas.

Parmi ces projets, plusieurs impacteront les conditions de circulation dans le quartier aux heures de pointes :

Zac Nozal

Ce projet est situé à Nanterre, au nord-est du quartier. Il prévoit la réalisation de 12 500 m² SDP de bureaux.

La programmation initiale globale est de 580 403 m² SDP, telle que prévue au dossier de création de 2010, et se répartit comme suit :

- 282 937 m² SDP logements, soit environ 4 200 logements ;
- 285 947 m² SDP bureaux/activités ;
- 6 120 m² SDP commerces ;
- 5 400 m² SDP équipements dont le groupe scolaire Lacore-Opaline.

Au total, 55% du programme initial de la ZAC a déjà été réalisé.

Pour le reste du programme, une réflexion globale sur la programmation est en cours sur plusieurs secteurs de la ZAC.

AOP Porte de la Chapelle

Ce projet de 13,9 ha a pour objectif

- d'aménager un pôle économique mixte : un nouveau pôle mixte à dominante tertiaire sera aménagé en tenant compte de l'existant et du bâti industriel et favorisera l'implantation de commerces et de service en rez-de-chaussée des constructions. Les constructions nouvelles destinées au logement sont exclues

- d'encourager la logistique urbaine : les activités de logistique urbaine seront à développer au niveau du faisceau ferré en lien avec le FRET.

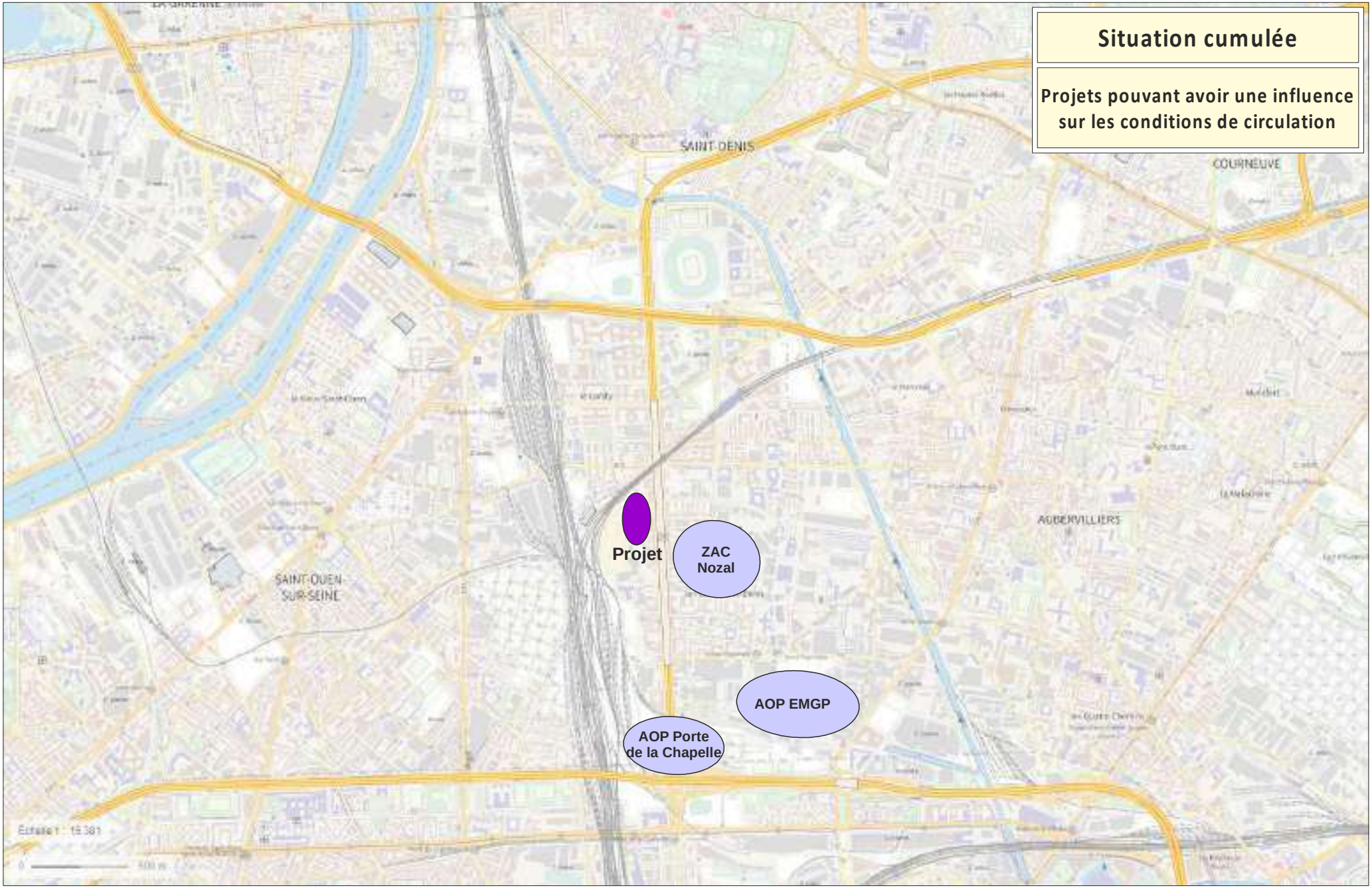
AOP EMGP

Ce projet stratégique de 38,9 ha est situé à l'interface entre plusieurs sites : la ZAC Nozal-Front Populaire, la ZAC Canal, le Campus Condorcet, le réaménagement de la Porte de La Chapelle ou le secteur de projet du Pont de Stains.

Les principes programmatiques à mettre en œuvre reposent sur l'affirmation de la vocation de parc d'activités innovant :

- l'intégration d'une programmation économique dédiée aux activités créatives, innovantes et aux pratiques culturelles,
- l'accompagnement du tracé du tramway T8 par le développement de rez-de-chaussée actifs, notamment sous la forme d'activités commerciales et de services, de restaurants, d'équipements, de lieux d'animation urbaine,
- le développement de la logistique urbaine,
- le renforcement des activités du secteur audiovisuel, notamment dans le secteur « Ouest Céréales »,
- la reconstitution éventuelle des surfaces de commerce de gros existantes, en vue de leur modernisation

La 1ère phase opérationnelle : programmation mixte d'environ 282 000 m² de SDP.


Situation cumulée
Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation
SAINT-DENIS
COURNEUVE
AUBERVILLIERS
SAINT-OUEN-SUR-SEINE
Projet
ZAC Nozal
AOP EMGP
AOP Porte de la Chapelle

IV.2 – Conditions de circulation

Les projets pris en compte dans la situation cumulée vont engendrés un trafic supplémentaire en particulier sur l'Av. du Président Wilson. Ce trafic supplémentaire dépendra en particulier de l'importance des programmes des différents projets cités.

L'analyse des conditions de circulation dans le secteur a montré que les différents carrefours de l'Av. du Président Wilson présenteraient des réserves de capacité satisfaisantes en situation projetée, bien au-delà de 40%.

Hormis la ZAC Nozal, les autres projets auront un impact relativement modéré sur le secteur.

Pour la ZAC Nozal, une part importante du programme de la ZAC a déjà été réalisé. Le secteur étant bien desservi par les transports en commun en situation future, l'impact de la réalisation du programme à venir sur les conditions de circulation sur l'Av. du Président Wilson pourrait être limité en raison de la faible part du véhicule particulier dans les trajets domicile-travail des résidents et emplois à Saint-Denis (bien entendu, cela dépendra de la nature et du volume du programme qui sera réalisé en définitif).

AMENAGEMENT « CATHEDRALES DU RAIL »

SAINT-DENIS [Seine-Saint-Denis/93]

VOLET AIR & SANTE

ÉTAT ACTUEL & ANALYSE DES IMPACTS

VERSION PROVISOIRE

Réf N : 230 106 075
V2

24/02/2026

TechniSim Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteurs	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_TERAO_Saint-Denis_Cathédrales_du_Rail_Air_Santé_Etat_actuel_N1.doc	1	15/12/2023	État actuel	Première version	TS QD	CC	RG
Rapport_étude_TERAO_Saint-Denis_Cathédrales_du_Rail_Air_Santé_complet_N2_VERSIONdeTRAVAIL.doc	2	24/02/2026	Étude complète (Version de travail)	Intégration de l'analyse des impacts	MA / TS		

VERSION DE TRAVAIL

Aménagement « Cathédrales du Rail »
Saint-Denis [Seine-Saint-Denis/93]

Volet Air & Santé
État actuel & Analyse des impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

VERSION DE TRAVAIL

SOMMAIRE

Préambule 11
1. Contexte général 12
2. Contexte législatif 13
3. Présentation du projet 14
4. Présentation du volet Air et santé 15
4.1. Définition des paramètres de l'étude 15
4.2. Définition du niveau de l'étude 16
4.3. Contenu de l'étude complète 17
État Actuel 18
5. Contenu de l'état actuel 19
6. Contentieux européen et sanctions financières 20
7. Documents de Planification, plans et programmes en lien avec la qualité de l'air – compatibilité du projet 22
8. Identification des principales sources d'émissions atmosphériques 38
8.1. Inventaire des émissions 38
8.2. Réseaux de transports 39
8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire 42
8.4. Secteur agricole 42
8.5. Registre des émissions polluantes (secteur industriel) 42
8.6. Synthèse 43
9. Qualité de l'air 44
9.1. Abaissement des seuils OMS de référence en 2021 44
9.2. Procédure de révision de la directive européenne sur l'air ambiant et un air pur pour l'Europe 45
9.3. Bilan de la qualité de l'air en Île-de-France en 2022 46
9.4. Zones couvertes par un PPA 49
9.5. Zones sensibles pour la qualité de l'air 49
9.6. Procédures d'information et d'alerte 50
9.6.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral 50
9.6.2. Historique des dépassements 51
9.7. Données Airparif 52
9.7.1. Mesures réalisées par Airparif 52
9.7.2. Indice ATMO 53
9.7.3. Modélisations Airparif aux abords du projet 54
9.8. Exposition de la population 56
9.8.1. Exposition aux différentes nuisances environnementales 56
9.8.2. Exposition à la pollution atmosphérique 56
9.9. Synthèse 59
10. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé 60
10.1. Morbidité et coûts associés 60
10.2. Mortalité 61
10.3. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération de Paris 66
11. Analyse de la zone d'étude 67
11.1. Recensement des projets pouvant induire des effets cumulés 67
11.2. Données météorologiques et topographiques 68
11.3. Occupation des sols 70
11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion 71
11.5. Analyse de la population de la zone d'étude 72
11.6. Identification des établissements vulnérables 72
11.7. Synthèse 75
12. Mesures in situ 76
12.1. Déroulement de la campagne de mesure 76
12.2. Conditions météorologiques pendant la campagne de mesure 77
12.3. Résultats des mesures 77
12.3.1. Particules PM10 et PM2,5 77
12.3.2. Dioxyde d'azote 81
12.4. Synthèse des mesures *in situ* 83
Conclusion de l'état actuel 85
13. Perspective d'évolution de l'état actuel 86
14. Conclusion de l'état actuel 86
Analyse des impacts 91
15. Contenu de l'analyse des impacts 92
16. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier 93
16.1. Émissions polluantes liées aux activités de chantier 93
16.1.1. Approche qualitative des émissions liées aux activités de chantier 93
16.1.2. Approche quantitative des émissions liées aux activités du chantier du projet 94
16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités de chantier 94
16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins 94
16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières 94
16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et HAP 95
16.2.4. Charte Chantiers Verts 95
16.2.5. Synthèse 95
17. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation 96
17.1. Émissions provenant des bâtiments 96
17.1.1. Généralités – Émissions atmosphériques du secteur résidentiel-tertiaire 96
17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments 99

VERSION DE TRAVAIL

17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air 99
17.2. Impacts du trafic automobile moyen journalier annuel lié à l'exploitation du projet 100
17.2.1. Méthodologie 100
17.2.2. Indice VK 102
17.2.3. Consommations énergétiques sur le réseau d'étude 103
17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude 103
17.3. Exposition des populations à la pollution atmosphérique 106
17.3.1. Polluants réglementés 106
17.3.2. Exposition de la population aux émissions ferroviaires de la zone d'étude 107
17.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique 108
17.4.1. Méthodologie 108
17.4.2. Résultats des simulations 112
17.4.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air 129
18. Impacts du projet sur la santé – Évaluation Quantitative des risques Sanitaires [EQRS] 130
18.1. Hypothèses de travail retenues 130
18.2. Contenu et démarche de l'EQRS 130
18.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil – Quotient de danger (QD) 136
18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuil – Excès de Risque Individuel (ERI) 142
18.5. Évaluation de l'excès de risque individuel (ERI) de décès anticipé toutes causes non accidentelles pour les particules PM2,5 143
18.6. Exposition chronique – Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les principaux polluants 144
18.7. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus – Comparaison avec les recommandations de l'OMS 145
18.8. Incertitude relative à l'EQRS 146
18.9. Synthèse de l'EQRS 148
19. Impacts des émissions de gaz à effets de serre 149
19.1. Généralités 149
19.2. Émissions de GES du réseau d'étude (secteur routier) 153
20. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique 154
20.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques 154
20.1.1. Généralités 154
20.1.2. Coûts liés aux émissions du trafic routier du réseau d'étude 154
20.2. Coûts liés aux émissions de Gaz à Effet de Serre 155
21. Effets de la pollution atmosphérique et des GES sur la santé et le climat 156
21.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique sur la santé 156
21.2. Changements climatiques 159
21.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé 161
21.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques 163
21.5. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles ... 164
21.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques 165
22. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments 167
22.1. Effets sur les sols 167
22.2. Effets sur la végétation 167
22.3. Effets sur la faune 169
22.4. Effets sur les bâtiments 170
23. Qualité de l'air intérieur 171
23.1. Présentation 171
23.2. Polluants 171
23.3. Recommandations 172
24. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts 173
24.1. Préambule sur l'aménagement urbain et la mobilité 173
24.2. Généralités de la séquence ERC dans le cadre de la thématique Air / Santé 173
24.2.1. Évitement 173
24.2.2. Réduction 174
24.2.3. Compensation 176
24.3. Mesures ERC Air/Santé appliquées au projet 176
24.3.1. Mesures d'évitement et de réduction en phase programmation 176
24.3.2. Mesures d'évitement et de réduction en phase exploitation 177
24.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains 177
25. Conclusion de l'analyse des impacts 178
Annexes 181
Annexe n°1 : Glossaire 182
Annexe n°2 : Fiches descriptives des mesures in-situ 184
Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure *in situ* et normales 188
Annexe n°4 : Données des stations Airparif 193
Annexe n°5 : Historique des données sanitaires 194
Annexe n°6 : Métrologie des polluants 197
Annexe n°7 : Présentation des substances mesurées 200
Annexe n°8 : Réglementation des polluants atmosphériques 203
Annexe n°9 : Lignes directrices de l'OMS 205
Annexe n°10 : Données trafic considérées dans l'étude 206
Contact 208

VERSION DE TRAVAIL

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis 14
Figure 2 : Plan masse du projet « Cathédrales du rail » (Décembre 2025) 14
Figure 3 : Zone d'étude du volet Air et Santé 16
Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020) .. 20
Figure 5 : La hiérarchie des normes (Source : Institut Paris Région, mars 2022) 22
Figure 6: Bilan des émissions annuelles pour l'établissement public territorial « Plaine Commune» (estimations faites en 2022 pour l'année 2019) (source : Données Airparif) 38
Figure 7 : Réseaux de transport aux environs du projet 39
Figure 8 : Voies ferrées autour du projet (source : Atlas du réseau ferré français 2020) 40
Figure 9 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015] 40
Figure 10 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (sources : Département 93 / TMJA 2018/2019 data.gouv /Institut Paris Région Focus__BP_janvier2019_poursiteweb.pdf) 41
Figure 11 : Environnement urbain du projet par typologie de bâtiments 42
Figure 12 : Localisation de l'établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques au sein de la zone d'étude 43
Figure 13 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2, l'O_3, le SO_2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021 44
Figure 14 : Recommandations de l'OMS pour le NO_2, le SO_2 et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides 45
Figure 15 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE Île-de-France 49
Figure 16 : Nombre de jours de déclenchement de procédures d'information et d'alerte (sur constat de dépassement) dans la Seine-Saint-Denis entre 2017 et 2022 (Source : LCSQA) 51
Figure 17 : Localisation de la station de mesure Airparif par rapport au projet 52
Figure 18 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021 53
Figure 19 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en NO_2, en 2022 54
Figure 20 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM10, en 2022 54
Figure 21 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en PM10 est supérieure à 50 µg/m^3, en 2022 54
Figure 22 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, en 2022 55
Figure 23 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles pour le benzène, en 2020 55
Figure 24 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure au seuil de protection de la santé : 120 µg/m^3 sur 8 heures, en 2022 55
Figure 25 : Cumul des nuisances environnementales en 2021 (Source : Institut Paris Région) . 56
Figure 26 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2 et l'O_3 - comparaison de la proportion de franciliens exposés aux dépassements des seuils OMS en 2020 selon la référence OMS de 2005 et de 2021 58
Figure 27 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 62
Figure 28 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 63
Figure 29 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 63
Figure 30 : Projets urbains à proximité (Source : Technisim Consultants, Volet Air & Santé projet immobilier Wilson) 67
Figure 31 : Projets d'infrastructures de transport recensés à proximité 68
Figure 32 : Rose des vents (source : meteoblue.com) 69
Figure 33 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com) 69
Figure 34 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com) 69
Figure 35 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018) 70
Figure 36 : Occupation du sol détaillée en 2021 et évolution par rapport à 2012 et 2017 (source : Institut Paris Région) 70
Figure 37 : Jardins familiaux/partagés/potagers au sein de la zone d'étude 71
Figure 38 : Zone de culture urbaine (production alimentaire végétale) en projet 71
Figure 39 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 72
Figure 40 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique ; état actuel 74
Figure 41 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser pour les particules 76
Figure 42 : Emplacements des points de mesure *in situ* 76
Figure 43 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 sur le point n°6 lors de la campagne de mesure (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes) 77
Figure 44 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 sur le point n°7 lors de la campagne de mesure (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes) 77
Figure 45 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°6 lors de la campagne de mesure 78
Figure 46 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°7 lors de la campagne de mesure 79
Figure 47 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote 82
Figure 48 : Résultats des mesures *in situ* (concentrations moyennes sur la période de mesure, 28/09 au 24/10/2023 sauf pour les particules au point n°6 : moyennes sur la période du 28/09 au 13/10 2023) 84
Figure 49 : Synthèse des enjeux 90
Figure 50 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – TSP 96
Figure 51 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM10 96
Figure 52 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM2,5 97
Figure 53 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM1,0 97
Figure 54 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Carbone suie 97
Figure 55 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – NOx 97
Figure 56 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – COVNM 98
Figure 57 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – SO_2 98
Figure 58 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – CO 98
Figure 59 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux 98

Figure 60 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux 99
Figure 61 : Réseau d'étude 100
Figure 62 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation (en haut) et selon les réglementations EURO (en bas), en nombre – Parcs version 2023 révision d'octobre scénario AME (Source : UGE IFSTTAR) 101
Figure 63 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 102
Figure 64 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 103
Figure 65 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l'étude) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2024 104
Figure 66 : Évolution pour les principaux polluants des émissions calculées sur la zone d'étude aux horizons d'étude 2032 et 2050 comparativement à la situation actuelle en 2024 106
Figure 67 : Rose des vents utilisée pour les simulations 109
Figure 68 : Terrain numérique 3D utilisé dans les modélisations et grille de calcul – Topographie du terrain 110
Figure 69 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations –prise en compte des obstacles de la zone d'étude en situation actuelle 110
Figure 70 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations – avec prise en compte des obstacles de la zone d'étude en situation Fil de l'eau 110
Figure 71 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations – avec prise en compte des obstacles de la zone d'étude en situation Projet et Cumulée 110
Figure 72 : Grille de calcul et emplacement des récepteurs ponctuels sur la zone d'étude 111
Figure 73 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°1 – Actuel 2024 119
Figure 74 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°2 – Fil de l'eau 2032 120
Figure 75 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°3 – Projet 2032 120
Figure 76 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°4 – Projet 2050 120
Figure 77 : Différences de concentrations en NO_2 entre les situations Projet et Fil de l'eau 2032 (Situation 3-Situation 2) 120
Figure 78 : Différences de concentrations en NO_2 entre les situations Cumulé 2050 et Fil de l'eau 2032 (Situation 4-Situation 2) 121
Figure 79 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°1 – Actuel 2024 122
Figure 80 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2032 122
Figure 81 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°3 – Projet 2032 123
Figure 82 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°4 – Projet 2050 123
Figure 83 : Différences de concentrations en PM10 (fond inclus) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2032 (Situation 3-Situation 2) 123
Figure 84 : Différences de concentrations en PM10 (fond inclus) entre les situations Cumulé 2050 et Fil de l'eau 2032 (Situation 4-Situation 2) 123
Tableau 85 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 liées aux émissions ferroviaires – Concentrations moyennes annuelles 124
Tableau 86 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 liées aux émissions ferroviaires – Concentrations moyennes journalières 124
Figure 87 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation actuelle 124
Figure 88 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation Fil de l'Eau 2032 124
Figure 89 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation Projet 2032 125
Figure 90 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation Cumulé 2050 125
Figure 91 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°1 – Actuel 2024 126
Figure 92 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2032 126
Figure 93 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°3 – Projet 2032 127
Figure 94 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°4 – Cumulé 2050 127
Figure 95 : Différences de concentrations en PM2,5 (fond inclus) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2032 (Situation 3-Situation 2) 127
Figure 96 : Différences de concentrations en PM2,5 (fond inclus) entre les situations Cumulé 2050 et Fil de l'eau 2032 (Situation 4-Situation 2) 127
Figure 97 : Évolution des concentrations maximales (conditions trafic) modélisées sur la zone d'étude par rapport à la situation actuelle 2024 129
Figure 98 : Schéma conceptuel de l'ERS réalisée dans ce document 130
Figure 99 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence 132
Figure 100 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – max Crèches hors projet 137
Figure 101 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche emprise projet 137
Figure 102 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – max Écoles maternelles hors projet 138
Figure 103 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – École maternelle emprise projet 138
Figure 104 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – max Écoles élémentaires hors projet 139
Figure 105 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – École élémentaire emprise projet 139
Figure 106 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – max Écoles primaires hors projet 140
Figure 107 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario retraité - Voie inhalation – EHPAD 140
Figure 108 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Résident - Voie inhalation 141
Figure 109 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Travailleur sur l'emprise projet – Voie inhalation 141
Figure 110 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Enfant » 142
Figure 111 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Résident » 143
Figure 112 : ERI vie entière de décès anticipé toutes causes non accidentelles – Voie inhalation - scénario Résident – Particules PM2,5 144
Figure 113 : Contribution par secteur (en %) aux émissions de GES (scope 1+2) en Île-de-France pour l'année 2021 (Source : Données Airparif) 149
Figure 114 : Évolution des émissions de GES en Île-de-France entre 2005 et 2021 (source : Airparif) 149

Figure 115 : Répartition sectorielle des émissions directes et indirectes de GES en 2022 pour Saint-Denis (Source : Energif/ROSE) 150
Figure 116 : Évolution des émissions de GES entre 2005 et 2022 pour Saint-Denis (source : Energif/ROSE) 150
Figure 117 : Mix énergétique du secteur résidentiel en Ile de France en 2021 (source : Airparif)..... 150
Figure 118 : Émissions de GES du secteur résidentiel en Ile-de-France entre 2005 et 2021 (Source : Airparif) 151
Figure 119 : Mix énergétique du secteur tertiaire en Ile de France en 2021 (source : Airparif)..... 151
Figure 120 : Émissions de GES du secteur tertiaire en Ile-de-France entre 2005 et 2021 (Source : Airparif) 151
Figure 121 : Évolution des émissions dans l'air de GES en équivalent CO2 du transport routier en France (Source : Citepa, avril 2025 - Format SECTEN) 152
Figure 122 : Émissions de GES par type de transports en France en 2022 (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2024 ; Ministères Territoires Écologie Logement) 152
Figure 123 : Émissions de GES du transport routier en Ile-de-France entre 2005 et 2021 (Source : Airparif) 152
Figure 124 : Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle..... 153
Figure 125 : Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude..... 153
Figure 126 : Coût annuel de la pollution atmosphérique du réseau d'étude 155
Figure 127 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude..... 155
Figure 128: Pénétration des particules dans l'organisme 157
Figure 129 : Évolution des températures moyennes annuelles en France : 1900-2023 en haut et 1950-2024 accompagné de la projection à 2100 en bas (Source : Météo France) 159
Figure 130 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France) 160
Figure 131 : Décalage du climat entre les normales 1961-1990 et 1991-2020 160
Figure 132 : Synthèse des canicules l'été 2024 en France métropolitaine (source : Santé Publique France)..... 161
Figure 133 : Part de la mortalité attribuable à la chaleur entre le 1er juin et le 15 septembre ; par département en Ile-de-France ; été 2024 (Source : Santé publique France) . 161
Figure 134 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947 – aout 2025 (source : météo France) 161
Figure 135 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr) 162
Figure 136 : Calendrier pollinique 2025 issu des mesures de pollens en Ile-de-France (source : RNSA / République Française / ALK)..... 163
Figure 137 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2025 en France métropolitaine..... 164
Figure 138 : Nombre de cas autochtones de dengue, chikungunya et Zika, identifiés par épisode de transmission, France hexagonale, 2010-2024 (Source : Santé Publique France)... 165
Figure 139 : Localisation des épisodes autochtones de dengue, chikungunya et Zika, France hexagonale, 2010-2024 ; Les épisodes pour lesquels plusieurs zones de transmission possibles ont été identifiés ne sont pas présentés (Source : Santé Publique France)..... 165
Figure 140 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA)..... 166
Figure 141 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)..... 166
Figure 142 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe) ...171
Figure 143 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration..... 172
Figure 144 : Bilan écologique de la séquence ERC..... 173
Figure 145 : Décroissance de la pollution atmosphérique en fonction de la distance aux axes routiers (source infographie : Atmo Auvergne Rhône-Alpes) 174
Figure 146 : Taux de décroissance de la pollution atmosphérique en fonction des étages (source infographie : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)..... 174
Figure 147 : Illustration des morphologies urbaines à éviter / privilégier (source infographie : Atmo Auvergne Rhône-Alpes) 175
Figure 148 : Plan paysager général de l'aménagement (*Source : Permis d'aménager, décembre 2025*) 176
Figure 149 : Évolution des températures pendant la période de mesure..... 188
Figure 150 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure 189
Figure 151 : Origine des vents lors de la période de mesure 190
Figure 152 : Rose des vents annuelle à Saint-Denis (source : meteoblue)..... 190
Figure 153: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort..... 191
Figure 154: Précipitations pendant la campagne de mesure 191
Figure 155 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure 192
Figure 156 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis] 194
Figure 157 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam) 197
Figure 158 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu 199
Figure 159 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA) 201

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic 15
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti..... 16
Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019 17
Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet 23
Tableau 5 : Émissions annuelles de l'EPT Plaine Commune en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2019 (source : Données Airparif) 39
Tableau 6 : Émissions atmosphériques déclarées par Technic France 42
Tableau 7 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition amendée de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2035..... 45
Tableau 8 : Valeurs limites réglementaires actuelles et objectifs intermédiaires à atteindre au plus tard le 1er janvier 2030 selon l'amendement de la proposition de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine 46
Tableau 9 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte 51
Tableau 10 : Caractéristiques de la station de mesure Airparif 52
Tableau 11 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Saint-Denis en 2022 (source : Airparif)..... 53
Tableau 12 : Résultats numériques des modélisations Airparif au sein du périmètre projet en 2022 (benzène : données 2020) (source : Airparif)..... 55
Tableau 13 : Exposition des mailles d'appartenance du projet aux diverses nuisances environnementales en 2021..... 56
Tableau 14 : Indicateurs d'exposition aux particules PM10 - 2022 (source : Airparif) 57
Tableau 15 : Indicateurs d'exposition aux particules PM2,5 – 2022 (source : Airparif)..... 57
Tableau 16 : Indicateurs d'exposition au dioxyde d'azote – 2022 (source : Airparif) 57
Tableau 17 : Indicateurs d'exposition au benzène – 2020 (source : Airparif)..... 57
Tableau 18 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2021 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2023)..... 61
Tableau 19 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %) 64
Tableau 20 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)..... 65
Tableau 21 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)..... 65
Tableau 22 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération parisienne (2004-2006) 66
Tableau 23 : Projets urbains pouvant induire des effets cumulés – liste non exhaustive (Source : Technisim Consultants, Volet Air & Santé projet immobilier Wilson) 67
Tableau 24 : Projets d'infrastructures de transport recensés à proximité du projet 67
Tableau 25 : Valeurs climatologiques à la station Météo-France « Aéroport du Bourget »..... 68
Tableau 26 : Caractéristiques des ménages habitant à proximité du projet en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 72
Tableau 27 : Population par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 72
Tableau 28 : Liste des établissements vulnérables..... 73
Tableau 29 : Typologie des points de mesure 77
Tableau 30 : Résultats des mesures des particules PM10 et PM2.5 au point n°6 lors de la campagne de mesure..... 78
Tableau 31 : Résultats des mesures des particules PM10 et PM2.5 au point n°7 lors de la campagne de mesure..... 79
Tableau 32 : Résultats des mesures de la station Airparif en particules PM10 et PM2.5 du 28 septembre au 24 octobre 2023 en moyennes journalières et en moyenne sur la période ...80
Tableau 33 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m^3]..... 81
Tableau 34 : Données Airparif disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées 28 septembre au 24 octobre 2023 (correspondant à la campagne de mesure)..... 82
Tableau 35 : Synthèse de l'état actuel..... 87
Tableau 36 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019..... 92
Tableau 37 : Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction..... 93
Tableau 38 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 102
Tableau 39 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 103
Tableau 40 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les situations étudiées..... 103
Tableau 41 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant..... 104
Tableau 42 : Graphes des émissions des principaux polluants sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle..... 104
Tableau 43 : Liste des récepteurs ponctuels et zones sur la zone d'étude 111
Tableau 44 : Concentrations de fond urbain utilisées dans les modélisations..... 112
Tableau 45 : Concentrations maximales en polluants relevées sur la zone d'étude (conditions trafic)..... 113
Tableau 46 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des crèches hors emprise projet..... 113
Tableau 47 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de la crèche de l'emprise projet..... 114
Tableau 48 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles maternelles hors emprise projet 114
Tableau 49 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'école maternelle de l'emprise projet 115
Tableau 50 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles élémentaires hors emprise projet 115
Tableau 51 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'école élémentaire de l'emprise projet 116
Tableau 52 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles primaires hors emprise projet 116
Tableau 53 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'EHPAD hors emprise projet..... 117
Tableau 54 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'emprise projet 117
Tableau 55 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes annuelles 119
Tableau 56 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes journalières 119
Tableau 57 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes horaires 119

Tableau 58 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – Concentrations moyennes annuelles 122
Tableau 59 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – Concentrations moyennes journalières 122
Tableau 60 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle 126
Tableau 61 : Résultats des modélisations pour les particules PM2.5 – Concentrations moyennes journalières 126
Tableau 62 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française applicables jusqu'en 2029 inclus 128
Tableau 63 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française applicables à partir de 2030 128
Tableau 64 : Facteurs d'équivalence toxique (FET) des HAP 132
Tableau 65 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation 133
Tableau 66 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation 133
Tableau 67 : Scénario d'exposition « Enfant en bas âge » et paramètres considérés 135
Tableau 68 : Scénario d'exposition « Écolier » et paramètres considérés 135
Tableau 69 : Scénario d'exposition « Retraité » et paramètres considérés 135
Tableau 70 : Scénario d'exposition « Travailleur » et paramètres considérés 135
Tableau 71 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés 135
Tableau 72 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - max Crèches hors projet 137
Tableau 73 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - Crèche emprise projet 137
Tableau 74 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - max Écoles maternelles hors projet 138
Tableau 75 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École maternelle emprise projet 138
Tableau 76 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - max Écoles élémentaires hors projet 139
Tableau 77 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École élémentaire emprise projet 139
Tableau 78 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - max Écoles primaires hors projet 140
Tableau 79 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Retraité » - max EHPAD 140
Tableau 80 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Résident » 141
Tableau 81 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Travailleur sur l'emprise projet » 141
Tableau 82 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » - Enfant fréquentant les Crèches et Écoles hors projet 142
Tableau 83 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » - Enfant fréquentant les Crèches et Écoles de l'emprise projet 142
Tableau 84 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Résident » 143
Tableau 85 : Excès de risque individuel vie entière de décès anticipé toutes causes non accidentelles - PM2.5 – Voie inhalation - scénario « Résident » 143
Tableau 86 : Comparaison à la recommandation annuelle de l'OMS pour le NO_2 144
Tableau 87 : Comparaison à la recommandation annuelle de l'OMS pour les PM10 144
Tableau 88 : Comparaison à la recommandation annuelle de l'OMS pour les PM2,5 145
Tableau 89 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2 146
Tableau 90 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10 146
Tableau 91 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5 146
Tableau 92 : Incertitudes potentielles liées à la réalisation d'une EQRS [Hubert, 2003] 146
Tableau 93: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude 153
Tableau 94 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €2015 / 100 véhicules x km) 154
Tableau 95 : Classes de densité 154
Tableau 96 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier du réseau d'étude 155
Tableau 97 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude 155
Tableau 98: Principaux pollens allergisants (source : RNSA) 163
Tableau 99 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – Concentrations moyennes annuelles 168
Tableau 100 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – Concentrations moyennes annuelles 169
Tableau 101 : Synthèse des impacts du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis 179
Tableau 102 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journalières 189
Tableau 103 : Échelle de Beaufort 190
Tableau 104: Concentrations en NO_2 relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet 193
Tableau 105 : Concentrations en PM10 relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet 193
Tableau 106 : Concentrations en PM2,5 relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet 193
Tableau 107: Concentrations en CO relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet 193
Tableau 108 : Critères nationaux de la qualité de l'air 203

Préambule

VERSION DE TRAVAIL

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La présente étude Air & Santé s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « Cathédrales du Rail », sur le territoire de la commune de Saint-Denis [Seine-Saint-Denis/93].

La première partie de l'étude constitue l'état 'actuel' relatif à la qualité de l'air de la zone d'étude.
La seconde partie sera réalisée à partir d'une étude trafic ad'hoc et constituera l'analyse des impacts du projet sur l'air et la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la ***Note technique NOR : TRET1833075N*** *du* ***22 février 2019*** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement immobilier et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note est adaptable pour répondre à une problématique d'aménagement étant donné que la population potentielle induite par l'aménagement va modifier les flux de trafic de la zone. Par ailleurs, cette approche satisfait les services de l'État sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

L'OMS donne dès 1946 une définition étendue de la santé : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».
Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé »[1] a pour but d'impulser une stratégie de décloisonnement qui se traduirait par l'adoption de choix d'aménagement favorables à la santé et minimisant les risques.
De nombreux facteurs liés à notre environnement physique, social et économique, influencent la santé. Ils sont connus sous le terme de « déterminants de la santé ».
Il peut s'agir de facteurs individuels (âge, sexe, patrimoine génétique, comportement, …), socio-économiques (accès au logement, à l'emploi, à la culture, à l'éducation, …), environnementaux (qualité de l'air, de l'eau, de l'environnement sonore, …), ou bien encore concernant les politiques urbaines (de transport, de l'habitat, …).

La pollution atmosphérique a pour conséquence de modifier le bien-être de la société[2] et induit des coûts liés à ces nuisances.

Il s'avère que les effets de la pollution peuvent être soit directs, soit indirects :

- Effets indirects (sur l'environnement), en termes de **dégradation :**
  - Bâti ;
  - Agriculture, forêts ;
  - Écosystème.
- Effets directs non sanitaires, en termes de **nuisances** :
  - Psychologiques ;
  - Olfactives ;
  - Esthétiques (Visibilité).
- Effets directs sanitaires (mortalité, morbidité).
  - Coûts directs :
    - Coûts d'hospitalisation ;
    - Coûts d'une consultation ;
    - Coûts de traitement ;
    - Valorisation d'un décès.
  - Coûts indirects :
    - Pertes productives associées ;
    - Aspects psychologiques ;
    - Douleur, désagrément et gêne physiques ;
    - Effets induits chez les proches ;
    - Effets induits sur les activités de loisir.

[1] « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014. ISBN : 978-2-9549609-0-6

[2] Rapport d'information n°3772 enregistré le 19 mai 2016 à l'Assemblée nationale par le comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques sur l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air

VERSION DE TRAVAIL

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation des études Air et Santé en général repose sur les textes suivants :

- La *Loi n°76/629 du 10/07/1976* relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact.
- Le *Décret modifié 77-1141 du 12 octobre 1977*, pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°768-629 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques. Abrogé par le Décret 2005-935 2005-08-02 art. 8 sous réserves JORF 5 août 2005 (en tant qu'il s'applique en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, à Wallis-et-Futuna, dans les Terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte).
- La *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie*, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/12/1996.
- La *Circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98* relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements.
- La *Circulaire DGS n°2001-185 du 11/04/2001* relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire.
- Le *Décret 93-245 du 25 février 1993* relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques.
- La *Circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993* prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985.
- La *Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010* portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2, par son article 230 qui définit le champ d'application, les critères et le contenu des études d'impact, ainsi que les modalités de décision de l'autorité compétente.
- Le *Décret n° 2011-2019 du 29/12/11* qui porte réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements.
- La *Circulaire n°87-88 du 27 octobre 1987* relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées modifiée par la circulaire 2002-63 du 22 octobre 2002 relative aux modalités d'élaboration et d'approbation des dossiers concernant les opérations d'aménagement sur des autoroutes en service, complétant et modifiant la circulaire du 27 octobre 1987 et la directive du 27 octobre 1987 relatives à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées.
- La **Note technique NOR : TRET1833075N** du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.
- Le *Code de l'environnement* - Articles R221-1 à R221-3 - Définition des critères nationaux de la qualité de l'air.
- L'*Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014* relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du Code de l'environnement.
- Le *Décret n° 2016-849 du 28/06/16* relatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial.
- Le *Décret n° 2016-753 du 07/06/16* relatif aux évaluations des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains.
- Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et de réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et se fonde également sur les documents en liste ci-dessous :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier.
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de la Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières).
- Guide « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014.
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser.

VERSION DE TRAVAIL

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet d'aménagement « Cathédrales du Rail » est délimité par la Rue du Bailly et l'Avenue du président Wilson (D931) à l'est, par des voies ferrées à l'ouest et des bâtiments au sud.

Figure 1 : Localisation du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis

Les points-clés du projet des Cathédrales du Rail :

- Deux halles ferroviaires inscrites aux Monuments Historiques entièrement réhabilitées et ouvertes au public ;
- Un nouveau parc de 1,7 hectares, espace vert de proximité majeur et réserve de biodiversité, qui va magnifier les Cathédrales du Rail ;
- Un musée de Street Art et Hip Hop de France d'une surface de 8 400 m², un projet qui rejoindra les ambitions culturelles du territoire et notamment l'objectif de la désignation de la Ville comme Capitale européenne de la culture en 2028 ;
- La création d'un nouveau quartier écoresponsable et culturel dans toutes ses dimensions de mixité.

Figure 2 : Plan masse du projet « Cathédrales du rail » (Décembre 2025)

La programmation du projet comporte :

- 650 logements ;
- 5 000 m² d'activités, services et commerces ;
- Quartier végétalisé à 45 % ; 30 % de pleine terre ; 35 % de toitures végétalisées.

VERSION DRAFT

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

À propos de l'impact du projet sur la circulation automobile, il est utile de rappeler que la **Note technique [NOR : TRET1833075N] du 22 février 2019** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières pour qualifier les impacts consécutifs aux augmentations de trafic induites par le projet, ainsi que le *Guide méthodologique du CEREMA* sur le volet « Air & Santé » des études d'impacts routières, viennent préciser le contenu des volets Air & Santé.

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

Définition du réseau d'étude

Selon la *Note technique du* 22 *février 2019*, le réseau d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, c'est-à-dire :

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet**. Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :
  - *Supérieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
  - *Inférieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
  - D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
  - D'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

  Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (TMJA).
En milieu urbain, en fonction des données de trafic disponibles et du projet, la variation de trafic est examinée à l'**H**eure de **P**ointe la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel.

Définition de la bande d'étude

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du* 22 *février 2019).*

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type des composés examinés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- Concernant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude varie selon le trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée. Elle est définie selon les données du tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

Définition de la zone d'étude

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet santé (*Note technique du 22 février 2019*).

Il est considéré comme zone d'étude un cercle de 1 km de rayon centré sur le projet.

La planche suivante repère la zone d'étude.

VERSION DE TRAVAIL

Figure 3 : Zone d'étude du volet Air et Santé

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Pour rappel, le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés.
Cela à l'aide des trois critères ci-dessous :

- La charge prévisionnelle de trafic en Véhicules/Jour ;
- La densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- La longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir en fonction du degré de précision de l'étude.
Le tableau qui suit précise les quatre niveaux d'étude déterminés, sachant que le niveau **I** est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti

Densité [hab./km²]	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab./km²	I	I	II	II si Lprojet > 5 km ou III si Lprojet ≤ 5 km
2 000 hab. /km² < Densité < 10 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 25 km ou III si Lprojet ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 50 km ou III si Lprojet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Adaptation du niveau de l'étude

Le niveau d'étude doit être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- **La présence de lieux dits 'vulnérables' dans la bande d'étude du projet :** une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables et non sur la totalité de la bande d'étude du projet ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains) :** l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;
- **L'importance de la population :** si la population présente dans la bande d'étude du projet dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. (*Note* : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV) ;
- **L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place :** si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Compte tenu de la nature du projet, de la densité de population de la zone d'étude, de la charge de trafic sur les voies alentours et de l'existence du Plan de Protection de l'Atmosphère d'Île-de-France, il sera réalisé une étude **inspirée et adaptée des études routières de niveau I**.

VERSION DE TRAVAIL

4.3. CONTENU DE L'ÉTUDE COMPLETE

L'étude du projet d'aménagement « Cathédrales du Rail » sur le territoire de la commune de Saint-Denis traitera les éléments ci-dessous :

- Caractérisation bibliographique de l'état actuel avec un niveau de détail correspondant à une étude niveau I ;
- Campagne de mesures *in situ* (NO_2 et particules PM10 et PM2,5) sur la zone d'étude.
- Estimation des émissions de polluants sur le réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d'étude ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

Vis-à-vis d'une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 sont ceux listés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

<table>
<tr><th colspan="3">Polluants à considérer pour une étude de niveau I</th></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oxydes d'azote (NOx)
Monoxyde de carbone (CO)
Dioxyde de soufre (SO_2)
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Benzène
Arsenic
Nickel
Benzo(a)pyrène</td></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Voie respiratoire</td><td>Effets aigus</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)</td></tr>
<tr><td>Effets chroniques</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)
Benzène
16 HAP* dont le benzo(a)pyrène
1,3-Butadiène
Chrome
Nickel
Arsenic</td></tr>
<tr><td>Voie orale
(si risque ingestion identifié)</td><td>Effets chroniques</td><td>16 HAP* dont le benzo(a)pyrène</td></tr>
</table>

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

VERSION DRAFT

État Actuel

VERSION DE TRAVAIL

5. CONTENU DE L'ÉTAT ACTUEL

Dans l'étude « Air », l'état dit 'actuel' permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement.
Cet état actuel servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années à venir.

L'état actuel expose le contexte réglementaire et politique ainsi que la stratégie mise en œuvre en matière de qualité de l'air et dans lesquels s'inscrit le projet. Il qualifie les enjeux et évalue les vulnérabilités existantes sur la zone d'étude.

L'état actuel exige de traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE.
- Identification, à l'échelle de la zone étudiée, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographique des zones suivantes :
    - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article R221-1 du code de l'environnement ;
    - Zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
    - Zones sensibles au regard de l'article R222-2 du Code de l'environnement ;
    - Zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM10, PM2,5, NO_2 et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans le domaine d'étude afin de réduire leurs concentrations.
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions.
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale.
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du Code de l'environnement.
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations.
- Identification des zones de cultures présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en l'occurrence les jardins potagers.
- Un état sanitaire initial de la population est présenté si une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude.

VERSION DE TRAVAIL

6. CONTENTIEUX EUROPÉEN ET SANCTIONS FINANCIERES

La France est depuis plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote.
Bien que la qualité de l'air se soit améliorée depuis le début des procédures contentieuses, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air[3] est donnée en figure suivante.

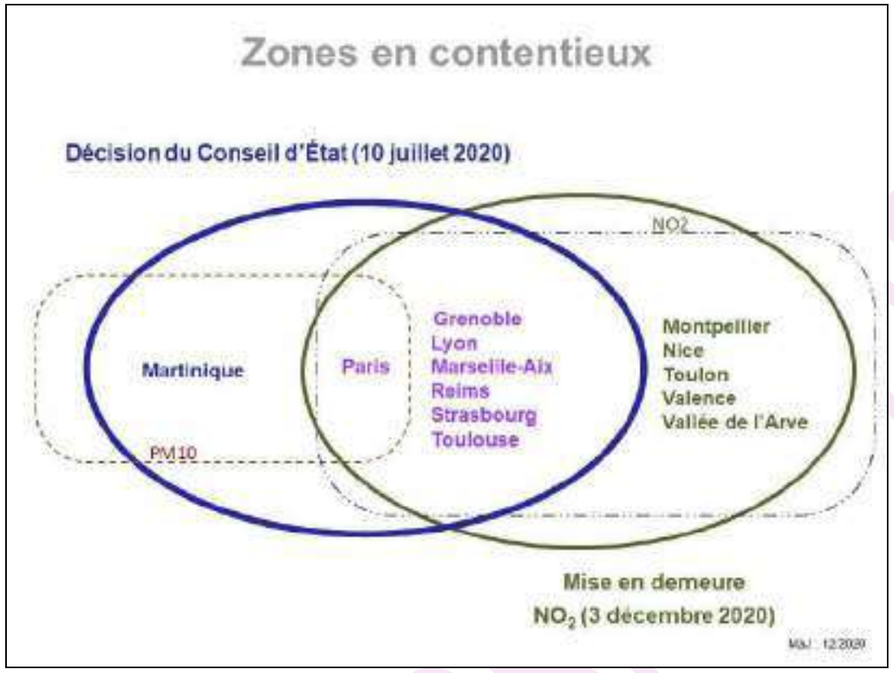


Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020)

La commune de Saint-Denis est incluse dans le périmètre du contentieux relatif au dioxyde d'azote et aux PM10, au titre de la zone de Paris.

[3] https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5

Pour mémoire, le Pacte Vert pour l'Europe (European Green Deal) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE. Cela bénéficiant à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

Décision de justice du Conseil d'état et astreintes financières

Le 04 août 2021, le Conseil d'État a relevé que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, Marseille-Aix et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».
Le Conseil d'État considère les mesures mises en avant pour renverser la tendance « dans le délai le plus court possible » (instauration de nouvelles zones à faible émission [ZFE], interdiction progressive des chaudières à gaz ou à fioul, entre autres) insuffisantes et incertaines. « Aucun nouveau plan de protection de l'air n'a été adopté pour les zones concernées, alors que ces plans constituent aujourd'hui un outil connu et adapté pour préciser les actions à mener et évaluer dans quel calendrier elles permettront de repasser sous les valeurs limites ».

En conséquence, le Conseil d'État condamne le Gouvernement à payer une astreinte fixe de 10 millions d'euros au titre de son premier semestre de retard sur l'astreinte (du 11 janvier au 11 juillet 2021).
Après analyse des nouveaux éléments fournis par le ministère chargé de l'écologie, en lecture de la décision n°428409 du 17 octobre 2022, le Conseil d'État liquide deux nouvelles astreintes pour le second semestre 2021 et le premier semestre 2022, soit un montant total de 20 millions d'euros.
Dans une décision rendue le 24 novembre 2023, le Conseil d'État condamne la France (pour la 3ème fois) à payer deux nouvelles astreintes (minorées), d'un montant de cinq millions d'euros chacune, pour n'avoir pas suffisamment lutté contre la pollution atmosphérique lors des «semestres allant de juillet 2022 à juillet 2023» notamment du fait de la situation à Lyon et à Paris.

À la suite de la présente décision, le Conseil d'État réexaminera en 2024 les actions de l'État menées à partir du second semestre 2023 (juillet 2023-janvier 2024)[4].

[4] https://www.conseil-etat.fr/actualites/pollution-de-l-air-le-conseil-d-etat-condamne-l-etat-a-payer-deux-astreintes-de-5-millions-d-euros

Condamnation de l'État et indemnisation de victimes :

Le 16 juin 2023, le tribunal administratif de Paris a condamné l'État à indemniser deux familles franciliennes, victimes de la pollution (leurs enfants ayant souffert de bronchiolites et d'otites à répétition), à hauteur de 3 000 euros et 2 000 euros. Le juge administratif a estimé qu'« une partie des symptômes » dont ils ont souffert a été « causée par le dépassement des seuils de pollution résultant de la faute de l'État », à savoir son incapacité à faire respecter les normes sanitaires.
Cette décision de la justice est inédite en France. En effet, il s'agit de la première affaire où la justice reconnaît un préjudice en lien avec une carence de l'État à garantir un air sain. La responsabilité de l'État avait auparavant déjà été engagée dans des affaires similaires (vallée de l'Arve), mais le lien de causalité entre la faute de l'État et les maladies des plaignants n'avait jamais été établi.

VERSION DE TRAVAIL

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION, PLANS ET PROGRAMMES EN LIEN AVEC LA QUALITE DE L'AIR – COMPATIBILITE DU PROJET

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions sur la thématique de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations. D'autres plans et programmes stratégiques ne sont pas dédiés à l'amélioration de la qualité de l'air mais les actions mises en œuvre ont une influence sur celle-ci.

- Échelle nationale : Code de l'environnement, Loi d'Orientation des Mobilités, Plan Climat, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC2), Loi n°2015-992 du 17 août 2015 (relative à la Transition énergétique pour la croissance verte), Plan National Santé-Environnement (PNSE).

- Échelle régionale : Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) ; Stratégie Énergie-Climat de la région Île-de-France ; Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) ; Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) ; Feuille de route Qualité de l'air ; Plan de Déplacement Urbain d'Ile-de-France (PDUIF) et Plan Régional Santé-Environnement (PRSE).

- Échelle intercommunale : Plan Climat Air Énergie territorial (PCAET), Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi).

- Échelle locale : Plan Local d'Urbanisme (PLU), Plan Local de Mobilité (PLM).

Le graphique ci-contre précise l'articulation des différents documents ayant trait à la qualité de l'air.

Les lignes-directrices de ces outils ainsi que la cohérence du projet sont synthétisées dans le tableau également suivant.

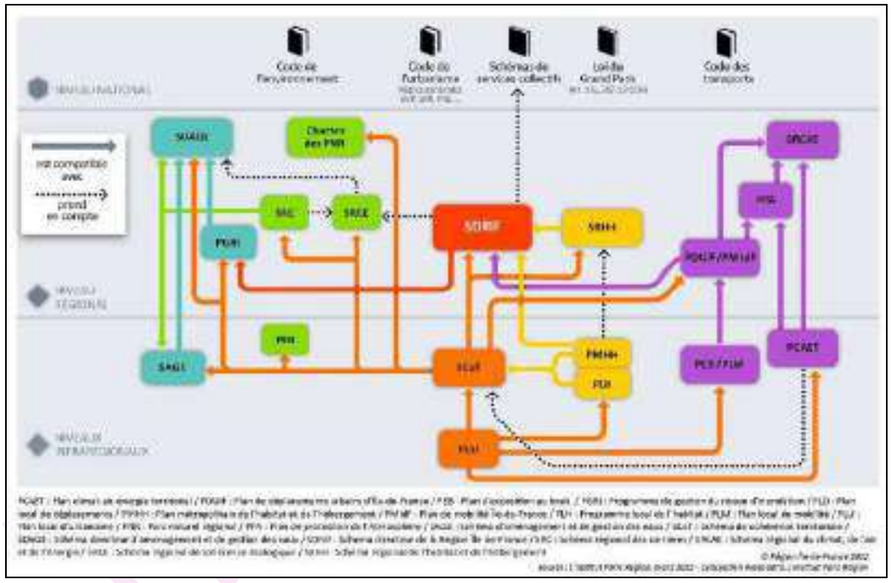


Figure 5 : La hiérarchie des normes (Source : Institut Paris Région, mars 2022**)**

En l'état actuel, le projet s'inscrit en cohérence avec les différents documents de planification relatifs à la qualité de l'air.

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet

<table>
<tr><th>DOCUMENTS DE PLANIFICATION</th><th>ZONES D'ACTION</th><th>OBJET(S)/OBJECTIF(S)</th><th>ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT</th></tr>
<tr><td colspan="4">Réduction des émissions polluantes</td></tr>
<tr><td>Loi d'Orientation des Mobilités
(2019)</td><td>Territoire national</td><td>La Loi d'orientation des Mobilités n°2019-1428 du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, pour répondre à l'impératif d'améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles.
Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes :
1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100% du territoire
2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien
3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire
4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires
5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap
6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d'emploi
7. 100 % des informations sur l'offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport
8. Des navettes autonomes en circulation dès l'année 2020
9. Un forfait mobilité durable : jusqu'à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage
10. Un plan pour développer le covoiturage
11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d'ici 2024
12. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service
13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques
14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable
15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide</td><td>Création de logements à environ 830 m d'une station de métro.
Création d'une station Vélib</td></tr>
<tr><td>Plan Climat
(2017)</td><td>Territoire national</td><td>Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d'actions, telles que :
Généralisation de la prime à la conversion des véhicules
Crédit d'impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d'énergie
Changement des chaudières au fioul
Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique
Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040
Plan de déploiement de l'hydrogène
Faire converger la fiscalité entre le diesel et l'essence avant 2022
Accélérer la montée en puissance du prix du carbone
Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050</td><td>La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.</td></tr>
<tr><td>PREPA
Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
[Décret n°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques]
[Arrêté du 08/12/2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]</td><td>Territoire national</td><td>Le PREPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont :<table><tr><th>POLLUANTS</th><th>À partir de 2020</th><th>À partir de 2030</th></tr><tr><td>Dioxyde de soufre</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr><tr><td>Oxydes d'azote</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr><tr><td>Composés organiques volatils</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr><tr><td>Ammoniac</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr><tr><td>Particules PM2,5</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr></table>En 2021, un groupe de travail a été constitué au Conseil national de l'air pour débattre de la révision de l'arrêté PREPA. L'arrêté PREPA révisé du 08 décembre 2022 est paru au JO du 16 décembre 2022.</td><td>La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.</td></tr>
</table>

VERSION PROVISOIRE

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]	Territoire national	Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d'atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020. Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants : • **Transports** : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) • **Bâtiment** : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • **Agriculture** : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 • **Forêts et sous-bois** : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 • **Production d'énergie** : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • **Industrie** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 • **Déchets** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.	La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)	Territoire national	Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes : • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone. • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières	La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
Stratégie Énergie-Climat de la région Île-de-France (2018)	Région Île-de-France	Le Conseil régional d'Ile-de-France a adopté le 3 juillet 2018 sa stratégie Énergie-Climat, reposant sur deux horizons : 2030 et 2050, et trois principes : sobriété, production d'Énergie renouvelable et réduction de la dépendance. Les axes et objectifs de cette stratégie sont les suivants : **L'Île-de-France face à un défi énergétique majeur** • Une région attractive, dynamique mais dépendante • Une pluralité d'acteurs et d'opportunités pour relever les défis • Un retard considérable à rattraper **Une nouvelle ambition énergétique pour l'Île-de-France : sobriété, production d'énergie renouvelable et réduction de la dépendance** • Vers une Île-de-France 100 % renouvelable • Une nouvelle gouvernance : La Région chef de file Climat, Air, Énergie **La Région trace un nouveau chemin pour la transition énergétique en Île-de-France** • Réduire fortement les consommations d'énergies : Une Île-de-France plus sobre • Une Île-de-France décarbonée, mobilisant toutes ses énergies renouvelables • Une énergie décentralisée : la Région impulse des dynamiques énergétiques territoriales et citoyennes • La Région agit en exemplarité et en transversalité **Lever tous les freins en matière de transition énergétique** • Énergies renouvelables • Sobriété énergétique	La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

VERSION PAYANTE

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SRCAE Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (2012 ; en révision)	Région Île-de-France	Le SRCAE d'Île-de-France a été approuvé à l'unanimité par le Conseil Régional le 23 novembre 2012, puis arrêté par le préfet de Région le 14 décembre 2012. *Compte tenu des critères de densité de population, des teneurs en particules PM10 et en dioxyde d'azote, la commune de Saint-Denis est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air au sens du SRCAE.* En fin de compte, il ressort du SRCAE de l'Île-de-France 17 objectifs et 58 orientations thématiques qui ont été élaborées de façon à permettre l'atteinte des objectifs définis pour la région à l'horizon 2020 en matière de réduction des consommations énergétiques et de gaz à effet de serre, de développement des énergies renouvelables, d'amélioration de la qualité de l'air et d'adaptation au changement climatique. Le SRCAE définit trois grandes priorités régionales pour 2020, soit : • Le renforcement de l'efficacité énergétique des bâtiments avec un objectif de doublement du rythme des réhabilitations dans le tertiaire, et de triplement dans le résidentiel • Le développement du chauffage urbain alimenté par des énergies renouvelables et de récupération, avec un objectif d'augmentation de 40 % du nombre d'équivalents logements raccordés • La réduction de 20 % des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) du trafic routier, combinée à une forte baisse des émissions de polluants atmosphériques (particules fines, dioxyde d'azote) La présidente de région et le préfet de région ont décidé conjointement l'été 2022 de réviser le SRCAE de 2012 suite à son évaluation qui a mis en exergue l'atteinte partielle des objectifs du SRCAE de 2012. Le calendrier stipule une adoption du SRCAE révisé prévue pour 2024.	La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

PPA d'Île-de-France [PPA 3]
Plan de Protection de l'Atmosphère
(2018 ; en révision)
	Région Île-de-France	Le PPA fixe des objectifs de réduction de polluants atmosphériques pouvant nécessiter la mise en place de mesures contraignantes spécifiques à la zone couverte par le plan (à la différence du SRCAE qui fixe seulement des orientations et recommandations pour atteindre les objectifs de qualité).
		Le troisième PPA d'Île-de-France (approuvé en janvier 2018 pour la période 2017-2025) ambitionne de ramener les niveaux de pollution de l'air en dessous des seuils européens à l'horizon 2025 ; de réduire de 40 à 70 %, selon les polluants, le nombre de franciliens exposés à des dépassements de valeur limites de qualité de l'air. Pour cela, le PPA liste 25 défis déclinés en 46 actions pour l'ensemble des secteurs d'activité. Parmi ces défis, on retrouve :
		
		• **Aérien** :
		  • AE1 : Diminuer les émissions des APU (Auxiliaires de Puissances Unitaires) et des véhicules et engins de pistes au sol
		  • AE2 : Diminuer les émissions des aéronefs au roulage
		  • AE3 : Améliorer la connaissance des émissions des avions
		• **Agriculture** :
		  • AGRI1 : Favoriser les bonnes pratiques associées à l'utilisation d'une urée solide pour limiter les émissions de NH_3
		  • AGRI2 : Former les agriculteurs au cycle de l'azote et à ses répercussions en termes de pollution atmosphérique
		  • AGRI3 : Évaluer l'impact du fractionnement du second apport sur céréales d'hiver sur les émissions de NH_3
		• **Industrie** :
		  • IND1 : Renforcer la surveillance des installations de combustion de taille moyenne (2 à 50 MW)
		  • IND2 : Réduire les émissions de particules des installations de combustion à la biomasse et des installations de co-incinération de CRS
		  • IND3 : Réduire les émissions de NOx issues des installations d'incinération d'ordures ménagères ou de co-incinération de CRS
		  • IND4 : Réduire les émissions de NOx des installations de combustion à la biomasse entre 2 et 100 MW et des installations de co-incinération d'UIOM
		• **Résidentiel tertiaire-chantiers** :
		  • RES1 : Favoriser le renouvellement des équipements anciens de chauffage individuel au bois
		  • RES2 : Élaborer une charte bois énergie impliquant l'ensemble de la chaîne de valeurs (des professionnels au grand public) et favoriser les bonnes pratiques
		  • RES3 : Élaborer une charte globale chantiers propres impliquant l'ensemble des acteurs (des maitres d'ouvrages aux maitres d'œuvres) et favoriser les bonnes pratiques
			La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
			
			Création de logements à environ 830 m d'une station de métro.
			
			Création d'une station Vélib

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

		• **Transports** :
		  • TRA1 : Élaborer des plans de mobilité par les entreprises et les personnes morales de droit public
		  • TRA2 : Apprécier les impacts d'une harmonisation à la baisse des vitesses maximales autorisées sur les voies structurantes d'agglomérations d'Ile-de-France
		  • TRA3 : Soutenir l'élaboration et la mise en œuvre de plans locaux déplacements et une meilleure prise en compte de la mobilité durable dans l'urbanisme
		  • TRA4 : Accompagner la mise en place de zones à circulation restreinte en Ile-de-France
		  • TRA5 : Favoriser le covoiturage en Ile-de-France
		  • TRA6 : Accompagner le développement des véhicules à faibles émissions
		  • TRA7 : Favoriser une logistique durable plus respectueuse de l'environnement
		  • TRA8 : Favoriser l'usage des modes actifs
		• **Mesures d'urgences** (MU) : Réduire les émissions en cas d'épisodes de pollution
		• **Collectivités** (COLL) : Fédérer, mobiliser les collectivités et coordonner leurs actions en faveur de la qualité de l'air
		• **Région** (REG) : Mettre en œuvre le plan 2016-2021 « Changeons d'air en Ile-de-France » du conseil régional d'Ile-de-France
		• **Actions citoyennes** (AC) : Engager le citoyen francilien dans la reconquête de la qualité de l'air
		
		L'impact du PPA sur la qualité de l'air à l'horizon 2020, modélisé par Airparif, indique que le PPA conduira à une baisse importante des émissions de particules et de dioxyde d'azote, ainsi qu'à une baisse significative du nombre de Franciliens exposés à des dépassements de valeurs-limites de la qualité de l'air.
		Constatant la persistance de dépassements des valeurs limites de qualité de l'air sur la région, le préfet a décidé de lancer la révision du plan de protection de l'atmosphère adopté le 31 janvier 2018. Le projet de PPA (2022-2030) soumis à la consultation prévoit 14 mesures pour permettre d'atteindre les valeurs limites fixées pour les oxydes d'azote et les particules fines. Les actions ciblent en premier lieu la zone dense de l'agglomération (Paris et proche couronne), zone où les dépassements sont encore observés mais certaines d'entre elles seront bien menées sur l'ensemble de la région. L'adoption est prévue pour 2024 selon le calendrier d'élaboration.	

Feuille de route Qualité de l'air (2018)	Région Île-de-France	Pour répondre simultanément à la Commission Européenne et au Conseil d'État, à la demande du ministre de la Transition écologique et solidaire, les préfets ont invité les collectivités territoriales à co-élaborer des 'feuilles de route' opérationnelles et multi-partenariales dans les territoires les plus touchés par la pollution atmosphérique. Ces 'feuilles de route' complètent les plans de protection de l'atmosphère. Leur objectif est de définir des actions concrètes de court terme permettant d'enregistrer rapidement des progrès, en renforçant les moyens mobilisés en faveur de la qualité de l'air. Les feuilles de route portent sur une série d'actions dans tous les domaines d'activité, notamment : mobilité, chauffage résidentiel, urbanisme, agriculture, industrie, sensibilisation des acteurs. Pour la région Ile-de-France, la feuille de route vise l'ensemble de la région. Cette feuille de route se décline sous la forme de 11 défis déclinés en actions portées par les collectivités : • Défi 1 : Optimiser les circulations • Défi 2 : Concrétiser la transition écologique des véhicules • Défi 3 : Co-voiturer • Défi 4 : Renforcer l'attractivité des transports en commun • Défi 5 : Optimiser la logistique en faveur de la qualité de l'air • Défi 6 : Protéger les riverains en limitant l'exposition aux polluants • Défi 7 : 'Avec le vélo, changeons de braquet' • Défi 8 : Marchons, respirons ! • Défi 9 : Pour un air sain, chauffons malin • Défi 10 : Privilégier les chantiers propres • Défi 11 : Rationaliser les déplacements professionnels	Création de logements à environ 830 m d'une station de métro. Création d'une station Vélib

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PRQA Plan Régional pour la Qualité de l'Air (2023)	Région Île-de-France	Voté le 30 mars 2023, le plan « Nouvel Air » 2023-2027 fait suite au Plan « Changeons d'Air » 2016-2022 qui visait à lutter contre la pollution de l'air sur le territoire Francilien (déploiement du fonds Air-Bois, expérimentations dans les stations de métro et RER, soutient à l'innovation etc.). Un plan qui a porté ses fruits : la Région Île-de-France se félicite de l'amélioration rapide et durable de la qualité de l'air sur son territoire. Néanmoins les niveaux de pollution restent supérieurs aux valeurs recommandées de l'OMS et la situation se dégrade pour l'ozone. Le plan « Nouvel AIR », vise une division par deux du niveau de pollution par rapport aux valeurs réglementaires actuelles à l'horizon 2030. Ce plan comporte 4 axes, 11 objectifs déclinant 31 actions. **Axe 1 : Transversalité** • Objectif 1 : Définir des objectifs quantitatifs • Objectif 2 : Coordonner l'action de reconquête de la qualité de l'air au niveau régional ▪ Action G1 : Définir des objectifs quantitatifs de réduction des émissions ▪ Action G2 : Créer et animer une communauté des territoires engagés pour la qualité de l'air ▪ Action G3 : Inscrire la qualité de l'air dans les programmations et les plans régionaux ▪ Action G4 : Renforcer l'exemplarité régionale dans la commande publique ▪ Action G5 : Prolonger l'exemplarité de la Région dans son fonctionnement ▪ Action G6 : Enrichir l'offre de la centrale d'achat en matière de qualité de l'air ▪ Action G7 : Permettre à l'ASP d'accompagner pleinement les politiques publiques décentralisées ▪ Action G8 : S'engager pleinement dans la concertation sur le périphérique **Axe 2 : Connaissance et innovation** • Objectif 3 : Appuyer les décisions politiques sur de meilleures connaissances scientifiques • Objectif 4 : Améliorer l'information du grand public et des décideurs ▪ Action C1 : Améliorer le système de surveillance et la prévision du risque allergique lié aux pollens ▪ Action C2 : Confirmer le soutien à la recherche et à la diffusion de la culture scientifique auprès du grand public ▪ Action C3 : Soutenir l'innovation pour la qualité de l'air ▪ Action C4 : Accompagner les agriculteurs dans les innovations visant à réduire les émissions d'ammoniac ▪ Action C5 : Étudier les émissions des transports hors motorisation ▪ Action C6 : Évaluer l'efficacité des mesures prises lors de pics de pollution ▪ Action C7 : S'appuyer sur l'expertise technique d'Airparif **Axe 3 : Mobilités** • Objectif 5 : Accompagner le développement de mobilités plus propres • Objectif 6 : Aider la décarbonation de la logistique et des transports professionnels • Objectif 7 : Diminuer les nuisances des deux-roues motorisés • Objectif 8 : Dépolluer les enceintes souterraines ferroviaires ▪ Action M1 : Poursuivre l'aide au vélo ▪ Action M2 : Encourager l'usage du vélo pour les professionnels ▪ Action M3 : Continuer à soutenir la transition vers les « véhicules propres » ▪ Action M4 : Mettre en œuvre l'acte 2 de la Stratégie Fret ▪ Action M5 : Améliorer l'efficacité des transports collectifs et diminuer leurs émissions ▪ Action M6 : Améliorer la qualité de l'air des espaces souterrains des transports en communs ▪ Action M7 : Faciliter le rabattement des particuliers de grande couronne vers les transports en commun ▪ Action M8 : Maîtriser la circulation routière ▪ Action M9 : Promouvoir des déplacements plus propres ▪ Action M10 : Poursuivre la démarche du lissage des heures de pointe ▪ Action M11 : Diminuer les émissions au sol de la filière aéroportuaire **Axe 4 : Habitat et bâtiments** • Objectif 9 : Améliorer la surveillance de la qualité de l'air intérieur • Objectif 10 : Lutter contre la pollution des cheminées • Objectif 11 : Utiliser l'aménagement pour améliorer la qualité de l'air ▪ Action H1 : Lancer un Plan Ventilation pour améliorer la qualité de l'air intérieur ▪ Action H2 : Diminuer la pollution liée au chauffage au bois ▪ Action H3 : Limiter la construction de bâtiments recevant du public sensible dans les zones trop polluées ▪ Action H4 : Prendre en compte les enjeux de qualité de l'air dans la rénovation, la construction et la réhabilitation ▪ Action H5 : Réduire la pollution liée aux groupes électrogènes	La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

VERSION DRAFT

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PCAEM Plan Climat Air Énergie Métropolitain (2018)	Métropole Grand Paris	*Saint-Denis fait partie de la Métropole du Grand Paris, dont le PCAEM a été adopté le 12 novembre 2018.* Le plan d'actions du Plan Climat Air Énergie de la Métropole Grand Paris (PCAEM) comprend des mesures transversales et des actions sectorielles, réparties comme suit : **Sensibiliser et mobiliser les acteurs métropolitains sur les enjeux Climat Air Énergie** • AT1 Mettre en place une fédération métropolitaine des Agences Locales de l'Énergie et du Climat • AT2 Déployer le Hub Tertiaire à l'échelle métropolitaine • AT3 Constituer un réseau de « référents Climat-Air-Énergie » **Inscrire les enjeux Climat-Air-Énergie dans la planification métropolitaine** • AT4 Inscrire les enjeux Climat-Air-Énergie lors de l'élaboration du Schéma de Cohérence Territoriale Métropolitain **Améliorer la connaissance des enjeux Climat-Air Énergie métropolitains** • AT5 Contribuer à l'Observatoire du Climat de l'Air et de l'Énergie • AT6 Organiser les coopérations interterritoriales et internationales **Financer la mise en œuvre du Plan Climat-Air Énergie Métropolitain** • AT7 Développer une ingénierie financière au service de la transition métropolitaine • AT8 Création d'une plateforme métropolitaine de compensation carbone **<u>QUALITÉ DE L'AIR ET MOBILITÉ DURABLE</u>** **Mobiliser les acteurs publics et privés sur les enjeux de la qualité de l'air** • AIR1 Mobiliser et coordonner les acteurs de la qualité de l'air autour d'un plan d'actions ambitieux de lutte contre la pollution atmosphérique **Améliorer la connaissance de la qualité de l'air et soutenir l'innovation** • AIR2 Participer à AIRPARIF et à AIRLAB **Réduire la circulation automobile et maitriser la demande en déplacement** • AIR3 Accompagner la création d'une zone à faibles émissions métropolitaine • AIR4 Accompagner la mise en place des Plans de déplacements pour les administrations et soutenir la mise en place des plans de déplacements pour les entreprises **Encourager le report modal** • AIR5 Financer un diagnostic « déplacements » à l'échelle métropolitaine • AIR6 Réaliser un Plan Métropolitain pour les « Mobilités Actives » **Aller vers des motorisations plus propres** • AIR7 Poursuivre et développer le dispositif « Métropole Roule Propre » **Réduire les émissions liées au secteur aérien** • AIR8 Élaborer un plan d'actions pour réduire les émissions liées au secteur aérien **Réduire les émissions liées au chauffage résidentiel au bois** • AIR9 Créer un Fonds Air-Bois Métropolitain **Réduire les émissions liées aux chantiers** • AIR10 Mettre en place des chantiers à basses émissions **<u>HABITAT</u>** **Permettre la massification de la rénovation énergétique du parc résidentiel** • HAB1 Déployer les plateformes territoriales de la rénovation énergétique à l'échelle métropolitaine • HAB2 Créer un Fonds métropolitain de rénovation et de sobriété énergétique **Mobiliser les acteurs métropolitains sur la rénovation et la précarité énergétiques** • HAB3 Organiser une conférence métropolitaine de la précarité énergétique et soutenir l'outillage du réseau d'acteurs donneurs d'alerte **Renforcer la culture de la sobriété énergétique** • HAB4 Sensibiliser aux écogestes et à la sobriété énergétique	La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

VERSION PROVISOIRE

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		Inscrire les enjeux Climat-Air-Énergie dans la planification métropolitaine • HAB5 Mettre en place des prescriptions environnementales proactives dans le Plan Métropolitain de l'Habitat et de l'Hébergement et le Schéma de Cohérence Territoriale Métropolitain **<u>ACTIVITÉS</u>** **Rénover massivement les bâtiments tertiaires publics** • ACT1 Réalisation d'un plan de réhabilitation thermique des bâtiments publics anciens **Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments** • ACT2 Instaurer la supervision énergétique des bâtiments publics **Limiter les émissions liées à la construction** • ACT3 Accompagner le développement l'économie circulaire **Limiter les émissions liées à l'agriculture** • ACT4 Développer une agriculture urbaine et périurbaine respectueuse de l'environnement **<u>ÉNERGIE</u>** **Mobiliser les acteurs métropolitains sur le sujet de l'énergie** • ENE1 Organiser un grand débat sur la stratégie énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans la Métropole **Inscrire les enjeux Climat Air Énergie dans la stratégie énergétique territoriale** • ENE2 Réalisation du Schéma Directeur Énergétique Métropolitain **Soutenir le développement des énergies renouvelables et de récupération** • ENE3 Création d'un Fonds de développement des énergies renouvelables et de récupération **<u>CONSOMMATION, ALIMENTATION ET DÉCHETS</u>** **Réduire la production de déchets** • CAD1 Renforcer les achats durables au sein des marchés publics métropolitains **Utiliser les déchets comme ressource** • CAD2 Accompagner les collectivités dans la collecte et la valorisation des biodéchets **Aller vers un régime alimentaire moins carboné** • CAD3 Élaborer et animer un Plan Alimentation Durable Métropolitain **<u>ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE</u>** **Aménager le territoire de manière à réduire l'exposition des populations et des biens aux risques climatiques** • ACC1 Favoriser l'intégration des risques climatiques dans la requalification des espaces publics • ACC2 Organiser « un appel à projets » sur la résilience climatique • ACC3 Créer un réseau d'îlot de fraicheur au sein de la Métropole • ACC4 Redonner une place à l'eau et la nature dans la ville • ACC5 Utiliser de manière raisonnée la ressource en eau **Organiser la gouvernance pour une meilleure prise en compte des changements climatiques** • ACC6 Réaliser une Stratégie de Résilience Métropolitaine, incluant un volet résilience climatique **Aménager le territoire de manière à réduire l'exposition des populations et des biens aux risques climatiques** • ACC7 Élaborer un Plan Biodiversité • ACC8 Organiser un Big Jump métropolitain	

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

PCAET
Plan Climat Air Énergie Territorial (2020)
	EPT Plaine Commune	*Saint-Denis fait partie de l'EPT Plaine Commune dont le PCAET a été adopté le 25 février 2020.*
		Le programme d'action du PCAET 2020-2026 de Plaine Commune est le suivant :
		
		AXE 1 : SOBRIÉTÉ ET JUSTICE SOCIALE (Une écologie au service des urgences climatiques et des urgences sociales**)**
		• LOGEMENTS
		  • ACTION 1 : Prévention de la dégradation des logements dans le parc privé.
		  • ACTION 2 : Lutte préventive contre la précarité énergétique.
		  • ACTION 3 : Amélioration de la performance énergétique du parc de logements neufs.
		  • ACTION 4 : Accompagnement de la rénovation énergétique des logements privés existants.
		  • ACTION 5 : Amélioration de la performance énergétique des logements sociaux via des partenariats avec les bailleurs.
		• TERTIAIRE
		  • ACTION 6 : Maîtrise des consommations & efficacité énergétique du patrimoine bâti de Plaine Commune.
		  • ACTION 7 : Des bâtiments tertiaires plus performants sur le plan énergétique.
		• CONSTRUCTION BAS CARBONE
		  • ACTION 8 : Réduction de l'empreinte carbone de la construction.
		• ÉCLAIRAGE PUBLIC
		  • ACTION 9 : Rénovation de 60 km de réseau et remplacement des sources énergivores.
		  • ACTION 10 : Élaboration et mise en œuvre d'un schéma directeur aménagement lumière.
		
		AXE 2: RÉSILIENCE (Un territoire qui se prépare et protège ses populations contre les impacts du changement climatique)
		• ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
		  • ACTION 11 : Des espaces publics mieux adaptés aux impacts du changement climatique.
		  • ACTION 12 : Adoption d'un Plan d'urgence pour l'adaptation au changement climatique.
		• (A)MÉNAGEMENT SOUTENABLE
		  • ACTION 13 : Un Plan local d'urbanisme intercommunal à haute exigence environnementale.
		  • ACTION 14 : Des projets d'(a)ménagement et de rénovation urbaine soutenables.
		  • ACTION 15 : Révision des documents cadres pour augmenter la prise en compte des enjeux écologiques.
		• NATURE EN VILLE
		  • ACTION 16 : La trame verte et bleue pour s'adapter au changement climatique.
		  • ACTION 17 : Mise en œuvre d'un Plan de gestion estivale.
		  • ACTION 18 : Définition et lancement d'une politique locale de l'eau.
		  • ACTION 19 : Une politique de développement de l'arbre sur le territoire de Plaine Commune.
		• AGRICULTURE URBAINE
		  • ACTION 20 : Développement d'une agriculture urbaine sobre en carbone, riche en biodiversité et en lien social.
		
		AXE 3: AIR ET SANTÉ ENVIRONNEMENTALE (Un territoire qui protège ses populations contre la pollution de l'air**)**
		• AXES ROUTIERS
		  • ACTION 21 : Réduction des nuisances de l'autoroute A1, l'un des axes routiers très émetteurs de polluants.
		  • ACTION 22 : Accompagnement de la Zone à faibles émissions (ZFE) métropolitaine pour une meilleure qualité de l'air.
		  • ACTION 23 : Développement du fret par voies fluviales sur le canal Saint-Denis et la Seine
		  • ACTION 24 : Une stratégie pour le développement de la logistique urbaine bas carbone à Plaine Commune.
		• URBANISME
		  • ACTION 25 : Un urbanisme qui limite l'exposition des habitant.e.s aux pollutions atmosphériques.
		• MOBILITÉS
		  • ACTION 26 : Un nouveau Plan local des déplacements.
		  • ACTION 27 : 70 % des itinéraires principaux rendus cyclables d'ici à 2024.
		  • ACTION 28 : Déploiement des consignes vélos sécurisées.
		  • ACTION 29 : Un territoire mieux adapté à la marche.
		  • ACTION 30 : Accompagnement de la construction du réseau Grand Paris Express.
		  • ACTION 31 : Renforcement de la performance et de l'attractivité du réseau de bus.
			La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
			
			Création de logements à environ 830 m d'une station de métro.
			
			Création d'une station Vélib

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

		• CHANTIERS, CHAUFFAGE
		  • ACTION 32 : Généralisation des Chantiers propres pour limiter les émissions de poussière.
		  • ACTION 33 : Remplacement des installations de chauffage fortement émettrices par des équipements moins polluants.
		
		AXE 4 : TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE (Un territoire qui valorise ses ressources, favorise la création d'emplois et d'activités économiques)
		• ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION
		  • ACTION 34 : Étude de planification énergétique et définition d'une stratégie de développement des ENR&R sur le territoire.
		  • ACTION 35 : Soutien au développement de la production citoyenne d'énergies renouvelables - Plaine Energie citoyenne.
		  • ACTION 36 : Extension et classement du réseau de chaleur urbain.
		  • ACTION 37 : Augmentation de la production d'énergie renouvelable.
		  • ACTION 38 : Renforcement de l'efficacité du réseau de chaleur par l'optimisation du stockage.
		  • ACTION 39 : Étude et expérimentation : production de froid en réseau, récupération de chaleur.
		• ÉCONOMIE CIRCULAIRE
		  • ACTION 40 : Sensibilisation de 60 000 foyers à la prévention et au tri des déchets.
		  • ACTION 41 : Développement du compostage domestique à Plaine Commune.
		  • ACTION 42 : Réduction du gaspillage alimentaire en milieu scolaire.
		  • ACTION 43 : Développement des ressourceries sur le territoire.
		  • ACTION 44 : Expérimentation à grande échelle d'une démarche d'économie circulaire dans le domaine du BTP.
		  • ACTION 45 : Collecte, recyclage et valorisation des cagettes et des cartons.
		  • ACTION 46 : Définition d'un système optimisé de collecte des déchets alimentaires avec le SYCTOM.
		  • ACTION 47 : Accompagnement des initiatives de valorisation des déchets organiques.
		
		AXE 5 : TRANSITION COLLABORATIVE ET PARTAGÉE (Un territoire qui innove et construit collectivement un nouveau modèle)
		• EXEMPLARITÉ DE LA COLLECTIVITÉ
		  • ACTION 49 : Un programme d'actions annuel « écoresponsable » pour l'administration.
		  • ACTION 50 : Un Plan mobilité pour les 2 400 agents à Plaine Commune et l'expérimentation du télétravail.
		  • ACTION 51 : Vers un parc de véhicules moins polluants à Plaine Commune.
		  • ACTION 52 : Montée en compétence des agents territoriaux.
		  • ACTION 53 : Mesure des progrès pour guider l'action : suivi et évaluation et outils de mesures partagés.
		• COOPÉRATION ET GOUVERNANCE
		  • ACTION 54 : Mobilisation des acteurs du territoire via la Résolution d'engagements communs pour le climat.
		  • ACTION 55 : Soutien actif de l'Agence locale de l'énergie et du climat de Plaine Commune.
		  • ACTION 56 : De nouvelles formes de coopération avec les associations, les habitant.e.s et les usagers pour construire la ville de demain.
		  • ACTION 57 : Développement du réseau des Sentinelles du climat.
		  • ACTION 58 : Animation du réseau des villes pour une action coordonnée et renforcée.
		  • ACTION 59 : Contribution à la mise en œuvre d'un Plan Climat Air Energie Métropolitain.
		  • ACTION 60 : Participation à la « COP93 – transition écologique en Seine-Saint-Denis ».
		• MOBILISATION COLLECTIVE
		  • ACTION 61 : Accompagnement des acteurs économiques dans la transition écologique.
		  • ACTION 62 : Mobilisation des entreprises en faveur du climat.
		  • ACTION 63 : « Rêve de Scènes Urbaines » : Expérimentations pour une ville sobre en carbone.
		  • ACTION 64 : Jeux PARIS 2024 : Suivi de l'ambition environnementale des Jeux Paris 2024, et diffusion des bonnes pratiques dans l'ensemble des projets.	

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
TEPCV Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (2017)	EPT Plaine Commune	Les Territoires à énergie positive pour la croissance verte sont des territoires qui s'engagent dans une démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale. Leur plan d'action s'appuie sur 4 piliers : favoriser l'efficacité énergétique ; réduire des émissions de gaz à effet de serre ; diminuer la consommation d'énergies fossiles ; développer les énergies renouvelables. *La commune de Saint-Denis fait partie du territoire « Plaine Commune » labellisé TEPCV.* Les actions de cette convention TEPCV sont la mise en place d'un Plan Marche et l'électro-mobilité par l'acquisition de véhicules propres.	Non concerné
CTE Contrat de Transition Écologique	-	Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte). Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets. Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements. *La commune de Saint-Denis ne fait pas partie d'un territoire labellisé CTE.*	Non concerné

CRTE
Contrat de Relance et de Transition Écologique
(2021)
	Métropole Grand Paris	En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale.
		Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE.
		La commune de Saint-Denis appartient à la Métropole du Grand Paris qui a signé son protocole de CRTE le 18/03/21. Ce CRTE se base sur 3 axes :
		1-Le développement et le rayonnement économiques :
		• Les centres-villes vivants
		• Le soutien aux entreprises et à la relocalisation
		• Le numérique :
		  • Inclusion au numérique
		  • Transition numérique des communes et services publics numériques
		  • La digitalisation des TPE, PME, commerçants et artisans
		• L'amélioration durable et l'agriculture urbaine
		2-La transition écologique :
		• La reconquête des friches urbaines
		• Les quartiers de gare
		• Le contrat de Projet partenarial d'aménagement (PPA)
		• Les activités fluviales
		• Les mobilités durables :
		  • L'électromobilité
		  • Vélos
		  • Équipements structurants
		• La ZFE métropolitaine
		• La rénovation énergétique des bâtiments :
		  • Immobilier de l'État
		  • Immobilier des collectivités territoriales
		  • Logements des particuliers
		• Les forêts
		3-Les solidarités :
		• La rénovation du parc immobilier et les copropriétés dégradées
		• La santé
			La création de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

PLUi
Plan Local d'Urbanisme intercommunal
(2020 ; en révision)
	EPT Plaine Commune	Les assemblées des conseils municipaux ayant voté à la majorité des deux-tiers contre l'exercice de la compétence Plan Local d'Urbanisme à échelle de l'intercommunalité, il est précisé que ce dernier demeure de compétence communale, en application de l'article 136 de loi n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové dite loi ALUR.
		Saint-Denis appartient à l'EPT Plaine Commune dont le PLUi a été signé le 25 février 2020 en Conseil de Territoire.
		Le PLUi est exécutoire depuis le 31 mars 2020 : il remplace les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) jusqu'ici en vigueur dans les villes. Ce premier PLUi est une opportunité pour donner plus de force et de cohérence au projet de territoire de Plaine Commune, dans une période où le territoire connait de fortes mutations (création de nouvelles lignes de métro, Jeux Olympiques et Paralympiques 2024, création de la Métropole du Grand Paris…).
		Les objectifs et enjeux de ce PLUi sont divisés en 5 grands axes stratégiques définis :
		• 1 UN TERRITOIRE POUR TOUS, SOLIDAIRE ET INCLUSIF
		  • 1.1 Offrir des conditions d'habitat satisfaisantes pour tous.
		  • 1.2 Favoriser l'accès à la formation et à l'emploi, permettre le développement d'un territoire universitaire.
		  • 1.3 Favoriser l'essor d'un territoire de culture et de création, vecteur de lien social et d'innovation.
		  • 1.4 Proposer une offre d'équipements et de services de qualité adaptée aux besoins des présents ; faire des Jeux Olympiques et des nouvelles gares une opportunité au service du projet de territoire.
		• 2 UN TERRITOIRE ÉCOLOGIQUEMENT RESPONSABLE, POUR LE BIEN ÊTRE DE SES HABITANTS
		  • 2.1 Développer les espaces verts, valoriser les atouts paysagers, concrétiser la trame verte et bleue et donner une place à l'agriculture urbaine.
		  • 2.2 Préserver le bien-être des populations.
		  • 2.3 Améliorer la performance énergétique du territoire.
		  • 2.4 Adapter le territoire aux premiers effets du changement climatique.
		  • 2.5 Promouvoir l'économie circulaire.
		• 3 UN TERRITOIRE DE DIVERSITÉ ÉCONOMIQUE, PRODUCTIF ET ACTIF
		  • 3.1 Développer et moderniser les zones d'activités économiques.
		  • 3.2 Préserver les activités économiques en ville, protéger les tissus mixtes.
		  • 3.3 Agir pour une nouvelle économie tertiaire : renforcer la qualité urbaine des quartiers de bureaux, encourager la mixité des pôles économiques.
		  • 3.4 Favoriser la diversification et la montée en gamme de l'offre commerciale.
		  • 3.5 Développer les filières stratégiques, les domaines économiques émergents et les nouvelles formes de travail.
		• 4 UN TERRITOIRE ACCESSIBLE ET PRATICABLE, POUR UNE MOBILITÉ DURABLE
		  • 4.1 Maîtriser la croissance des déplacements en favorisant les mobilités non polluantes et en limitant la place de la voiture.
		  • 4.2 Compléter et améliorer l'offre de transports collectifs.
		  • 4.3 Relier les villes et les quartiers par une trame d'espaces publics intercommunale.
		  • 4.4 Améliorer les conditions de déplacements et l'espace public pour les modes actifs.
		  • 4.5 Faire changer les comportements par une offre de mobilité innovante.
		  • 4.6 Optimiser l'organisation du transport de marchandises et de matériaux.
		• 5 UN TERRITOIRE DYNAMIQUE ET PROTECTEUR, AFFIRMANT LE DROIT À LA CENTRALITÉ ET RESPECTUEUX DES SINGULARITÉS DES VILLES
		  • 5.1 Structurer le territoire autour d'un réseau de centralités bien connectées entre elles et par un maillage de proximité.
		  • 5.2 Mettre en œuvre des modes de développement diversifiés et complémentaires.
		  • 5.3 Réussir les grands projets.
		  • 5.4 Préserver la mosaïque urbaine, mieux maîtriser les mutations dans le diffus.
		
		Par délibération du 14/02/2023, le conseil de Territoire de Plaine Commune a adopté à l'unanimité la prescription visant à réviser son PLUi d'ici à la fin de l'année 2025.
			La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

VERSION

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

PDU Île-de-France
Plan de Déplacements Urbains
(2014 ; en cours de réévaluation)
	Région Île-de-France	Le second PDU Île-de-France a été approuvé en juin 2014 par le Conseil Régional d'Île-de-France. Le PDUIF a pour but de faire évoluer les pratiques de déplacements vers une mobilité plus durable sur la période 2010-2020 dans un contexte de croissance globale des déplacements de 7 %. Afin d'atteindre une diminution de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, le PDUIF ambitionne ainsi dans l'ensemble :
		• une croissance de 20 % des déplacements en transports collectifs ;
		• une croissance de 10 % des déplacements en modes actifs (marche et vélo). Au sein des modes actifs, le potentiel de croissance du vélo est supérieur à celui de la marche ;
		• une diminution de 2 % des déplacements en voiture et deux-roues motorisés.
		
		Pour cela, 9 défis sont mis en place déclinés en 34 actions, telles que par exemple :
		• Défi 1 : Construire une ville plus favorable à l'usage des transports collectifs, de la marche et du vélo
		  • Agir à l'échelle locale pour une ville plus favorable à l'usage des modes alternatifs à la voiture
		• Défi 2 : Rendre les transports collectifs plus attractifs
		  • Un réseau ferroviaire renforcé et plus performant
		  • Un métro modernisé et étendu
		  • Tramway et Tzen : une offre de transports structurante
		  • Un réseau de bus plus attractif et mieux hiérarchisé
		  • Aménager des pôles d'échanges multimodaux de qualité
		  • Améliorer l'information voyageurs dans les transports collectifs
		  • Faciliter l'achat des titres de transport
		  • Faire profiter les usagers occasionnels du Pass sans contact Navigo
		  • Améliorer les conditions de circulation des taxis et faciliter leur usage
		• Défi 3 : Redonner de l'importance à la marche dans la chaine de déplacement
		  • Pacifier la voirie
		  • Résorber les principales coupures urbaines
		  • Aménager la rue pour le piéton
		• Défi 4 : Donner un nouveau souffle à la pratique du vélo
		  • Pacifier la voirie
		  • Résorber les principales coupures urbaines
		  • Rendre la voirie cyclable
		  • Favoriser le stationnement des vélos
		  • Favoriser et promouvoir la pratique du vélo auprès de tous les publics
		• Défi 5 : Agir sur les conditions d'usage des modes individuels motorisés
		  • Optimiser l'exploitation routière pour limiter la congestion
		  • Encourager et développer la pratique du covoiturage
		  • Encourager l'autopartage
		• Défi 6 : Rendre accessible l'ensemble de la chaine de déplacement
		  • Rendre la voirie accessible
		  • Rendre les transports collectifs accessibles
		• Défi 7 : Rationaliser l'organisation des flux de marchandises et favoriser le transport par fret ferroviaire et par voie d'eau
		  • Préserver et développer des sites à vocation logistique
		  • Favoriser l'usage de la voie d'eau
		  • Améliorer l'offre de transport ferroviaire
		  • Contribuer à une meilleure efficacité du transport routier de marchandises et optimiser les conditions de livraison
		  • Améliorer les performances environnementales du transport de marchandises
		• Défi 9 : Faire des franciliens des acteurs responsables de leurs déplacements
		  • Développer les plans de déplacements d'entreprises et d'administration
		  • Développer les plans de déplacements d'établissements scolaires
		  • Donner une information complète, multimodale, accessible à tous et développer le conseil en mobilité
			Création de logements à environ 830 m d'une station de métro.
			
			Création d'une station Vélib

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		Actions environnementales en dehors des défis : • Accompagner le développement de nouveaux véhicules • Réduire les nuisances sonores liées aux transports. Par délibération d'Île-de-France Mobilités (IdFM) n°20220525-071, approuvé le 25 mai 2022, une réévaluation du PDUIF est en cours. Le plan de mobilités en Île-de-France (Mobîdf) est engagé à 2030. Il se base sur l'évaluation de la mise en œuvre du PDUIF. Le projet de plan Mobîdf est présenté au conseil IDFM en octobre 2023. Il sera ensuite soumis, pour avis, aux personnes publiques associés (MGP et MRAe). Après enquête publique et avis du préfet de région et du préfet de police de Paris, il devrait être approuvé, éventuellement modifié, par le conseil régional, à l'horizon du premier trimestre 2025. Ce plan de mobilités en Île-de-France fixera des grandes orientations aux différentes échelles, dont notamment les plans locaux de mobilité (PLM).	
PLD Plan Local de Déplacements (2016) **PLM** Plan Local de Mobilité (en cours d'élaboration)	EPT Plaine Commune	En Ile de France, le plan de déplacements urbains (PDUIF) définit la politique des transports pour l'ensemble de la région. Le PDUIF peut être complété, à l'échelle d'un EPCI (établissement public de coopération intercommunale), d'un EPT (établissement public territorial) ou des syndicats mixtes par un plan local de déplacement (PLD). Le PLD est par conséquent un outil de programmation opérationnel définissant les actions à mettre en œuvre localement pour contribuer à l'atteinte des objectifs régionaux du PDUIF. Ce plan a une durée de cinq ans. *Le PLD de l'EPT Plaine Commune, répondant au PDUIF approuvé en 2014, a été approuvé par délibération du conseil de territoire du 11 octobre 2016.* Le Plan Local de Déplacements 2016-2020 visait à détailler et préciser le contenu du Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France (PDUIF) au niveau local. Le programme d'actions du PLD est structuré en cinq axes stratégiques et 27 actions ayant un objectif de report modal vers des modes autres que motorisés et individuels : • Réduire de 2 % les déplacements en voiture et en deux-roues motorisés en 2020 par rapport à 2010. • Augmenter de 18 % la part des déplacements en transports collectifs. • Multiplier par 3 les trajets à vélo, avec la mise en place d'un Plan Vélo. • Augmenter de 14 % la marche à pied, avec la mise en place d'un Plan Marche. Suite à la mise en révision du PDUIF, les PLD deviennent des PLM (Plan Local de Mobilité). À la date du 13 avril 2023, le projet de plan local de mobilités de Plaine Commune est soumis à évaluation environnementale.	Création de logements à environ 830 m d'une station de métro. Création d'une station Vélib
Émissions des véhicules			
Certificat Crit'Air	Territoire national	La vignette Crit'Air permet d'identifier les véhicules les moins polluants par le biais d'un autocollant sécurisé de couleur apposé sur le véhicule et intitulé certificat qualité de l'air (Crit'Air). Cette vignette est obligatoire depuis le 16 janvier 2017 pour circuler dans Paris. *La commune de Saint-Denis est incluse dans le périmètre de la ZPA du Grand Paris ainsi que dans le périmètre de la ZFE du Grand Paris.*	Non concerné

VERSION PDF

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Environnement & Santé			

PNSE 4
Plan National Santé Environnement (2021)
	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme. Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé.
		Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.
		Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes :
		• **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes**
		  • Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter
		  • Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien
		  • Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement
		  • Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides
		  • Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé
		  • Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse
		  • Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement
		• **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire**
		  • Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires
		  • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement
		  • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols
		  • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement
		  • Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose
		  • Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux
		  • Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides
		  • Action 15 : Réduire l'exposition au bruit
		• **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires**
		  • Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement
		  • Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement
		• **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes**
		  • Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health
		  • Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement
		  • Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses.
			Non concerné

VERSION DE TRAVAIL

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

PRSE 3
Plan Régional Santé Environnement (2017 ; en révision)
	Région Île-de-France	Déclinant au niveau régional le 3e Plan National Santé Environnement, le PRSE3 d'Île-de-France vise à apporter des réponses aux enjeux franciliens de santé environnementale. Le PRSE3 propose 18 actions structurées en 4 axes pour la période 2017-2021, parmi lesquelles :
		• **Axe 1 :** Préparer l'environnement de demain pour une bonne santé :
		  • Action 1.1 : Prendre en compte la santé dans la mise en œuvre des politiques d'aménagement
		  • Action 1.2 : Prévenir les risques émergents liés au changement global
		• **Axe 2 :** Surveiller et gérer les expositions liées aux activités humaines et leurs conséquences sur la santé :
		  • Action 2.3 : Identifier les sources de polluants émergents et mesurer la contamination des milieux
		• **Axe 3 :** Travailler à l'identification et à la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé :
		  • Action 3.1 : Consolider les connaissances sur les zones de multi-exposition environnementale
		  • Action 3.2 : Améliorer le dispositif de surveillance et d'aide à la décision en matière de gestion des nuisances environnementales aéroportuaires
		• **Axe 4 :** Protéger et accompagner les populations vulnérables :
		  • Action 4.1 : Réduire les risques environnementaux chez la femme enceinte et le jeune enfant
		  • Action 4.3 : Accroître la maîtrise des facteurs environnementaux de l'asthme et des allergies
		
		Les réflexions sur l'élaboration du futur PRSE4 de la région Île-de-France ont débuté en juin 2021. Le calendrier de réalisation stipule une adoption prévue pour fin du 4ème trimestre 2023.
			Non concerné

VERSION DE TRAVAIL

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

En Île-de-France, les inventaires (ou cadastres) d'émissions sont réalisés par l'Aasqa Airparif. Le dernier inventaire a été publié en 2022 et porte sur l'année 2019[5].
Il faut retenir que les émissions sont réparties en 11 grands secteurs qui sont les suivants :

- **Transport routier** : émissions liées à la combustion de carburant (échappement), à l'évaporation de carburant (émissions de COVNM dans les réservoirs) et à l'usure des équipements (émissions de particules des freins, pneus, routes). Les « émissions » de particules liées à la resuspension des particules au sol lors du passage des véhicules, considérées comme particules secondaire, ne sont pas prises en compte ;
- **Transport ferroviaire et fluvial** : émissions du trafic ferroviaire (hors remise en suspension des poussières) et du trafic fluvial intégrant les installations portuaires (manutention des produits pulvérulents) ;
- **Résidentiel** : émissions liées au chauffage des habitations et à la production d'eau chaude de ce secteur. Les émissions liées à l'utilisation des engins de jardinage (tondeuse, …) et à l'utilisation domestique de solvants sont également considérées (peinture, produits cosmétiques, nettoyants, bombes aérosols, …) ;
- **Tertiaire** : émissions liées au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude de ce secteur ainsi que l'éclairage public et les équipements de réfrigération et d'air conditionné ;
- **Branche énergie (dont chauffage urbain)** : les installations concernées sont les centrales thermiques de production d'électricité, d'extraction de pétrole, les raffineries, les centrales de production de chauffage urbain et les stations-services ;
- **Industries** : émissions liées à la combustion pour le chauffage des locaux des entreprises, aux procédés industriels mis en œuvre notamment dans les aciéries, l'industrie des métaux et l'industrie chimique, l'utilisation industrielle de solvants (peinture, dégraissage, nettoyage à sec imprimeries, colles, …), l'utilisation d'engins spéciaux et l'exploitation des carrières (particules) ;
- **Traitement des déchets** : les installations d'incinération de déchets ménagers et industriels, les centres de stockage de déchets ménagers et de déchets ultimes et stabilisés de classe 2, les crématoriums ainsi que les stations d'épuration ;
- **Chantiers :** émissions de particules liées aux activités de construction de bâtiments et travaux publics (notamment recouvrement des routes avec de l'asphalte). Ce secteur intègre également l'utilisation d'engins et l'application de peinture ;
- **Plates-formes aéroportuaires :** Les émissions prises en compte sont celles des aéronefs sur les aéroports de Paris **Charles-de-Gaulle**, Paris **Orly** et Paris-**Le Bourget**, sur les aérodromes (hors aviation militaire), ainsi que sur l'héliport d'Issy-les-Moulineaux, et celles des activités au sol pour les trois plus grandes plateformes. Les émissions des avions (combustion des moteurs) sont calculées suivant le cycle LTO (Landing Take Off). Les émissions liées à l'abrasion des freins, des pneus et de la piste sont également intégrées. Les activités au sol prises en compte sont : les APU (Auxiliary Power Unit), les GPU (Ground Power Unit) et les engins de piste ;
- **Agriculture :** émissions des terres cultivées liées à l'application d'engrais et aux activités de labour et de moisson, des engins agricoles et des activités d'élevage et des installations de chauffage de certains bâtiments (serres, …) ;
- **Émissions naturelles :** les émissions de COVNM de ce secteur sont celles des végétaux et des sols en zones naturelles (hors zones cultivées). Les émissions de monoxyde d'azote sont celles des sols. L'absorption biogénique de CO_2 (puits de carbone) n'est pas intégrée.

L'histogramme suivant illustre le bilan 2019 des émissions de polluants pour l'Établissement Public Territorial Plaine Commune dont fait partie Saint-Denis.

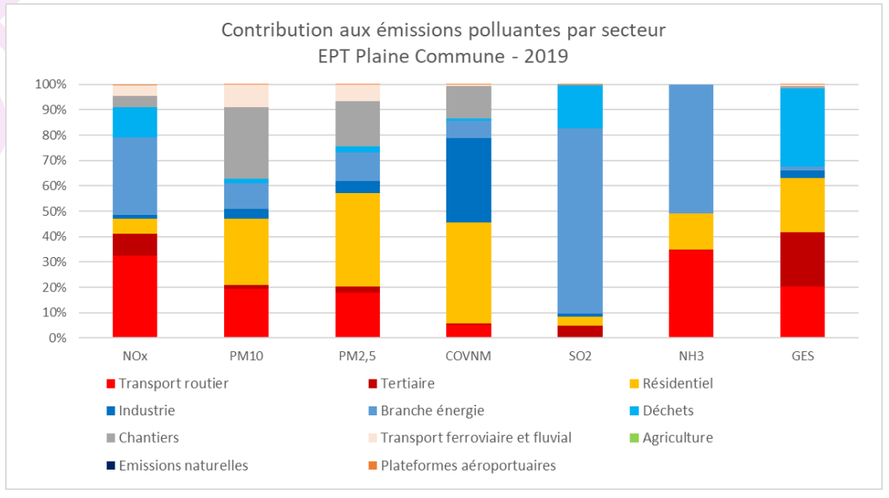


Figure 6: Bilan des émissions annuelles pour l'établissement public territorial « Plaine Commune» (estimations faites en 2022 pour l'année 2019) (source : Données Airparif**)**

[5] https://www.airparif.asso.fr/surveiller-la-pollution/les-emissions

En 2019, la répartition des émissions de polluants du territoire de Plaine Commune est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport routier est le premier contributeur (32,4 %) suivi par la branche énergie (30,6 %) et les déchets (11,8 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le résidentiel est l'émetteur principal (39,8 %) suivi par l'industrie (33,1 %), les chantiers (12,7 %) et le transport routier (5,2 %).
- **Particules PM10** : le principal émetteur est le secteur des chantiers (28,2 %) suivi par le résidentiel (26,1 %), le transport routier (19,4 %), la branche énergie (10,0 %) et les transports ferroviaire/fluvial (8,9 %).
- **Particules PM2,5** : le résidentiel est le principal contributeur (36,8 %) suivi par le transport routier (18,1 %), les chantiers (17,7 %) et la branche énergie (11,2 %).
- **Dioxyde de soufre (SO_2)** : l'industrie est le contributeur prépondérant (72,8 %) suivi par les déchets (17,1 %).
- **Ammoniac (NH_3)** : la branche énergie est l'émetteur majoritaire (51,0 %) suivi par le transport routier (34,6 %) et le résidentiel (14,2 %).
- **Gaz à Effet de Serre (GES)** : les déchets sont les principaux émetteurs (31,0 %) suivis par le tertiaire (21,4 %), le résidentiel (21,3 %) et le transport routier (20,4 %).

Le tableau ci-après reporte les émissions en polluants atmosphériques de l'EPT Plaine Commune entre 2005 et 2019, et leurs évolutions.

Tableau 5 : Émissions annuelles de l'EPT Plaine Commune en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2019 (source : Données Airparif**)**

	NOx t/an	PM10 t/an	PM2,5 t/an	COVNM t/an	SO_2 t/an	NH_3 t/an	GES kt/an
Émissions en 2005	5 338	376	291	2 636	1 196	52	1 655
Émissions en 2010	3 138	298	230	1 922	1 038	45	1 495
Émissions en 2015	2 444	296	203	1 602	604	37	1 353
Émissions en 2019	2 039	266	175	1 550	344	70	1 286
Variation entre 2005 et 2019	**-62 %**	**-29 %**	**-40 %**	**-41 %**	**-71 %**	**+35 %**	**-22 %**

Il est possible d'observer que pour l'EPT Plaine Commune, les émissions ont fortement diminué entre 2005 et 2019 pour chaque polluant donné, et pour les GES.

Sur le territoire de l'EPT Plaine Commune dont fait partie Saint-Denis, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, NH_3, PM10, PM2,5, COVNM, GES), le **résidentiel** (COVNM, PM2,5, PM10, GES, NH_3, NOx), le **tertiaire** (GES, NOx, SO_2), la **branche énergie** (SO_2, NH_3, NOx, PM2,5, PM10), les **déchets** (GES, SO_2, NOx), **l'industrie** (COVNM) et les **chantiers** (PM10, PM2,5, COVNM).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORTS

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air du projet. Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial) peuvent impliquer des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser.
La planche suivante repère les réseaux de transport aux alentours du projet.

Figure 7 : Réseaux de transport aux environs du projet

Sur la zone d'étude, concernant les émissions de polluants liées aux transports, le transport routier contribue de manière prépondérante. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière négligeable comparativement au transport routier.

Transport aérien

Les aéroports sont émetteurs de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO_2] principalement, et dans une moindre mesure : méthane [CH_4] et protoxyde d'azote [N_2O]), d'hydrofluorocarbures [HFC] ; d'oxydes d'azote [NOx] ; de COV (Composés Organiques Volatils) et particules.
En outre, selon les données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), le secteur du transport aérien est une source non négligeable de dioxyde de soufre [SO_2] et de plomb [Pb].

Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude. L'aéroport le plus proche est « Paris-Le Bourget » à environ 6,5 km au nord-est du projet.

Transport fluvial

Le transport fluvial est émetteur de NOx, particules, COVNM, SO_2.
Il n'existe aucune voie navigable sur la zone d'étude. La voie fluviale la plus proche est la Seine, située à environ 2 km à l'ouest du projet.

Transport ferroviaire

Le transport par voies ferrées est émetteur principalement de particules (PM10 et PM2,5) et de métaux (dont les principaux sont le fer, le cuivre et le zinc), notamment dus aux frottements des caténaires, des rails, et aux freinages lorsqu'il s'agit de voies électrifiées. Concernant les trains fonctionnant au diesel (très minoritaires sur le réseau ferré en France métropolitaine), des polluants liés à la combustion sont également émis.

Le projet est à proximité immédiate de voies ferrées, desservant les gares de « La Plaine Stade de France » (RER B), « Stade de France Saint-Denis » (RER D) et « Les Grésillons » (transport de fret sur la ligne 963).

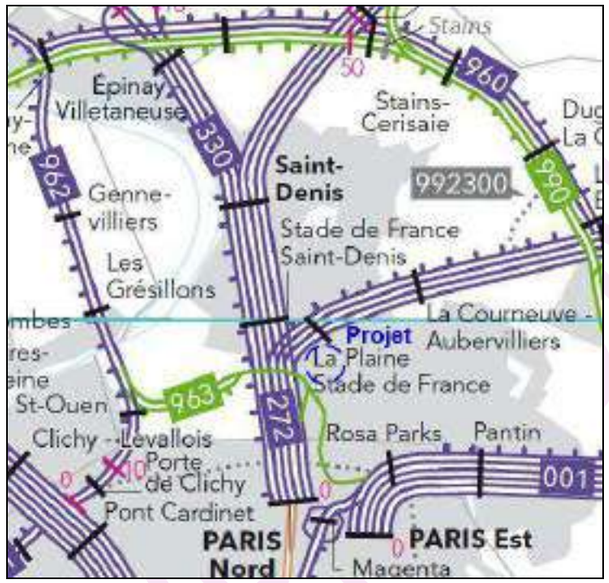


Figure 8 : Voies ferrées autour du projet (source : Atlas du réseau ferré français 2020**)**

L'influence du transport ferroviaire (en termes de facteur d'émission de particules et nombre de passages par jour) peut être considérée comme négligeable en comparaison au transport routier (cf. figure suivante).

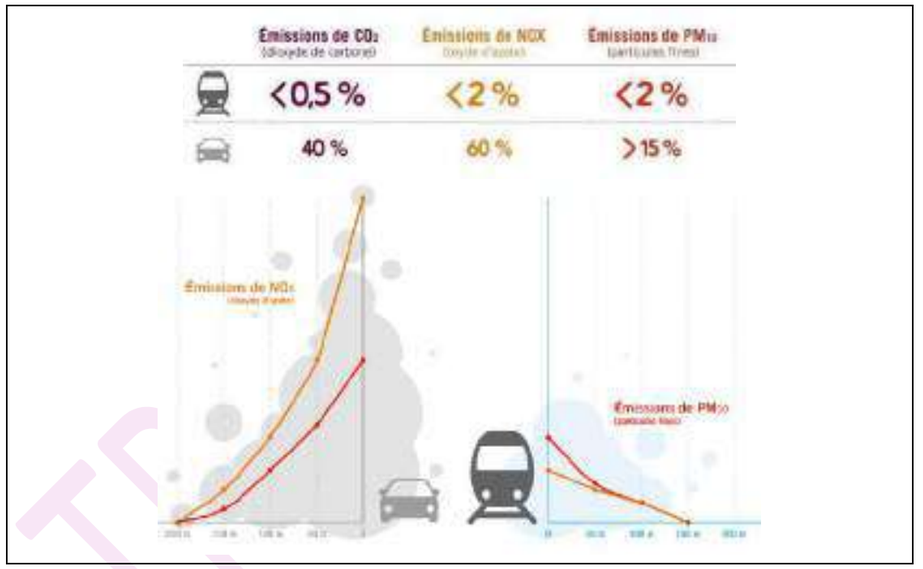


Figure 9 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015**]**

Transport routier

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage : usure des équipements et de la route, etc.
Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote ; de particules PM10, PM2,5 et diesel ; de Gaz à Effet de Serre ; de composés organiques volatils ; de métaux, …

La figure en page suivante précise les axes routiers avec leur trafic respectif (TMJA), distingués autour du projet.
La zone d'étude comporte plusieurs axes routiers présentant de forts trafics :

- Autoroute A86 : 183 813 véh/jour en 2019 ;
- Autoroute A1 : 132 186 véh/jour en 2019 ;
- Boulevard Périphérique : 258 000 véh/jour en 2010 à la Porte de la Chapelle[6] ;
- RD931 : 20 853 véh/jour en 2013 ;
- RD20 : 10 230 véh/jour dont 9 % de PL en 2017 ;
- RD14 : 22 429 véh/jour en 2013.

[6]https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/Amenagement/voiriesfutur/Focus__BP_janvier2019_poursiteweb.pdf

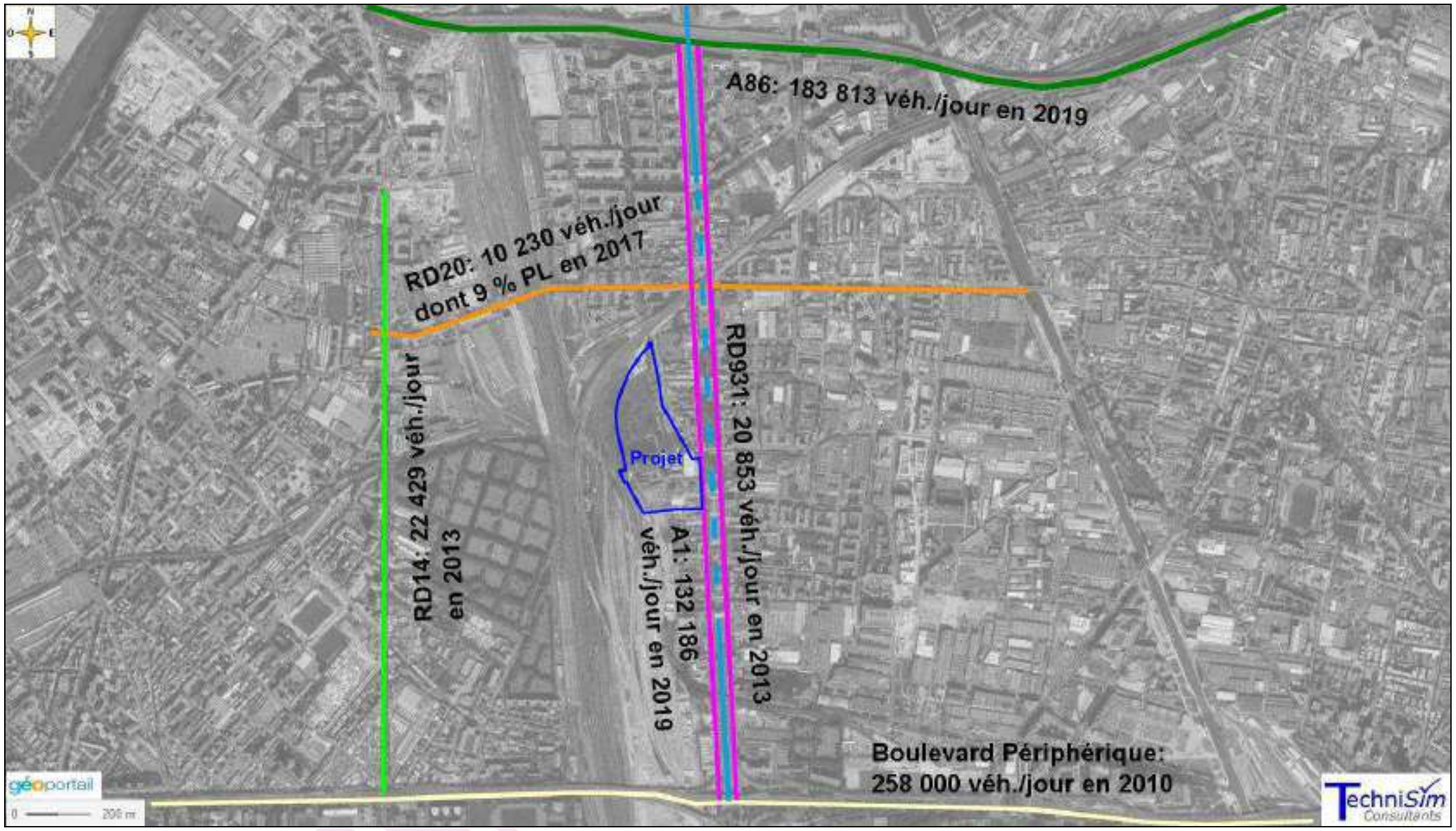


Figure 10 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (sources : Département 93 / TMJA 2018/2019 data.gouv /Institut Paris Région Focus__BP_janvier2019_poursiteweb.pdf**)**

VERSION

8.3. SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs : le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire.
Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants[7].
D'autres sources mineures existent pour le secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres, la consommation de tabac, l'utilisation de feux d'artifice et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

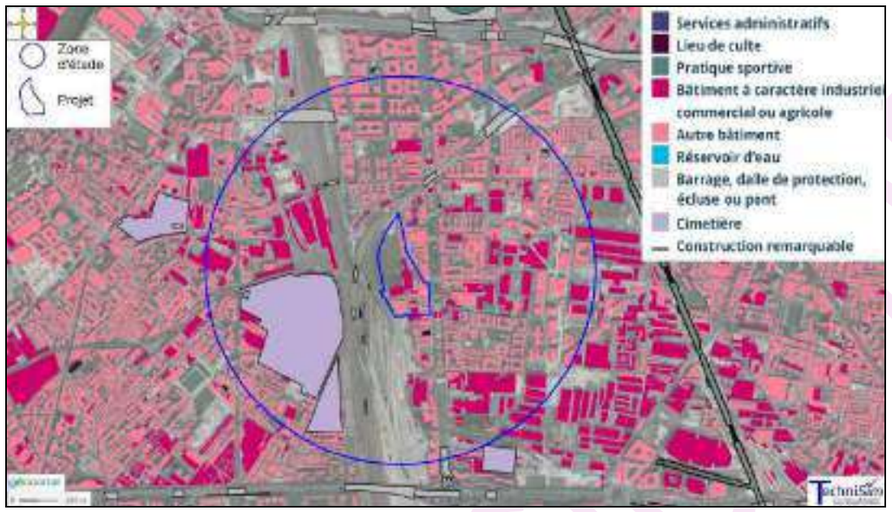


Figure 11 : Environnement urbain du projet par typologie de bâtiments

En l'état actuel, l'emprise projet comporte des bâtiments à caractère commercial et d'autres bâtiments.
La zone d'étude, comporte en majorité des bâtiments d'habitation ou de services ainsi que des bâtiments à caractère industriel/commercial, des ponts/dalles de protection, des constructions remarquables et un cimetière.

[7] Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

D'après les données Energif/Rose, au sein de la commune de Saint-Denis, les secteurs résidentiel et tertiaire ont consommé 1 207 370 MWh d'énergie à climat réel en 2019, répartis comme suit :

- 21,9 % gaz naturel (soit 264 600 MWh) ;
- 58,1 % électricité (soit 700 880 MWh) ;
- 15,1 % chauffage urbain (soit 182 750 MWh) ;
- 4,0 % charbon et produits pétroliers (soit 47 960 MWh) ;
- 0,9 % bois (soit 11 180 MWh).

Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).

8.4. SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole est émetteur de GES, NH_3, NOx, PM10, PM2,5, COVNM, SO_2.

Selon le Registre Parcellaire Graphique 2022 (Géoportail), aucune parcelle agricole n'est présente sur la zone d'étude. Ainsi, le secteur agricole ne contribue pas aux émissions sur la zone d'étude.

8.5. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), un établissement déclarant des rejets de polluants dans l'atmosphère est situé dans la zone d'étude. Il s'agit de la société Technic France. Ses émissions sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Émissions atmosphériques déclarées par Technic France

Technic France			
15 rue de la Montjoie - 93200 Saint-Denis (Environ 450 m au sud-est du projet)		Fabrication de produits chimiques	
Polluants	**Unité**	**2006**	**2009**
Trichloréthylène	kg/an	3 640	2 050

VERSION DE TRAVAIL

Aucun rejet n'est déclaré depuis 2009 par cette industrie. Le secteur industriel ne contribue pas actuellement aux émissions de polluants sur la zone d'étude.

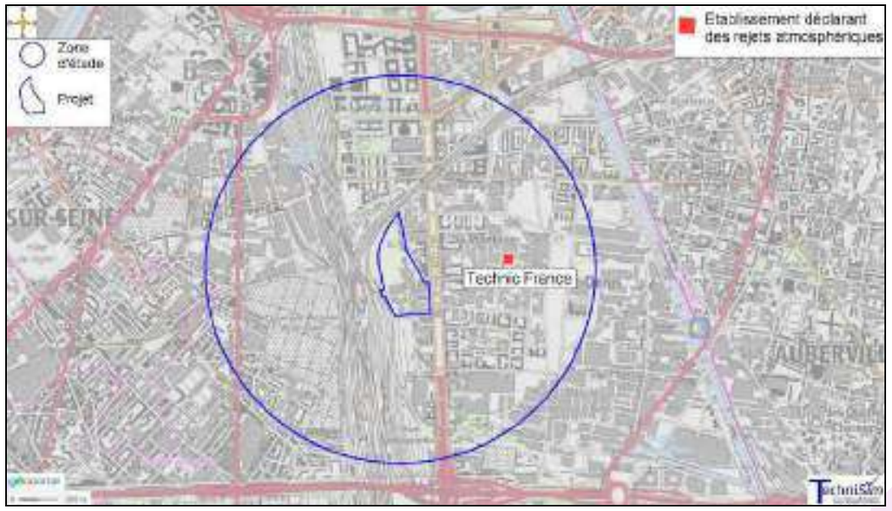


Figure 12 : Localisation de l'établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques au sein de la zone d'étude

-Aucun aéroport/aérodrome n'est présent au sein de la zone d'étude.
-Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude et à proximité du projet, en fonction des types d'énergie utilisés, notamment si utilisation du bois ou de produits pétroliers/charbon comme combustibles.
-Aucune zone agricole n'est présente sur la zone d'étude selon le Registre Parcellaire Graphique 2022.
-Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes, un établissement déclarant des rejets de polluants dans l'atmosphère est implanté dans la zone d'étude. Cependant, la dernière année présentant des rejets déclarés est 2009.

À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière moindre comparativement aux sources précitées.

Aucun rejet n'est déclaré depuis 2009 par cette industrie. Le secteur industriel ne contribue pas actuellement aux émissions de polluants sur la zone d'étude.

8.6. SYNTHÈSE

Sur le territoire de l'EPT Plaine Commune dont fait partie Saint-Denis, en 2019, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, NH_3, PM10, PM2,5, COVNM, GES), le **résidentiel** (COVNM, PM2,5, PM10, GES, NH_3, NOx), le **tertiaire** (GES, NOx, SO_2), la **branche énergie** (SO_2, NH_3, NOx, PM2,5, PM10), les **déchets** (GES, SO_2, NOx), **l'industrie** (COVNM) et les **chantiers** (PM10, PM2,5, COVNM).

-Les principales voies routières de la zone d'étude sont l'Autoroute A86 (183 813 véh/jour en 2019, l'Autoroute A1 (132 186 véh/jour en 2019), le Boulevard Périphérique (258 000 véh/jour en 2010 à Porte de la Chapelle), la RD931 (20 853 véh/jour en 2013), la RD20 (10 230 véh/jour dont 9 % de PL en 2017), et la RD14 (22 429 véh/jour en 2013).
-Le projet est à proximité immédiate de voies ferrées, desservant les gares de « La Plaine Stade de France » (RER B), « Stade de France Saint-Denis » (RER D) et « Les Grésillons » (transport de fret sur la ligne 963).
-Aucune zone fluviale n'est située dans la zone d'étude.

9. QUALITÉ DE L'AIR

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie, dite loi 'LAURE', reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l'État assure-t-il - avec le concours des collectivités territoriales - la surveillance de la qualité de l'air au moyen d'un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés.
Il s'agit des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces associations sont régies par la « Loi 1901 ».
La surveillance de la qualité de l'air (objectifs de qualité, seuils d'alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du Décret n°98360 du 16 mai 1998.
Un autre décret datant lui aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l'agrément des organismes de la qualité de l'air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l'information du public sur la qualité de l'air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l'air ont une compétence régionale, mais déployable à l'échelle locale.
Les AASQA mesurent également les incidences négatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes, à la suite de l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Concernant la région Île-de-France, l'organisme en charge de cette mission est l'association Airparif.

9.1. ABAISSEMENT DES SEUILS OMS DE REFERENCE EN 2021

La pollution atmosphérique constitue l'une des principales menaces environnementales pour la santé. Améliorer la qualité de l'air, en réduisant notamment les émissions, permet d'atténuer les changements climatiques et préserve la santé des populations.
Au cours du mois de septembre 2021, les lignes directrices de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ont été abaissées afin de réduire l'incidence de la pollution atmosphérique sur la santé[8].

Les lignes directrices mondiales sur la qualité de l'air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d'orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l'air sont une déclinaison des directives européennes. Elles sont en cours de révision (cf. §9.2). Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l'OMS. Ces préconisations rappellent l'importance d'une meilleure qualité de l'air pour la santé sans oublier que les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurent parmi les principales menaces environnementales.

Figure 13 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2, l'O_3, le SO_2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021

La figure suivante présente les recommandations de l'OMS n'ayant pas été réévaluées et demeurant donc valables.

[8] https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l'air restant valides
NO_2, µg/m³	1 heure	200
SO_2, µg/m³	10 minutes	500
CO, mg/m³	8 heures	10
	1 heure	35
	15 minutes	100

Figure 14 : Recommandations de l'OMS pour le NO_2, le SO_2 et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides

9.2. PROCEDURE DE REVISION DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE SUR L'AIR AMBIANT ET UN AIR PUR POUR L'EUROPE

Le 26 octobre 2022, la Commission européenne a publié sa proposition de texte pour la révision de la directive sur la qualité de l'air ambiant[9]. La proposition de révision fixait à l'horizon 2030 des normes pour l'Union européenne et des objectifs en matière de qualité de l'air plus strictes. La Commission n'a pas aligné sa proposition sur les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé pour 2030 mais a pour objectif d'atteindre une pollution zéro de l'air d'ici à 2050 au plus tard. La proposition faite par la Commission modifie les obligations de surveillances, les seuils d'informations, d'alerte mais également les valeurs limites et valeurs cibles des polluants règlementés.

Le 13 septembre 2023, une version amendée de la proposition a été adoptée par le Parlement[10] fixant des objectifs à atteindre pour 2035 relativement proches des recommandations de l'OMS. Des objectifs intermédiaires sont néanmoins fixés pour l'horizon 2030.

Cette révision n'est pas encore en vigueur mais indique les tendances de la réglementation à venir dans les prochaines années. Les tableaux suivant font état des seuils réglementaires qui pourraient être applicables en 2035 et des objectifs intermédiaires à atteindre en 2030 si la proposition de révision n'évolue pas à nouveau d'ici cette échéance.

Note : A priori, cette révision amendée concernerait les particules fines (PM2,5 et PM10), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2), le benzène, le plomb et le monoxyde de carbone (CO). L'arsenic, le cadmium, le nickel et le benzo(a)pyrène ne seraient pas concernés.

Tableau 7 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition amendée de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2035

	Valeurs limites actuelles				Proposition de valeurs limites devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2035			
	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (1)	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (1)
PM2.5	25 µg/m³	-	-	-	5 µg/m³	15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
PM10	40 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	-	-	15 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
NO_2	depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³	-	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	-	10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'1 heure par an	
SO_2	-	125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	-	20 µg/m³	40 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'1 heure par an	
Benzène	5 µg/m³	-	-	-	0,17 µg/m³	-	-	-
CO	-	-	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m³
Plomb	0,5 µg/m³	-	-	-	0,15 µg/m³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-
Nickel	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-

(1) Le maximum journalier de la concentration moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève; autrement dit, la première période de calcul pour un jour donné sera la période comprise entre 17h00 la veille et 1h00 le jour même, et la dernière sera la période comprise entre 16h00 et 24h00 le même jour.

[9] https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2ae4a0cc-55f8-11ed-92ed-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_2&format=PDF
[10] https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0318_EN.html

Concernant l'ozone, la valeur cible pour la protection de la santé humaine serait fixée pour 2035 à 110 µg/m³ en maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 18 jours par année calendaire, en moyenne sur 3 ans.

Tableau 8 : Valeurs limites réglementaires actuelles et objectifs intermédiaires à atteindre au plus tard le 1er janvier 2030 selon l'amendement de la proposition de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine

	Valeurs limites actuelles				Objectifs intermédiaires à atteindre au plus trad le 1er janvier 2030			
	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (1)	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (1)
PM2.5	25 µg/m³	-	-	-	10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
PM10	40 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	-	-	20 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
NO_2	depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³	-	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'1 heure par an	
SO_2	-	125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'1 heure par an	
Benzène	5 µg/m³	-	-	-	3,4 µg/m³	-	-	-
CO	-	-	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m³
Plomb	0,5 µg/m³	-	-	-	0,5 µg/m³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-
Nickel	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-

(1) Le maximum journalier de la concentration moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève; autrement dit, la première période de calcul pour un jour donné sera la période comprise entre 17h00 la veille et 1h00 le jour même, et la dernière sera la période comprise entre 16h00 et 24h00 le même jour.

9.3. Bilan de la qualité de l'air en Île-de-France en 2022

Le dernier bilan annuel publié par Airparif est celui concernant 2022.
Depuis les années 1990, la qualité de l'air en Île-de-France va en s'améliorant.

À l'exception de l'ozone, par rapport à l'année 2021, les niveaux de pollution enregistrés en 2022 ont légèrement baissé sur l'ensemble de la région. Ce constat est essentiellement lié à la baisse tendancielle des émissions du secteur résidentiel et du trafic routier, et, à des conditions météorologiques dispersives avec des températures globalement clémentes en période hivernale qui ont limité les émissions du chauffage résidentiel.
Malgré cette amélioration de la qualité de l'air, les concentrations en particules fines, en NO_2 et en ozone de basse altitude dépassent largement les seuils recommandés par l'OMS en matière de qualité de l'air sur l'ensemble de la région. D'autant plus que ces recommandations (plus basses que les valeurs limites réglementaires françaises et européennes) avaient été abaissées en 2021 compte-tenu de l'évolution des connaissances mettant en évidence les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique.
Dans ce contexte, une révision de la Directive européenne sur l'air ambiant est en cours. En effet, un abaissement des seuils des valeurs limites réglementaires en matière de pollution d'air a été proposé en octobre 2022, pour ainsi les rapprocher, sans les aligner complètement aux recommandations de l'OMS. Ainsi en 2030, les valeurs limites pourraient passer de :

- Pour les PM2.5 de 25 µg/m³ à 10 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- Pour le dioxyde d'azote et les PM10 : de 40 µg/m³ à 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

En 2022, une large part des habitants d'Île-de-France respirent un air dont les concentrations en dioxyde d'azote et particules fines ne respectent pas ce projet de nouvelles valeurs limites réglementaires, soit près de 8 millions.

Le nombre d'épisodes de pollution est en baisse par rapport aux années précédentes sur la région Île-de-France. Seuls dix dépassements du seuil d'information pour les PM10 et l'O_3 ont été enregistrés (5 chacun), soit le nombre de jours d'épisodes le plus bas de ces dix dernières années ce qui s'explique à la fois par un hiver assez doux, qui a limité les épisodes de pollution particulaire hivernaux, et, malgré le fort ensoleillement, des conditions estivales atypiques, ayant limité les épisodes de pollution à l'ozone.
Note : La procédure ne prend pas en compte les particules PM2,5 et les seuils mis en avant dans les avis du Conseil National de l'air et de l'Anses.

VERSION DE TRAVAIL

Pour mémoire, concernant le NO_2 et les PM10, il existe un contentieux entre la France et la Commission Européenne pour non-respect des valeurs limites et insuffisance des actions mises en place.

Dioxyde d'azote (NO_2)

Malgré une amélioration conséquente cette dernière décennie (-35 % loin du trafic ; -40 % le long du trafic), la situation est toujours préoccupante en 2022, avec un fort contraste selon les endroits en Île-de-France.
Néanmoins, les niveaux sont légèrement plus faibles qu'en 2021, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Cette diminution est principalement due à la baisse tendancielle des émissions, notamment celles du trafic, avec le renouvellement du parc routier.
En 2022, dans la continuité de l'année 2021, le nombre d'axes parisiens et régionaux qui enregistrent des concentrations moyennes annuelles supérieures aux seuils réglementaires (autoroutes, routes nationales et importantes voies départementales) est en diminution, entraînant une baisse notable du nombre de Franciliens potentiellement exposés à ces dépassements.

En 2022, environ 40 000 franciliens (tous situés dans la Métropole du Grand Paris) sont potentiellement exposés au dépassement de la valeur limite annuelle en NO_2 (40 µg/m³) contre 60 000 en 2021. Cependant, c'est aussi dans la zone agglomérée que les améliorations sont les plus importantes. Pour ce qui est de la valeur limite horaire (concentration supérieure à 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois dans l'année), elle est respectée en tout point d'Île-de-France en 2022.
En revanche, la quasi-totalité des Franciliens est exposée à un air qui ne respecte pas les recommandations de l'OMS annuelle (10 µg/m³) et journalière (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an). Seuls l'est de la Seine-et-Marne (77) et le sud de l'Essonne (91) respectent ces recommandations.

Au regard des seuils pour le NO_2 proposés dans le cadre du projet de révision de la directive européenne sur l'air ambiant, 7 millions de franciliens respirent un air dont les concentrations ne respectent actuellement pas le projet de valeur limite pour 2030.

Particules PM10 et PM2.5

En 2022, les niveaux moyens annuels en particules PM10 et PM2.5 sont globalement similaires à ceux de 2021 en situation de fond et en situation de proximité au trafic.
La baisse des niveaux moyens observée ces dix dernières années semble s'essouffler. De nombreuses raisons peuvent l'expliquer, notamment les émissions liées à l'abrasion des pneus, freins et routes qui ne diminuent pas ainsi que le développement de l'usage de biomasse pour le chauffage. Une vigilance particulière d'Airparif sera maintenue sur l'évolution des niveaux et leurs facteurs explicatifs.
Les études sanitaires se basant sur les concentrations massiques indiquent clairement qu'il n'y a pas de seuil en dessous duquel les particules ne sont pas nocives. Toute baisse de concentration représente donc un enjeu important en termes de santé publique.

PM10

Grâce à la baisse tendancielle conséquente de cette dernière décennie (-25 % loin du trafic ; -40 % le long du trafic), les valeurs limites annuelle (40 µg/m³) et journalière (35 jours maximum supérieurs à 50 µg/m³) pour les PM10 sont respectées, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Vis-à-vis de la valeur limite journalière, le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³ est plus faible sur l'année qu'en 2021, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic.

En 2022, aucun francilien n'est concerné par un dépassement des valeurs limites annuelle et journalière. En revanche, 60 % des Franciliens restent exposés à un dépassement de la recommandation journalière de l'OMS (3 jours maximum supérieurs à 45 µg/m³) et 90 % vis-à-vis de la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³).

Au regard des seuils du projet de la nouvelle directive européenne, près de 3 millions de franciliens respirent un air dont les concentrations ne respectent actuellement pas le projet de valeur limites proposé pour 2030.

PM2,5

D'un point de vue réglementaire, comme pour les PM10 et comme lors des dernières années, les niveaux de fond moyens en PM2.5 enregistrés au sein de l'agglomération parisienne restent globalement homogènes.
Comme depuis plusieurs années maintenant, la valeur limite annuelle en PM2.5 (25 µg/m³) est respectée en Île-De-France en 2022, tout comme la valeur cible (20 µg/m³). Sur la dernière décennie la diminution des niveaux a été de -35 % loin du trafic et de -40 % le long du trafic.
En revanche, les recommandations annuelle (5 µg/m³) et journalière (3 jours maximum supérieurs à 15 µg/m³) de l'OMS sont dépassées sur la totalité de la région en 2022.

VERSION DRAFT

En 2022, aucun francilien n'est concerné par un dépassement de la valeur limite annuelle tandis que la totalité est concernée par un dépassement des recommandations de l'OMS (journalière et annuelle).

Au regard des seuils du projet de nouvelle directive, près de 8 millions de franciliens respirent un air dont les concentrations en PM2.5 ne respectent actuellement pas le projet de valeurs limites proposé en 2030.

Ozone (O_3)

L'ozone est un polluant secondaire dont les teneurs sont très influencées par les conditions météorologiques, notamment printanières et estivales. En effet, un fort ensoleillement et des températures élevées sont propices à la formation de l'ozone par réactions chimiques, à partir des oxydes d'azote (émis essentiellement par le trafic routier) et les composés organiques volatils.
En 2022, le nombre de jours de dépassement des seuils réglementaires aux stations est supérieur à celui de 2021 du fait d'un été chaud et ensoleillé marqué par plusieurs vagues de chaleur. La valeur cible relative à la protection de la santé sur la période 2020-2022 (120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans) est respectée, mais l'objectif de qualité (120 µg/m³ en moyenne sur 8h) ainsi que les recommandations de l'OMS (100 µg/m³ sur une période de 8h) sont dépassés en Île-de-France, comme les années précédentes. L'ozone est le seul polluant réglementé qui augmente en concentration moyenne annuelle (+30 % sur les 10 dernières années, loin du trafic). Toutefois, les valeurs extrêmes enregistrées lors des épisodes à conditions équivalentes sont plus faibles qu'il y a 20 ans, du fait vraisemblablement de réglementations mises en place pour réduire les émissions de ses précurseurs.
Bien que non pertinent pour le suivi des effets sur la santé, cet indicateur est suivi en termes d'impacts sur le changement climatique, l'ozone étant également un gaz à effet de serre.

100 % des Franciliens sont concernés par le dépassement de la valeur recommandée par l'OMS (fixée à 100 µg/m³ sur 8 heures), comme tous les ans.

Dioxyde de soufre (SO_2)

Comme c'est le cas depuis plusieurs années, les concentrations moyennes annuelles de SO_2 en 2022 sont une nouvelle fois très faibles (1 µg/m³) et donc largement inférieures à l'objectif de qualité (fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle civile).

Benzène (C_6H_6)

La baisse tendancielle de ces dernières années se poursuit et les concentrations mesurées sont les plus basses de l'historique. La valeur limite annuelle (5 µg/m³) est respectée en tout point de l'Île-de-France depuis 2006. Respecté en situation de fond, l'objectif de qualité (2 µg/m³) peut toutefois rester très ponctuellement dépassé le long de certaines voies de circulation parisiennes mais aucun Francilien n'y est exposé.

Autres Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM)

En complément du benzène, quatre HAM sont mesurés en routine par Airparif : le toluène, l'éthylbenzène, les m+p-xylènes et o-xylène. Au même titre que pour le benzène, ces quatre composés sont principalement émis par le trafic routier. Ces composés ne font pas l'objet de normes contraignantes pour la qualité de l'air ambiant. L'OMS recommande néanmoins de ne pas dépasser :

- 4 800 µg/m³ d'air en moyenne journalière pour les xylènes ;
- 260 µg/m³ d'air en moyenne hebdomadaire pour le toluène ;
- 22 000 µg/m³ d'air en moyenne annuelle pour l'éthylbenzène.

Ces recommandations sont toutes largement respectée en 2022.

Monoxyde de carbone (CO)

En 2022, la mesure de CO est non représentative du fait d'un trop grand manque de données. Cependant, au vu des mesures valides sur l'année et des résultats des années précédentes, la valeur limite pour la protection de la santé (fixée à 10 mg/m³ sur une période de 8 heures) serait largement respectée.

Métaux : plomb (Pb), arsenic (As), cadmium (Cd) et nickel (Ni)

Deux sites de mesures fixes sont implantés au voisinage de sites industriels émetteurs de métaux réglementés, à Limay (78) et à Bagneaux-sur-Loing (77). Afin de disposer d'une référence de fond dans le cœur de l'agglomération, un point de mesure des métaux est par ailleurs implanté à Paris. Ce site permet de disposer d'un point de comparaison éloigné de toute source spécifique.
Les niveaux mesurés pour ces métaux sont tous largement inférieurs aux valeurs cibles.

VERSION DE TRAVAIL

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

La valeur cible européenne fixée à 1 ng/m^3 (moyenne annuelle) est largement respectée sur l'ensemble des stations de mesure d'Airparif.

Retour sur l'impact sur la qualité de l'air en 2020 des confinements et des restrictions de déplacements en lien avec la lutte contre l'épidémie de Covid-19

L'année 2020 avait été très particulière, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont entrainé une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps.

Dans plusieurs communiqués de presse[11] , Airparif évalue que :

- du 17 mars 2020 à fin avril 2020, la mise en place du confinement à induit une amélioration conséquente de la qualité de l'air liée à une baisse des émissions de NOx et PM10 de 70 %, soit :
  - -20 % à -35 % de dioxyde s'azote dans l'air selon les semaines et jusqu'à -50 % le long du trafic (polluant local principalement émis par le transport routier)
  - L'impact est moindre pour les particules (PM10 et PM2,5) avec une diminution de 7 %. Cela s'explique par une influence forte de condition météorologiques défavorables et par des sources d'émissions plus nombreuses et pas uniquement locales.
- Les premiers jours du second confinement s'accompagnent d'une diminution de 20 % des émissions d'oxydes d'azote et de particules fines PM10 liées au trafic routier, induisant seulement une faible baisse des concentrations relevées à proximité des axes routiers.

9.4. ZONES COUVERTES PAR UN PPA

En Île-de-France, il n'existe qu'un seul PPA. Celui-ci concerne l'ensemble de la région.
Il s'agit du PPA Île-de-France.

La zone d'étude est couverte par un **P**lan de **P**rotection de l'**A**tmosphère.

[11] http://votreair.airparif.fr/_pdf/publications/communique_presse_evaluation-impact-confinement-sur-air_15052020.pdf
http://votreair.airparif.fr/_pdf/publications/communique_presse_impact%20reconfinement_10112020.pdf

9.5. ZONES SENSIBLES POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Le Schéma Régional Climat, Air et Énergie instauré par la Loi Grenelle II impose de cartographier des zones dites « sensibles » en termes de qualité de l'air. Ces zones se définissent par une forte densité de population (ou la présence de zones naturelles protégées) et par des dépassements des valeurs limites (VL) pour certains polluants (notamment PM10 et NO_2). Sur ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air sont qualifiées de prioritaires.

La zone sensible de l'Île-de-France correspond à la zone administrative de surveillance (ZAS) déclarée au niveau européen comprenant l'agglomération parisienne et l'agglomération de Meaux (cf. graphique ci-après).
Cette zone permet de représenter la totalité des habitants potentiellement impactés par un dépassement des valeurs limites en NO_2 et 99,9 % de la population potentiellement impactée par un risque de dépassement des valeurs limites en PM10.
Cette Zone Sensible pour la Qualité de l'Air (ZSQA) concerne plus de 10 millions d'habitants, soit presque 90 % de la population régionale et représente 24 % de la surface de l'Île de France et se distingue en tant que tissu urbain continu.

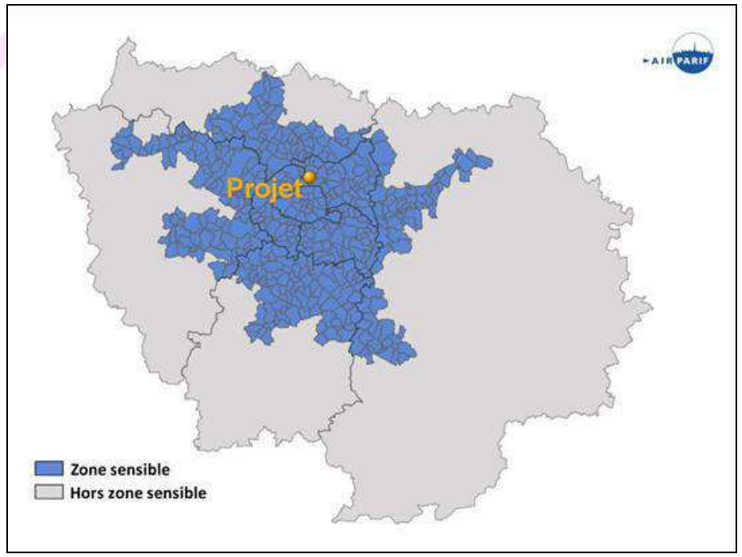


Figure 15 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE Île-de-France

Au sens du SRCAE, la zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air d'Île-de-France.

VERSION DE TRAVAIL

9.6. PROCÉDURES D'INFORMATION ET D'ALERTE

9.6.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral

En Île-de-France, une telle procédure d'alerte a été instituée dès 1994, avant même la publication de la loi dite 'LAURE'.
Par ailleurs, dans le cadre de l'amélioration des modalités de prévision et de gestion des pics de pollution atmosphérique, un arrêté interministériel du 26 mars 2014 propose un cadre national, permettant ainsi d'harmoniser les pratiques préfectorales en cas d'épisodes de pollution. Cet arrêté, entré en vigueur le 1er juillet 2014, comprend de nouvelles dispositions, qu'il convenait d'intégrer à la procédure d'information-recommandation et d'alerte du public en cas de pointes de pollution atmosphérique dans la région Île-de-France, en modifiant l'arrêté interpréfectoral correspondant.

L'arrêté-cadre national prévoit les évolutions suivantes :

- une harmonisation nationale des procédures préfectorales, en décrivant un déroulé que l'autorité préfectorale doit suivre, ainsi qu'une harmonisation nationale des critères de déclenchement ;
- la possibilité de déclencher des procédures préfectorales sur prévision, afin d'anticiper l'épisode de pollution ;
- la gestion des événements de grande ampleur en confiant au préfet de zone (avec le concours des préfets de département) l'organisation par arrêté du dispositif opérationnel, et l'établissement d'un document-cadre zonal ;
- la persistance d'un épisode de pollution aux particules PM10. Cela aura pour conséquence le passage automatique d'une procédure d'information-recommandation (aucune mesure prescriptive et sanctionnable) à une procédure d'alerte (mise en œuvre de mesures prescriptives et sanctionnables) dès lors que le seuil d'information-recommandation est dépassé durant 2 jours consécutifs et qu'il est prévu un dépassement le jour-même et le lendemain ;
- une liste d'actions d'informations et de recommandations et de mesures réglementaires de réductions des émissions.

Ces évolutions ont été intégrées dans l'arrêté interpréfectoral du 7 juillet 2014 en Île-de-France.

Le dispositif national a de nouveau été révisé en 2016 et a fait l'objet de deux arrêtés :

- l'arrêté interministériel du 07 avril 2016 ;
- l'arrêté interministériel modificatif du 26 août 2016.

Les modifications apportées sont listées ci-après :

- diminution de deux jours de la persistance ;
- extension de la persistance à l'ozone ;
- possibilité d'exclure le dioxyde de soufre des procédures ;
- nécessité de concertation préalable pour définir les mesures qui touchent les secteurs industriels et agricoles (prise en compte des impacts économiques, sociaux et d'organisation du travail) ;
- nécessité de consulter un comité d'experts en cas d'alerte ;
- présentation d'un bilan annuel en CODERST.

Le nouvel arrêté interministériel a fait l'objet d'une déclinaison régionale en Île-de-France. Il s'agit de **l'arrêté interpréfectoral n°2016-01383 relatif à la procédure d'information-recommandations et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution en région d'Île-de-France du 19 décembre 2016** qui est paru au registre des actes administratifs (RAA) d'Île-de-France le 02 janvier 2017.

Les polluants visés sont les suivants :

- Le dioxyde d'azote [NO_2] ;
- L'ozone [O_3] ;
- Les particules PM10.

La procédure comporte deux niveaux de gravité croissante, c'est-à-dire :

Procédure d'information-recommandations
Elle est déclenchée, par le préfet et pour un polluant donné, sur la base du constat ou de la prévision par l'association Airparif du dépassement du seuil d'information et de recommandations correspondant à ce polluant.

Procédure d'alerte
Elle est déclenchée, par le préfet -pour un polluant donné- sur la base du constat ou de la prévision par l'association Airparif du dépassement du seuil d'alerte correspondant à ce polluant, ou en cas de « persistance » de l'épisode de pollution pour les PM10 ou l'ozone. On parle de « persistance » d'un épisode de pollution pour un polluant donné dès lors qu'il y a prévision d'un dépassement du seuil d'information-recommandation le jour même et qu'un dépassement de ce même seuil est prévu le lendemain. La procédure d'alerte est maintenue tant que les prévisions météorologiques ou les prévisions en matière de

VERSION DE TRAVAIL

concentration de polluants montrent qu'il est probable que le seuil d'information et de recommandation soit dépassé le lendemain ou le surlendemain.

Note : Les critères de déclenchement diffèrent au regard des polluants examinés (cf. tableau suivant).

Procédure d'information-recommandations	Par dépassement du seuil réglementaire propre à chaque polluant et lorsque : • soit une surface d'au moins 100 km² au total dans la région est concernée par un dépassement des seuils de dioxyde d'azote, d'ozone et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond ; • soit au moins 10 % de la population d'un département de la région sont concernés par un dépassement de seuils de dioxyde d'azote, d'ozone et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond.
Procédure d'alerte	Par dépassement du seuil réglementaire propre à chaque polluant **Ou** par persistance du fait d'une prévision du dépassement du seuil d'information-recommandations pendant 2 jours (PM10, O_3). Les mêmes critères de surface ou de population décrits ci-dessus restent applicables.

Avertissement : les seuils d'information et de recommandations et les seuils d'alerte font référence aux niveaux de concentration dans l'air des polluants visés. Ces seuils sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 9 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte

Seuils de déclenchement			Ozone Moyenne horaire	PM10 Moyenne journalière	NO_2 Moyenne horaire
Seuils d'information et de recommandations			180 µg/m³	50 µg/m³ en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures	200 µg/m³
Seuils d'alerte	*Pour la mise en œuvre progressive des mesures d'urgence*	***Niveau 1***	240 µg/m³ en moyenne horaire	80 µg/m³ en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures	400 µg/m³ **ou** 200 µg/m³ ***(1)***
		Niveau 2	300 µg/m³ en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives		
		Niveau 3	360 µg/m³ en moyenne horaire		
(1)	À condition que la procédure d'information et de recommandation pour ce polluant ait été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions fassent craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain				

9.6.2. Historique des dépassements

Le graphe suivant illustre le nombre de jours de déclenchement des procédures d'information-recommandation et d'alerte (constat de dépassement uniquement) pour la Seine-Saint-Denis depuis 2018[12].

Figure 16 : Nombre de jours de déclenchement de procédures d'information et d'alerte (sur constat de dépassement) dans la Seine-Saint-Denis entre 2017 et 2022 (Source : LCSQA**)**

Il est à retenir que les déclenchements concernent les **PM10** (période hivernale) et l'**ozone** (période estivale). Aucun dépassement des seuils en NO_2 n'est enregistré sur la période pour le département.

Aucun déclenchement du seuil d'alerte n'est survenu depuis 2018 (jusqu'au 31/12/2022 inclus), en Seine-Saint-Denis.

Les particules apparaissent comme les polluants les plus problématiques pour le département en termes de dépassements des seuils.

En Seine-Saint-Denis, en 2022, sont survenus 2 jours de dépassement du seuil d'information-recommandations pour les PM10 et 3 dépassements de ce même seuil pour l'ozone (sur constat de dépassement).

[12] https://www.lcsqa.org/fr/vigilance-atmospherique/episodes/liste

9.7. DONNÉES AIRPARIF

9.7.1. Mesures réalisées par Airparif

L'Aasqa Airparif dispose d'une station de mesure relativement proche de l'aménagement projeté. Il s'agit de la station trafic « Autoroute A1 – Saint-Denis ».
Remarque : malgré une relative proximité avec le projet, les concentrations en polluants peuvent néanmoins s'avérer différentes de celles propres au site étudié, d'autant plus que l'A1 est enterrée (tunnel) sur 830 m au nord du projet et sur 565 m au sud du projet.

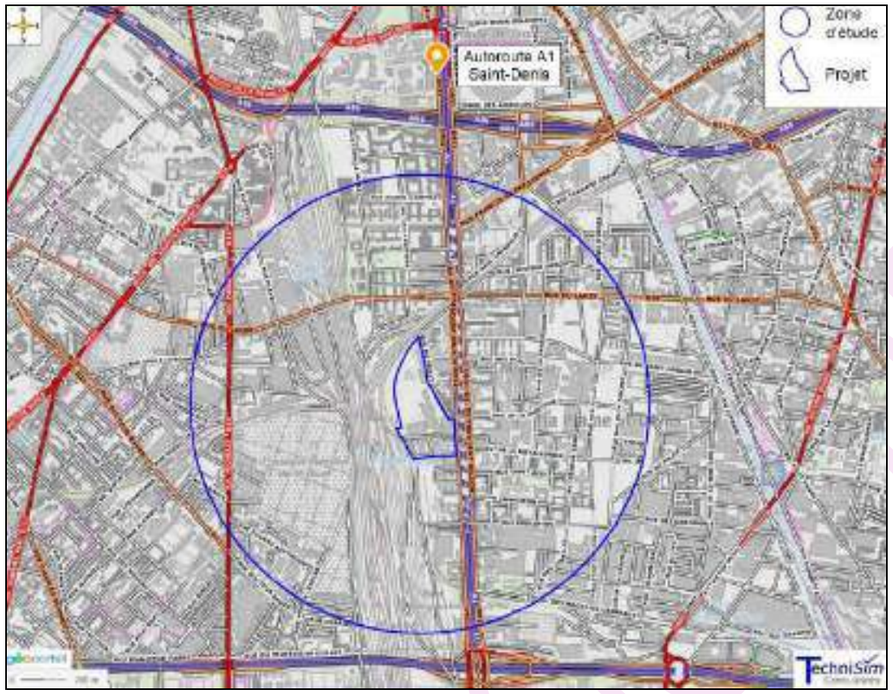


Figure 17 : Localisation de la station de mesure Airparif par rapport au projet

Tableau 10 : Caractéristiques de la station de mesure Airparif

STATION	Type station	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
AUTOROUTE A1 – SAINT-DENIS	Trafic	En bordure de l'autoroute A1 361 Av. du Président Wilson 93210 Saint-Denis	1,5 km au nord du projet	• NOx, NO, NO_2 • PM10 • PM2,5 • CO

Avertissement :

- Les stations 'de fond' ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite 'de fond' (**pollution à laquelle la population est soumise en permanence**), représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.
- Les stations 'Trafic' mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, ...). Les niveaux mesurés à ces endroits correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste. La représentativité des mesures est locale et est variable selon la configuration topographique et la nature du trafic.

Note : Les résultats des mesures de l'Aasqa figurent dans les tableaux fournis en annexe.

D'après les mesures Airparif à la station la plus proche du projet, sur la période 2017-2022, il est observé :
-**Dioxyde d'azote (NO_2)** : les concentrations moyennes annuelles dépassent le seuil réglementaire de 40 µg/m³ et donc la ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ tous les ans. Le seuil d'information-recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire) est respecté depuis 2021 et la recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est largement dépassée chaque année.
-**Particules PM10 :** les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire (40 µg/m³) depuis 2020. Cependant, la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où les concentrations moyennes journalières sont supérieures au seuil journalier (50 µg/m³ en moyenne journalière) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels depuis 2020. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 jours de dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est largement dépassée chaque année.
-**Particules PM2,5 :** la valeur limite en moyenne annuelle (25 µg/m³) est respectée chaque année depuis 2017, mais la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) est systématiquement dépassée. Le nombre de dépassements de la valeur de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation OMS) est largement supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an.
-**Monoxyde de carbone (CO) :** les concentrations respectent chaque année les valeurs réglementaires.

Il est important de retenir que l'A1 étant enterrée à hauteur du projet, les concentrations au niveau de ce dernier seront notablement inférieures à celles relevées à la station trafic « Autoroute A1 ».

9.7.2. Indice ATMO

L'indice français de la qualité de l'air est l'indice « ATMO ». L'arrêté du 10 juillet 2020 (NOR : TRER2017892A) modifiant l'indice a été publié le 29/07/2020 et abroge l'arrêté de 2004. Ce texte et le nouvel indice sont entrés en vigueur le 1er janvier 2021.

Le nouveau calcul de l'indice ATMO tient compte des PM2,5[13] qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l'organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement celles inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais. Le code couleur s'étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).

Chaque indice est composé de 5 sous-indices étant respectivement représentatif d'un polluant de l'air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10) ;
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5) ;
- Ozone (O_3) ;
- Dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Dioxyde de soufre (SO_2).

La figure suivante représente les seuils et les couleurs du nouvel indice.

		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	>150
Max horaire journalier	NO2	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	>340
Max horaire journalier	O3	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	>380
Max horaire journalier	SO2	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	>750

Figure 18 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021

L'indice caractérisant la qualité globale de l'air de la journée considérée est égal au sous-indice le plus dégradé.

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il procure une représentation différente de la qualité de l'air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l'air.
Nonobstant, le nouvel indice ATMO considère les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s'agit d'une représentation simplifiée de la qualité de l'air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d'incertitude (à l'image des bulletins météorologiques).
En corollaire, ce qui peut apparaître comme une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l'air moyenne, dégradée, mauvaise ou très mauvaise, découle du changement de la méthode de calcul, de l'intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils.
Cela ne résulte pas en l'occurrence d'une dégradation de la qualité de l'air qui tend à s'améliorer depuis vingt ans.

L'historique[14] du nouvel indice ATMO pour la commune de Saint-Denis en 2022 est fourni dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Saint-Denis en 2022 (source : Airparif)

Indice ATMO	Nombre de jours en 2022	Pourcentage de la période
Bon	1	0,3%
Moyen	238	65,2%
Dégradé	72	19,7%
Mauvais	52	14,2%
Très Mauvais	1	0,3%
Extrêmement Mauvais	0	0,0%

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Saint-Denis en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 0,3 % de la période, « Moyenne » 65,2 % de la période, « Dégradée » 19,7 % de la période ; « Mauvaise » 14,3 % de la période et « Très mauvaise » 0,3 % de l'année.

[13] https://atmo-france.org/un-nouvel-indice-atmo-plus-clair-et-precis/

[14] https://www.airparif.asso.fr/surveiller-la-pollution/historique-des-indices

VERSION DE TRAVAIL

9.7.3. Modélisations Airparif aux abords du projet

Les planches en pages suivantes présentent les modélisations Airparif 2022 (2020 pour le benzène) des concentrations moyennes annuelles pour les particules (PM10 et PM2,5), le dioxyde d'azote et le benzène, ainsi que du nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure à 120 µg/m^3 sur 8 heures et du nombre de jours où la concentration journalière en PM10 dépasse 50 µg/m^3 au niveau de la zone d'étude.

Selon les modélisations 2022 d'Airparif (2020 pour le benzène), sur **la zone d'étude :**
-Les seuils réglementaires annuels en PM10, PM2,5, benzène sont respectés sur l'intégralité de la zone d'étude, contrairement à celui du NO_2 dépassé au niveau des voies de circulation non souterraines de l'A1. La réglementation journalière pour les PM10 est également non respectée au niveau des voies de circulation non souterraines de l'A1.
La formation de l'ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. En 2022, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée mais l'objectif de qualité est tout de même dépassé.
-Les recommandations de l'OMS en moyenne annuelle, pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées.

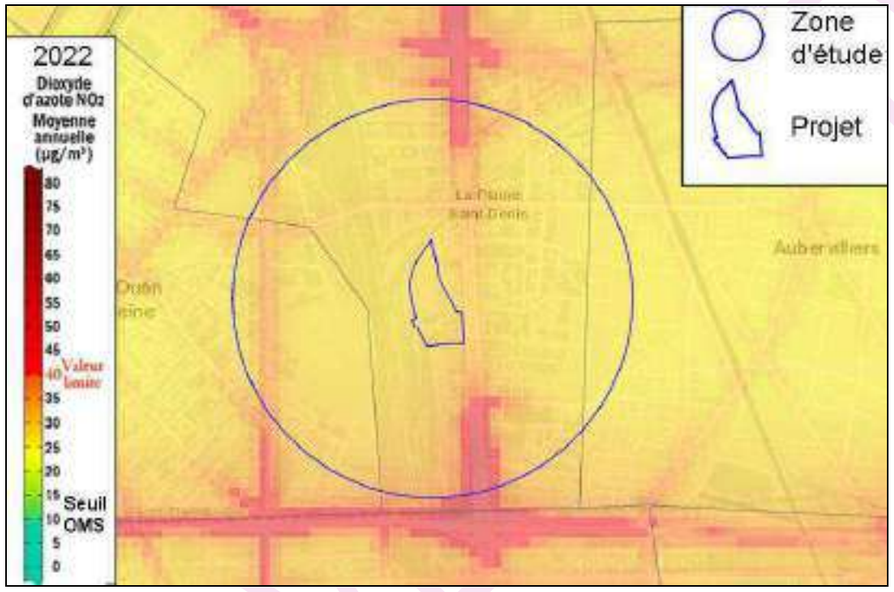


Figure 19 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en NO_2, en 2022

Figure 20 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM10, en 2022

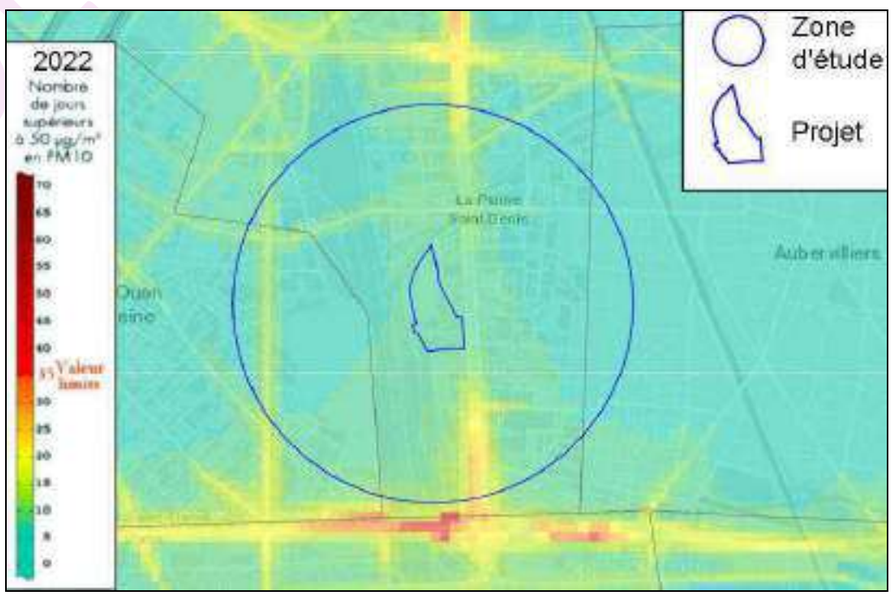


Figure 21 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en PM10 est supérieure à 50 µg/m^3, en 2022

Figure 22 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, en 2022

Figure 23 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles pour le benzène, en 2020

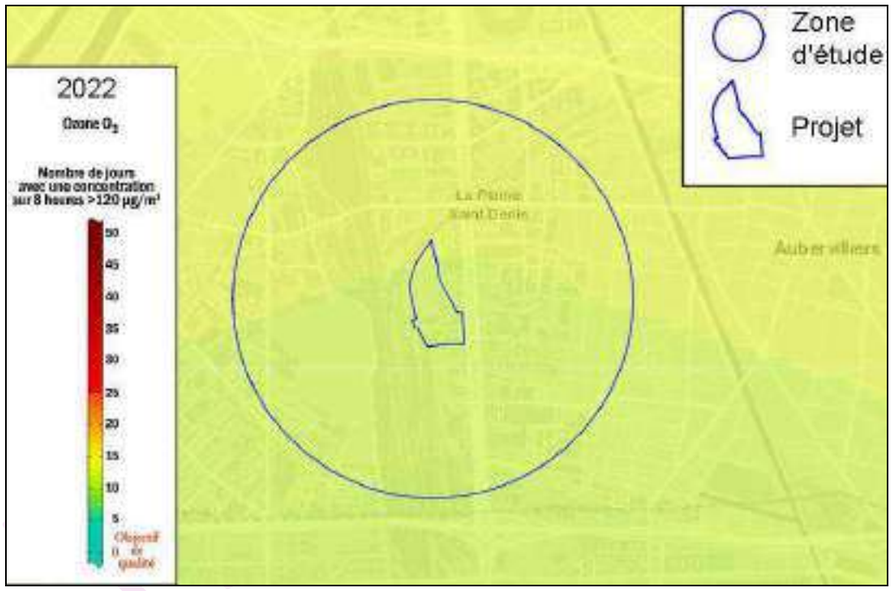


Figure 24 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure au seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ sur 8 heures, en 2022

Le tableau suivant indique les résultats numériques des modélisations Airparif en 2022 (2020 pour le benzène) au cœur de l'emprise projet.

Tableau 12 : Résultats numériques des modélisations Airparif au sein du périmètre projet en 2022 (benzène : données 2020) (source : Airparif**)**

Paramètres	Valeur réglementaire Objectif de qualité Recommandation OMS	Valeurs au sein de l'emprise projet en 2022
Dioxyde d'azote Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 40 µg/m³ Recommandation OMS : 10 µg/m³	28 à 34 µg/m³
PM10 Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 30 µg/m³ Recommandation OMS : 15 µg/m³	22 à 25 µg/m³
PM10 Nombre de jours dépassant 50 µg/m³ en moyenne journalière	Valeur limite : 35 dépassements max	7 à 10 jours
PM2,5 Moyenne annuelle	Valeur limite : 25 µg/m³ Objectif de qualité : 10 µg/m³ Recommandation OMS : 5 µg/m³	12 µg/m³
Benzène Moyenne annuelle (données 2020)	Valeur limite : 5 µg/m³ Objectif de qualité : 2 µg/m³	1 µg/m³
Ozone Nombre de jours supérieurs à 120 µg/m³ pour 8 heures	Valeur cible : 25 dépassements max en moyenne sur 3 ans Objectif de qualité : 0 jour	12 à 13 jours

Selon les modélisations Airparif 2020/2022, à l'échelle de **l'emprise projet** :
-Les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5, benzène) sont respectés ainsi que le nombre maximum de dépassements autorisés du seuil journalier en PM10.
-Les recommandations de l'OMS, en moyenne annuelle, pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont toutes dépassées sur l'emprise projet.
-Les objectifs de qualité annuels pour le NO_2, les PM10 et le benzène sont respectés sur l'ensemble de l'emprise projet, tandis que ceux des PM2,5 et de l'ozone sont dépassés.
La formation de l'ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'*emprise projet* peut être qualifiée de moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées, nonobstant le respect des seuils réglementaires.

9.8. EXPOSITION DE LA POPULATION

9.8.1. Exposition aux différentes nuisances environnementales

L'application Cartoviz[15] de l'institut Paris Région permet d'observer les cumuls de nuisances environnementales en 2021 à l'échelle de mailles de 500 m x 500 m de côté.

L'emprise projet appartient à 2 mailles exposées pour partie de leurs surfaces à 4 nuisances environnementales (pollution de l'air, bruit des transports, pollution des sols d'origine industrielle, sites industriels) et présentent un cadre de vie dégradé (situation multi-exposition environnementale 2021).

Tableau 13 : Exposition des mailles d'appartenance du projet aux diverses nuisances environnementales en 2021

	Surface de la maille exposée à la / au :						Score environnement
	Qualité air	Bruit transports	Pollution des sols (origine industrielle)	Qualité eaux de consommation	Sites industriels	Cadre de vie défavorable	
Maille 1	33 %	36 %	24,6 %	0 %	1,1 %	5,3 %	60
Maille 2	42,8 %	37,6 %	8,2 %	0 %	1,5 %	10 %	49

Note : sur l'ensemble des mailles d'Île-de-France : 1 % ont un score environnemental > 53 ; 5 % ont un score > 38 ; 10 % ont un score > 30 ; 25 % ont un score > 19 ; 50 % ont un score > 8 et 50 % un score < 8.

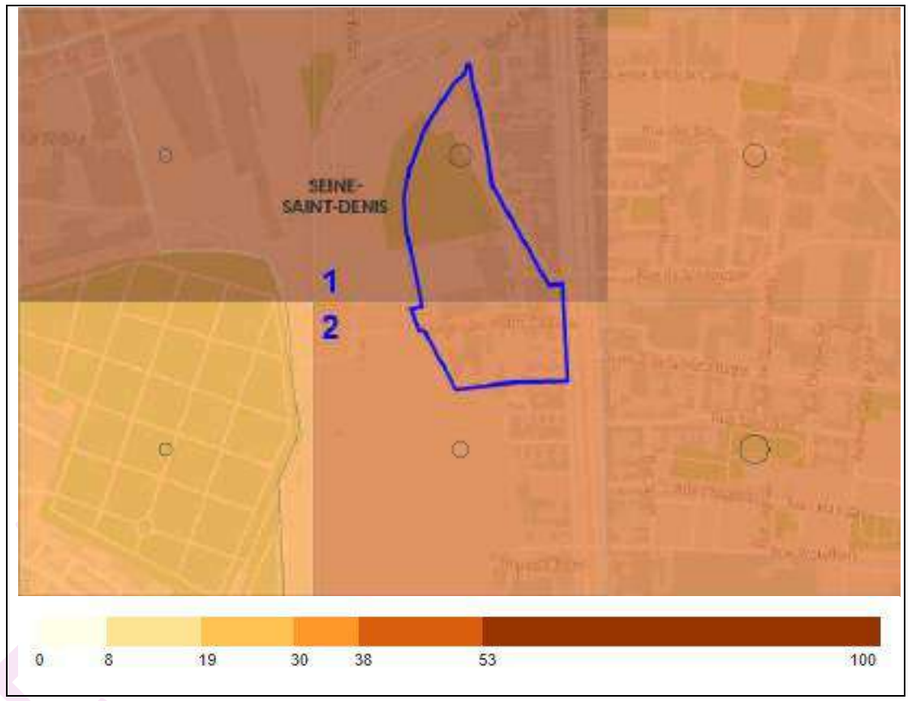


Figure 25 : Cumul des nuisances environnementales en 2021 (Source : Institut Paris Région**)**

9.8.2. Exposition à la pollution atmosphérique

L'exposition chronique correspond à la qualité de l'air à laquelle les populations sont exposées tout au long de l'année.

Les données figurant dans les paragraphes suivants concernent la commune de Saint-Denis, le département de la Seine-Saint-Denis et la région Île-de-France (année 2022, 2020 pour le benzène).

À Saint-Denis, en 2020 (pour le benzène) et 2022, les estimations d'Airparif indiquent qu'aucun habitant n'est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires annuels en PM10, PM2,5 et benzène ainsi qu'au seuil réglementaire journalier des PM10. Moins de 1 000 personnes sont encore exposées à un dépassement du seuil réglementaire annuel en NO_2.
Cependant, 100 000 habitants sont exposés à des dépassements des valeurs guides annuelles de l'OMS pour les PM10, PM2,5 et le NO_2 et à des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS pour le PM10.

[15] https://cartoviz.institutparisregion.fr/

Exposition aux PM10

Tableau 14 : Indicateurs d'exposition aux particules PM10 - 2022 (source : Airparif**)**

PM10 – Dépassement valeur limite annuelle 40 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Saint-Denis	0	0	0
Seine-Saint-Denis	0	0	0
Île-de-France	0	0	0
PM10 - Dépassement recommandation OMS annuelle 15 µg/m³	**Nombre d'habitants affectés**	**Superficie cumulée (km²)**	**Longueur de voirie concernée (km)**
Saint-Denis	100 000	12	69
Seine-Saint-Denis	1 600 000	237	750
Île-de-France	10 600 000	6 268	8 518
PM10 – Dépassement 35 jours supérieurs à 50 µg/m³	**Nombre d'habitants affectés**	**Superficie cumulée (km²)**	**Longueur de voirie concernée (km)**
Saint-Denis	0	0	0
Seine-Saint-Denis	0	0	0
Île-de-France	0	< 1 %	1
PM10 - Dépassement recommandation OMS 3 jours supérieurs à 45 µg/m³	**Nombre d'habitants affectés**	**Superficie cumulée (km²)**	**Longueur de voirie concernée (km)**
Saint-Denis	100 000	12	69
Seine-Saint-Denis	1 400 000	192	710
Île-de-France	6 900 000	1 398	4 524

Au niveau de la commune de Saint-Denis, en 2022, aucun habitant n'est exposé à des concentrations en PM10 supérieures aux normes réglementaires. En revanche, 100 000 personnes sont exposées au dépassement des recommandations annuelle et journalière de l'OMS.

Exposition aux PM2,5

Tableau 15 : Indicateurs d'exposition aux particules PM2,5 – 2022 (source : Airparif**)**

PM2,5 - Dépassement valeur limite annuelle 25 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Saint-Denis	0	0	0
Seine-Saint-Denis	0	0	0
Île-de-France	0	0	0
PM2,5 - Dépassement recommandation OMS annuelle 5 µg/m³	**Nombre d'habitants affectés**	**Superficie cumulée (km²)**	**Longueur de voirie concernée (km)**
Saint-Denis	100 000	12	69
Seine-Saint-Denis	1 600 000	237	750
Île-de-France	11 900 000	12 081	10 981

L'évaluation des concentrations annuelles en PM2,5 ne met pas en évidence de personnes exposées à des concentrations supérieures au seuil réglementaire annuel à Saint-Denis en 2022. En revanche, 100 000 personnes sont exposées à des dépassements de la recommandation annuelle de l'OMS.

Exposition au NO_2

Tableau 16 : Indicateurs d'exposition au dioxyde d'azote – 2022 (source : Airparif**)**

NO_2 - Dépassement valeur limite de 40 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Saint-Denis	1 000	< 5 %	10
Seine-Saint-Denis	< 10 000	3	81
Île-de-France	40 000	< 1 %	389
NO_2 - Dépassement recommandation OMS annuelle 10 µg/m³	**Nombre d'habitants affectés**	**Superficie cumulée (km²)**	**Longueur de voirie concernée (km)**
Saint-Denis	100 000	12	69
Seine-Saint-Denis	1 600 000	237	750
Île-de-France	11 000 000	4 483	8 082

En 2022, à Saint-Denis, moins de 1 000 personnes sont exposées à des concentrations en NO_2 supérieures au seuil réglementaire. En revanche, 100 000 personnes sont exposées à des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS.

Exposition au benzène

Tableau 17 : Indicateurs d'exposition au benzène – 2020 (source : Airparif**)**

Benzène - Dépassement valeur limite annuelle 5 µg/m³ *(Données 2020)*	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Saint-Denis	0	0	0
Seine-Saint-Denis	0	0	0
Île-de-France	0	0	0
Benzène - Dépassement objectif de qualité 2 µg/m³ *(Données 2020)*	**Nombre d'habitants affectés**	**Superficie cumulée (km²)**	**Longueur de voirie concernée (km)**
Saint-Denis	0	0	0
Seine-Saint-Denis	0	0	0
Île-de-France	0	0	0

L'évaluation des concentrations annuelles en benzène n'identifie pas de personne exposée à des concentrations supérieures au seuil réglementaire annuel ni à supérieures à l'objectif de qualité, à Saint-Denis en 2020.

Exposition de la population à la pollution atmosphérique en 2022 en Île-de-France

À l'échelle de la région Île-de-France[16], en 2022, Airparif évalue que :

- Aucun francilien n'est exposé à des concentrations en PM10 supérieures à la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m^3) ou à des concentrations moyennes journalières supérieures à 50 µg/m^3 plus de 35 jours par an. Cependant, plus de 10 millions de Franciliens (soit environ 90 % de la population) sont exposés à des teneurs en PM10 supérieures à la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m^3) et 60 % sont exposés à un dépassement de la recommandation journalière de l'OMS (45 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).
- 40 000 Franciliens étaient exposés au NO_2 au-delà de la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m^3). Aucun Francilien n'était exposé à un dépassement du seuil horaire (200 µg/m^3 en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois dans l'année). En revanche, la quasi-totalité des Franciliens (95 % de la population) était exposée à un air qui ne respecte pas les recommandations de l'OMS annuelle (10 µg/m^3) et journalière (25 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).
- Aucun francilien n'est exposé à des teneurs en PM2,5 en moyenne annuelle supérieures à la valeur seuil réglementaire (25 µg/m^3) ni à la valeur cible (20 µg/m^3). La totalité des Franciliens est exposée à des teneurs en PM2,5 dépassant les recommandations de l'OMS annuelle (5 µg/m^3) et journalière (15 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).
- La totalité des franciliens est exposée à des teneurs en ozone dépassant la recommandation de l'OMS (100 µg/m^3 sur 8h), comme tous les ans.
- Aucun habitant n'est exposé à des teneurs en benzène dépassant le seuil réglementaire annuel (5 µg/m^3) ou l'objectif de qualité (2 µg/m^3).

Impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population en Île-de-France

Figure 26 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2 et l'O_3 - comparaison de la proportion de franciliens exposés aux dépassements des seuils OMS en 2020 selon la référence OMS de 2005 et de 2021

Ce constat met l'emphase sur l'urgence d'améliorer la qualité de l'air, malgré les progrès accomplis depuis plus de 20 ans.

[16] Bilan de la qualité de l'air – Année 2022 ; Airparif, avril 2023

VERSION DRAFT

9.9. SYNTHÈSE

Région Île-de-France

Depuis les années 1990, la qualité de l'air en Île-de-France va en s'améliorant.
L'année 2020 est apparue comme une année très singulière, du fait de la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour faire face à cette crise sanitaire. Ces mesures ont entrainé une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps.
En 2022, comparativement à 2021, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l'exception de l'ozone qui continue d'augmenter. Cependant, la baisse des niveaux moyens en PM10 et PM2.5 observée ces dix dernières années semble s'essouffler.

En considérant les nouvelles recommandations de l'OMS (seuils de référence 2021) sans distinction des recommandations journalières et annuelles, l'ensemble des **Franciliens** est exposé en 2022 à un dépassement des seuils pour l'ozone et les PM2,5. 95 % sont exposés à un dépassement pour le NO_2 et 90 % sont concernés par un dépassement pour les PM10.

Département de la Seine-Saint-Denis

En 2022, deux jours de déclenchement de la procédure d'information-recommandations se sont produits concernant les PM10 et 3 jours concernant l'ozone pour ce même seuil.
En fonction des années et des conditions météorologiques, les concentrations fluctuent. Il demeure que des déclenchements de procédures pour les PM10 et l'ozone se produisent encore au niveau départemental. Les déclenchements de procédures concernent uniquement les PM10 (période hivernale) et l'ozone (période estivale).

D'après les mesures Airparif à la station la plus proche du projet, sur la période 2017-2022, il est observé :
-**Dioxyde d'azote (NO_2)** : les concentrations moyennes annuelles dépassent le seuil réglementaire de 40 µg/m³ et donc la ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ tous les ans. Le seuil d'information-recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire) est respecté depuis 2021 et la recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est largement dépassée chaque année.
-**Particules PM10 :** les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire (40 µg/m³) depuis 2020. Cependant, la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où les concentrations moyennes journalières sont supérieures au seuil journalier (50 µg/m³ en moyenne journalière) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels depuis 2020. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 jours de dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est largement dépassée chaque année.
-**Particules PM2,5 :** la valeur limite en moyenne annuelle (25 µg/m³) est respectée chaque année depuis 2017, mais la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) est systématiquement dépassée. Le nombre de dépassements de la valeur de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation OMS) est largement supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an.
-**Monoxyde de carbone (CO) :** les concentrations respectent chaque année les valeurs réglementaires.

Commune de Saint-Denis

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Saint-Denis en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 0,3 % de la période, « Moyenne » 65,2 % de la période, « Dégradée » 19,7 % de la période et « Mauvaise » 14,3 % de la période et « Très mauvaise » 0,3 % de l'année.
En 2022, à Saint-Denis, les estimations d'Airparif indiquent qu'aucun habitant n'était exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires en PM10, PM2,5 et benzène mais que 1 000 personnes demeurent exposées à un dépassement du seuil réglementaire pour le NO_2. Par, ailleurs, 100 000 personnes sont exposées à des dépassements des recommandations de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et PM2.5.

Zone d'étude

-La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air en Île-de-France au sens du SRCAE et est couverte par le PPA d'Île-de-France.

-Selon les modélisations 2022 d'Airparif (2020 pour le benzène), sur **la zone d'étude :**
Les seuils réglementaires annuels en PM10, PM2,5, benzène sont respectés sur l'intégralité de la zone d'étude, contrairement à celui du NO_2 dépassé au niveau des voies de circulation non souterraines de l'A1. La réglementation journalière pour les PM10 est également non respectée au niveau des voies de circulation non souterraines de l'A1.
La formation de l'ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. En 2022, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée mais l'objectif de qualité est tout de même dépassé. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production.
Les recommandations de l'OMS en moyenne annuelle, pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées.

Périmètre projet

-L'emprise projet appartient à 2 mailles concernées en 2021, pour partie de leurs surfaces, par 4 nuisances environnementales (pollution de l'air, bruit des transports, pollution des sols d'origine industrielle, sites industriels) et présentent un cadre de vie dégradé).
-Selon les modélisations Airparif 2020/2022, à l'échelle de **l'emprise projet** :
Les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5, benzène) sont respectés ainsi que le nombre maximum de dépassements autorisés du seuil journalier en PM10.
Les objectifs de qualité annuels pour le NO_2, les PM10 et le benzène sont respectés sur l'ensemble de l'emprise projet, tandis que ceux des PM2,5 et de l'ozone sont dépassés.
Les recommandations de l'OMS, en moyenne annuelle, pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont toutes dépassées sur l'emprise projet.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'emprise projet peut être qualifiée de moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées, nonobstant le respect des seuils réglementaires.

10. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

La pollution de l'air peut avoir des effets divers selon les facteurs d'exposition ci-dessous :

- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
- La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- La concentration des polluants ;
- La ventilation pulmonaire.

Il convient de distinguer deux types d'impact de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé :

- les impacts à <u>court terme</u> qui surviennent dans des délais brefs (quelques jours) après l'exposition et qui sont à l'origine de troubles tels que : irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthme, exacerbation de troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
- les impacts à <u>long terme</u> qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

De manière générale, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels près desquels l'effet "cocktail" (mélange de polluants) est le plus important.

<u>Cas des pics de pollution</u>

D'un point de vue épidémiologique, il n'existe pas de définition des épisodes de pollution, les études épidémiologiques retrouvant une relation linéaire entre exposition à la pollution urbaine et effets sanitaires. Enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de seuils en-deçà duquel aucun effet sur la santé ne serait observé au niveau populationnel.

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge… Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air s'avère donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.
Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1)[17].

10.1. MORBIDITÉ ET COÛTS ASSOCIÉS

D'une manière générale, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc.
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme.
- Hypersécrétion bronchique.
- Augmentation des irritations oculaires.
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines).
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes.
- Incidence sur la mortalité :
  - À court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
  - À long terme par effets mutagènes et cancérigènes (particules fines, benzène).

[17] https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique

VERSION DE TRAVAIL

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable[18] détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an.
- Bronchites chroniques, estimées à 72 millions €/an.
- Bronchites aiguës, estimées à 171 millions €/an.
- Asthme, estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an.
- Cancers, estimés entre 50 et 131 millions €/an.
- Hospitalisations, estimées à 155 millions €/an.

L'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

Exposition à la pollution atmosphérique et recours aux urgences pour pathologies respiratoires chez les enfants en Île-de-France

Les données sur les passages aux urgences recueillies dans le cadre du réseau OSCOUR® constituent une source d'information intéressante pour documenter les effets sanitaires à court terme des expositions à la pollution atmosphérique. L'étude Erpurs tire parti de ces données pour évaluer dans l'agglomération parisienne l'influence des expositions aux polluants NO_2, PM2,5 et PM10 sur les recours aux urgences pour des affections des voies respiratoires inférieures chez les enfants et les nourrissons. **Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution**, une élévation "habituelle" (d'un intervalle interquartile) des niveaux de polluants du jour et de la veille étant associée à une augmentation de 2 à 7% des passages. Les effets des expositions étaient majoritairement visibles sur les passages des 5 jours suivant l'exposition, excepté pour les passages pour bronchiolites des 0-1 an pour lesquels une augmentation du nombre de passages était observée dans les 5 à 15 jours suivant l'exposition. Ces résultats confirment que les niveaux actuels de polluants dans la région contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons.

[18] CGDD - « *Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air* » - Avril 2015

10.2. MORTALITÉ

Étude européenne

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude[19] de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2021, les nombres de décès prématurés en Europe et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques et l'estimations des décès prématurés pour l'Union Européenne (27 états) et la France en 2021, en fonction des polluants atmosphériques (tableau suivant).

Tableau 18 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2021 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2023**)**

	Nombre de décès prématurés en 2021		Nombre d'années de vies perdues attribuables (en 2021)	
POLLUANTS	**Union européenne (27 états)**	**France**	**Union européenne (27 états)**	**France**
PM2,5	253 000	20 100	2 584 000 (584 ans/100 000 hab.)	214 200 (327 ans/100 000 hab.)
NO_2	52 000	4 900	532 000 (120 ans/100 000 hab.)	52 700 (81 ans/100 000 hab.)
O_3	22 000	2 400	234 000 (53 ans/100 000 hab.)	26 600 (41 ans/100 000 hab.)

En comparaison des données 2020, en 2021 le nombre de morts prématurées attribuables à la pollution atmosphérique a augmenté pour les PM2.5 et le NO_2 et diminué pour l'O_3.
Ces différences ne sont pas significatives puisqu'elles se situent dans les incertitudes liées à la méthode de calcul de l'EEA. Néanmoins, la légère augmentation peut être expliquée par une légère modification de l'exposition des populations (les concentrations auxquelles les populations étaient soumises étaient légèrement plus importantes pour les PM2.5 et le NO_2 et légèrement inférieures pour l'ozone) ainsi qu'une légère augmentation de la mortalité en Europe, principalement du fait de l'impact de la pandémie de Covid-19.

[19] https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/ (édition 2023)

Étude française

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France[20] estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l'exposition aux particules fines PM2,5, ce qui correspondait à une perte d'espérance de vie estimée à 9 mois pour une personne âgée de 30 ans. Le pourcentage évitable de décès était de 9 % pour un scénario sans pollution anthropique aux particules fines.

Une actualisation publiée en 2021 de cette étude portant sur la période 2016-2019 a encore été réalisée par Santé Publique France[21].

Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM2,5 et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO_2, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.

Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO_2 pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants

Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après représentent le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

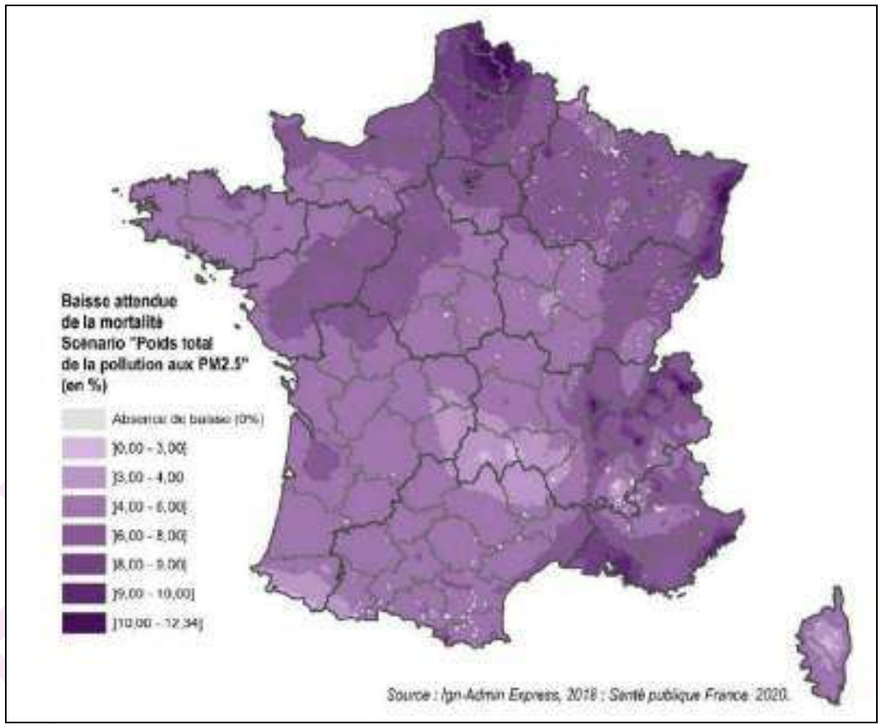


Figure 27 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

[20] Santé publique France – « *Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique* » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719

[21] Santé publique France – « *impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019* » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174
https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais

VERSION DRAFT

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

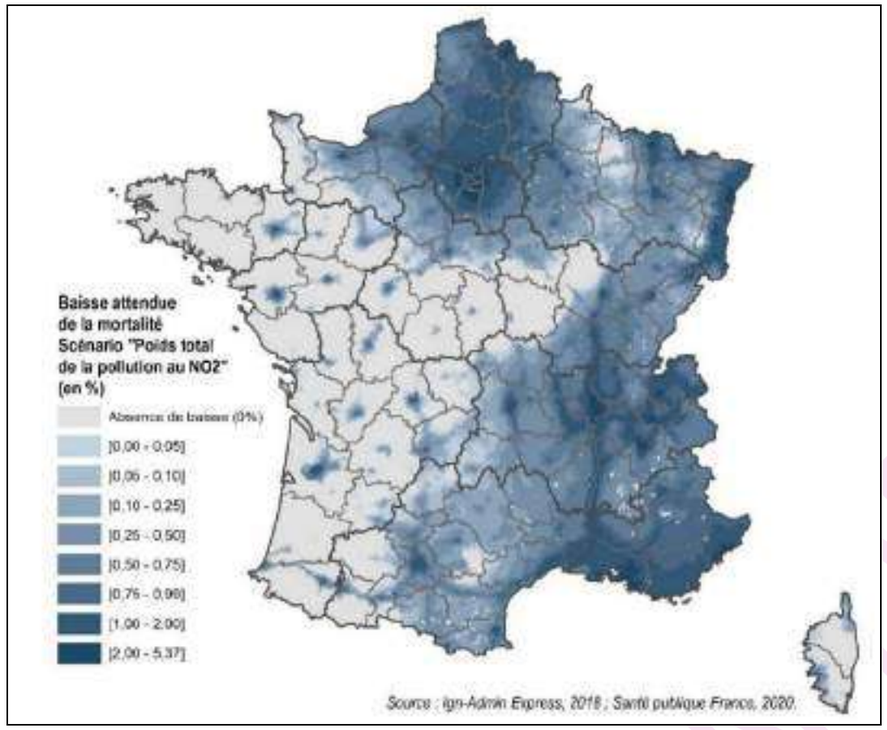


Figure 28 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

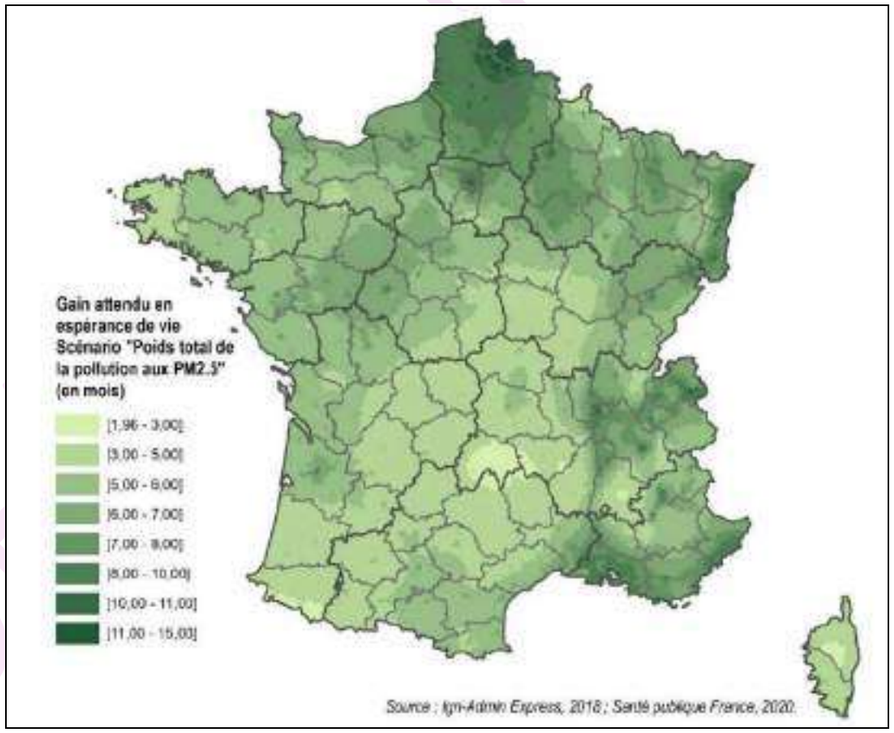


Figure 29 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

VERSION DRAFT

Le tableau immédiatement suivant précise les estimations du poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (Intervalle de confiance de 95 %) par classe d'urbanisation des communes.

Tableau 19 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évitables	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (mois)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	7 636 [2 793 ; 12 278]	5,9	5,9 [2,1 ; 9,4]	75 931 [26 562 ; 121 035]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	7 534 [2 688 ; 11 793]	6,3	6,3 [2,2 ; 10,0]	60 671 [21 224 ; 96 713]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	5 721 [2 044 ; 8 945]	6,6	6,9 [2,4 ; 11,0]	55 641 [19 464 ; 88 699]
	Urbaines (> 100 000 hab)	18 450 [6 635 ; 28 675]	8,4	8,7 [3,0 ; 13,9]	299 554 [104 636 ; 478 306]
	France métropolitaine	**39 541 [14 160 ; 61 690]**	**7,1**	**7,6 [2,6 ; 12,1]**	**491 797 [171 886 ; 784 752]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	451 [159 ; 719]	0,3	0,4 [0,1 ; 0,6]	4 991 [1 749 ; 7 972]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	596 [210 ; 950]	0,5	0,6 [0,2 ; 0,9]	5 510 [1 931 ; 8 801]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	633 [223 ; 1 007]	0,7	0,6 [0,3 ; 1,3]	6 593 [2 311 ; 10 530]
	Urbaines (> 100 000 hab)	5 110 [1 809 ; 8 087]	2,3	2,6 [0,9 ; 4,1]	89 260 [31 276 ; 142 635]
	France métropolitaine	**6 790 [2 490 ; 10 763]**	**1,2**	**1,6 [0,6 ; 2,6]**	**106 354 [37 268 ; 169 939]**

La commune de Saint-Denis est incluse dans la métropole du Grand Paris. Étant donné son urbanisation dense et continue, elle peut en l'occurrence être assimilée à une commune urbaine. De ce fait, il peut être estimé que l'exposition à long terme :
*aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.
*au NO_2 — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.

Impact de la pollution de l'air ambiant : réduction sur la mortalité en France métropolitaine en lien avec le confinement du printemps 2020

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l'activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l'efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.
Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l'air ambiant observées durant ce premier confinement.

Les résultats de l'évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS) montrent que les bénéfices d'une moindre exposition à la pollution de l'air ambiant durant le premier confinement peuvent être évalués à environ :

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition aux particules PM2,5, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond.
- 1 200 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition au dioxyde d'azote (NO_2), liée principalement au trafic routier.

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).
Ces résultats mettent en évidence qu'une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l'air se traduit par une diminution sensible de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés de cette évaluation pour le scénario à court terme et le scénario à long terme.

<u>Scénario 1</u> : IMPACT À COURT TERME (Tous âges ; PM10 et NO_2)
Impact à court terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations journalières de pollution de l'air ambiant occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.
Périodes d'étude : - Confinement strict : 16 mars au 11 mai 2020
- Déconfinement progressif : 11 mai au 22 juin 2020
- Période totale : 16 mars au 22 juin 2020

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 20 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)

	Classe d'urbanisation	PM_{10} Nombre de décès évités	PM_{10} Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)	NO_2 Nombre de décès évités	NO_2 Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)
Confinement strict (16 mars au 11 mai 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	13 [6 ; 21]	0,07	41 [22 ; 60]	0,2
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	12 [5 ; 19]	0,07	43 [23 ; 63]	0,3
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	9 [4 ; 14]	0,07	35 [19 ; 52]	0,3
	Urbaines (> 100 000 hab)	27 [12 ; 43]	0,09	124 [66 ; 182]	0,4
	France métropolitaine	**61 [26 ; 97]**	**0,08**	**243 [130 ; 357]**	**0,3**
Déconfinement progressif (11 mai au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [2 ; 9]	0,04
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [3 ; 9]	0,1
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	1 [0 ; 2]	0,01	5 [2 ; 8]	0,1
	Urbaines (> 100 000 hab)	3 [0 ; 6]	0,01	22 [9 ; 35]	0,1
	France métropolitaine	**8 [1 ; 14]**	**0,01**	**39 [16 ; 61]**	**0,1**
Période totale (16 mars au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	15 [6 ; 24]	0,04	47 [24 ; 69]	0,1
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	14 [5 ; 22]	0,04	49 [26 ; 72]	0,2
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	10 [4 ; 16]	0,04	40 [21 ; 60]	0,2
	Urbaines (> 100 000 hab)	31 [11 ; 50]	0,05	146 [75 ; 217]	0,3
	France métropolitaine	**69 [26 ; 111]**	**0,05**	**282 [146 ; 418]**	**0,2**

<u>Scénario 2</u> : IMPACT À LONG TERME (âge ≥ 30 ans ; PM2,5 et NO_2)

Impact à plus long terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations annuelles de pollution de l'air ambiant, occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Période d'étude : 1er juillet 2019 au 30 juin 2020.

Tableau 21 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	**2 274 [793 ; 3 636]**	**0,4**	**13 [5 ; 21]**	**27 815 [9 709 ; 44 414]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	150 [52 ; 239]	0,1	4 [1 ; 6]	1 490 [522 ; 2 380]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	156 [54 ; 249]	0,1	4 [1 ; 6]	1 290 [452 ; 2 062]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	128 [45 ; 204]	0,2	5 [2 ; 8]	1 252 [439 ; 2 001]
	Urbaines (> 100 000 hab)	460 [161 ; 735]	0,2	6 [2 ; 10]	7 231 [2 534 ; 11 553]
	France métropolitaine	**893 [313 ; 1 427]**	**0,2**	**5 [2 ; 8]**	**11 263 [3 946 ; 17 995]**

VERSION PROVISOIRE

10.3. ÉVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE POUR L'AGGLOMÉRATION DE PARIS

L'**é**valuation **q**uantitative des **i**mpacts **s**anitaires (EQIS) permet de rendre compte de l'impact de la pollution de l'air en calculant le « poids » que représente la pollution dans la mortalité. Cette évaluation permet ainsi de quantifier les bénéfices sanitaires attendus d'une amélioration de la qualité de l'air.

Une étude[22] de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été menée sur neuf agglomérations françaises, dont celle de Paris. Les résultats de cette étude pour l'agglomération parisienne sont indiqués dans le tableau infra.

Tableau 22 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération parisienne (2004-2006)

COURT TERME		Nombre annuel moyen de décès différés (accidents et morts violentes exclus)	Nombre annuel moyen d'hospitalisations cardiaques évitées	Nombre annuel moyen d'hospitalisation respiratoires évitées
PM10	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS annuelle	112,3	157,3	319,0
	Diminution de 5 µg/m³	113,1	158,4	321,2
Ozone	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS sur 8h	28,6	-	25,3
	Diminution de 5 µg/m³	58,6	-	51,8

LONG TERME		Nombre annuel moyen de décès différés	Nombre annuel moyen de décès cardio-vasculaires différés	Nombre annuel moyen de décès respiratoires évités	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans	Gain total en années de vie
PM2,5	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS annuelle	1 422,5	678,7	-	5,8 mois	53 620,2 années
	Diminution de 5 µg/m³	1116,4	534,7	-	4,5 mois	41 839,0 années
Ozone Diminution de 5 µg/m³ sur 8h sur la période d'avril à septembre		-	-	26,7	-	-

[22] InVS – « *Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises – Résultats du projet Aphekom* » - Septembre 2012

VERSION DE TRAVAIL

11. ANALYSE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Après l'examen des données disponibles sur la qualité de l'air et des données sanitaires, il convient de s'intéresser à la population et à la composition géographique de la zone d'étude.

Cette démarche a pour objectif principal d'identifier les lieux vulnérables et de définir la fragilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphérique (sachant que les enfants et les personnes âgées sont les plus fragiles).

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS POUVANT INDUIRE DES EFFETS CUMULES

Cette partie sera amendée/modifiée après réception de l'étude trafic indiquant les projets connexes pris en compte.

Plusieurs projets urbains à proximité ont, entre autres, été identifiés (cf. carte ci-contre, source : Technisim Consultants, Volet Air & Santé projet immobilier Wilson) et sont susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet étudié (cf. tableau ci-dessous) en fonction de leur calendrier de réalisation.

Figure 30 : Projets urbains à proximité (Source : Technisim Consultants, Volet Air & Santé projet immobilier Wilson**)**

Tableau 23 : Projets urbains pouvant induire des effets cumulés – liste non exhaustive (Source : Technisim Consultants, Volet Air & Santé projet immobilier Wilson**)**

Nom du projet	Description	Programmation restant à réaliser // flux généré de véhicules (en date du 10 février 2023)
ZAC Montjoie	Équipements (CNAM, commissariat, groupe scolaire, collège) ; logements ; bureaux ; activités.	290 logements ; 20 300 m² bureaux. 550 véh/jour.
ZAC Nozal / Front Populaire	Programmation sur 40 ha d'environ 4 100 logements, de bureaux, de commerces et d'équipements dont deux groupes scolaires	1 000 logements ; 35 100 m² bureaux. 1 500 véh/jour.
ZAC Cristino Garcia / Landy	Rénovation du quartier, 500 logements créés, construction d'un groupe scolaire	Uniquement les véhicules en direction de Saint-Ouen emprunteront la zone d'étude.
Campus Condorcet	Pôle de coopération et de recherche en sciences humaines et sociales	600 véh/j.

Par ailleurs des projets d'infrastructures de transport sont également recensés à proximité.

Tableau 24 : Projets d'infrastructures de transport recensés à proximité du projet

Nom du projet	Description	Horizon de mise en œuvre
Prolongement de la ligne de tram T8[23]	5,6 km de prolongement, 10 nouvelles stations	2030
Aménagement de la gare « Stade de France » pour le Grand Paris Express	55 000 voyageurs supplémentaires prévus sur cette gare de la ligne 15 de métro	2030
Pont urbain Franchissement Pleyel	Ouvrage de liaison multimodale et désenclavement ; espaces publics ; bâtiment pont avec bureaux, lieux de loisirs et de sports urbains	2024 : liaison piétonne et voie cyclable 2026 : intégralité (voies routières, voies bus en site propre, …)

[23] https://www.iledefrance-mobilites.fr/le-reseau/projets/tram-8-prolongement-saint-denis-porte-de-paris-paris-gare-rosa-parks

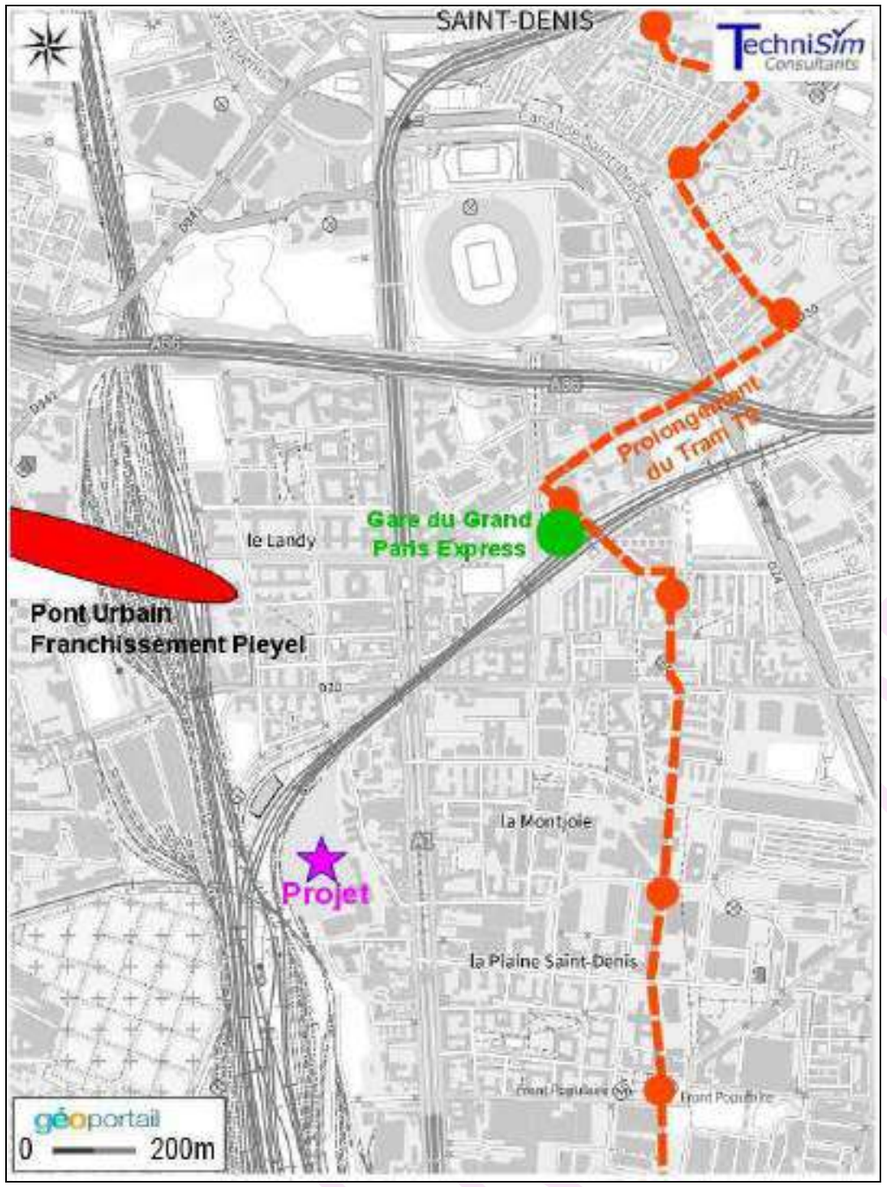


Figure 31 : Projets d'infrastructures de transport recensés à proximité

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

Normales climatiques

Les données présentées (excepté les données concernant les vents) proviennent de la station météorologique « Aéroport du Bourget »[24] sise à environ 8,5 km du projet. Il s'agit des normales annuelles officielles [1991-2020].

Tableau 25 : Valeurs climatologiques à la station Météo-France « Aéroport du Bourget »

Paramètre	Normales 1991-2020 Données officielles
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	12,1°C [8,0 : 16,3°C]
Ensoleillement annuel [moyenne mensuelle]	1 634,3 h [136h/mois]
Cumul des précipitations annuelles	616,3 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	110,1 jours [30,2 %]
Intervalle de pression atmosphérique	
Pression minimale enregistrée	922,5 hPa le 1 février 1973
Pression maximale enregistrée	1 088,9 hPa le 10 octobre 1987

Les figures suivantes[25] présentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (Nota : ces données sont issues de modélisations et non d'observations).

Les vents dominants soufflent préférentiellement du sud-ouest au nord-est. Les vents contraires sont également présents.
La dispersion des polluants par le vent est efficace à partir d'une vitesse de 20 km/h. Les vents présentant de telles vitesses sont assez fréquents sur le secteur (entre 14,4 et 23,2 jours/mois). La période hivernale est celle produisant le plus fréquemment des vents forts.
Le projet apparaît ainsi localisé majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment favorisée par les vents.

[24] https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/le-bourget/valeurs/07150.html
[25] https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/saint-denis_france_2980916

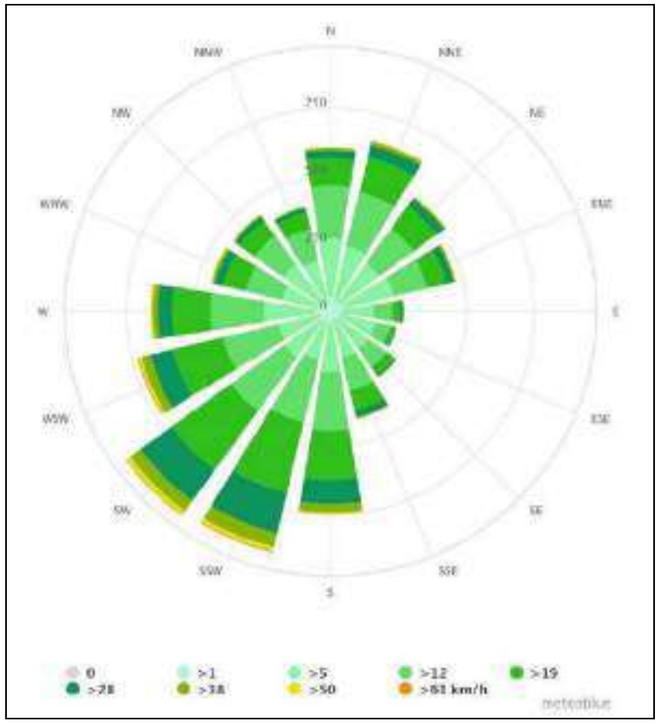


Figure 32 : Rose des vents (source : meteoblue.com**)**

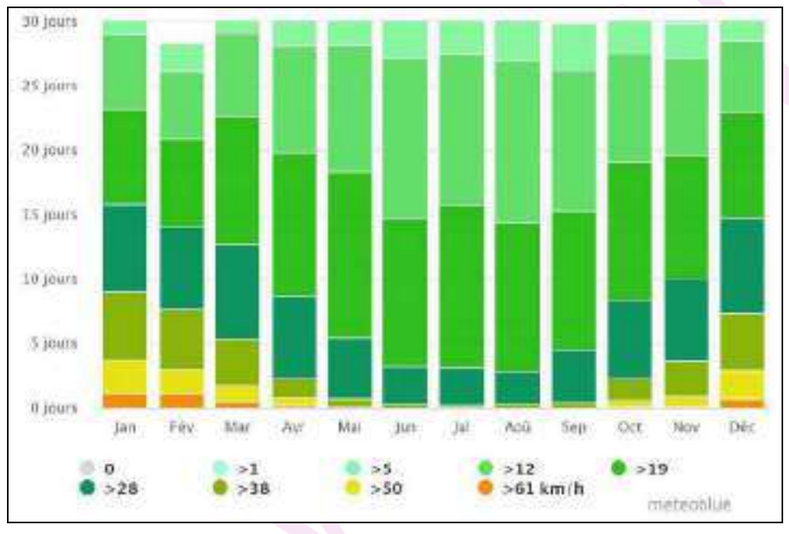


Figure 33 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

<u>Topographie</u>

La planche ci-après illustre la topographie existante autour du projet.

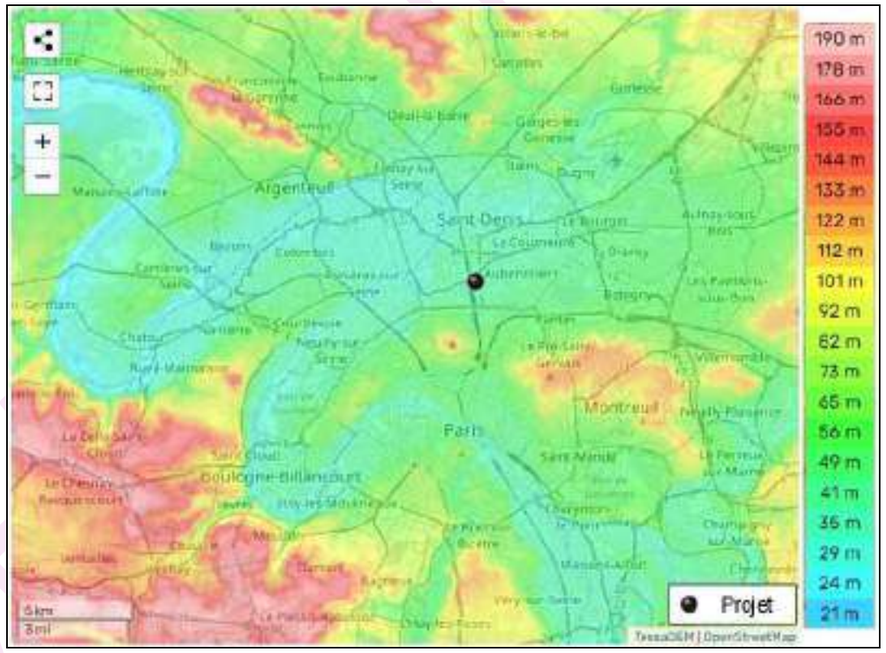


Figure 34 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com**)**

Le projet est situé à l'est du lit de la Seine. Des reliefs très modérés sont présents notamment au sud-ouest. Cette configuration peut légèrement favoriser l'accumulation des polluants lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).
Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants.
Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles. Ce phénomène pouvant être légèrement majoré par la présence des reliefs modérés au sud-ouest du projet, faisant un léger obstacle à la bonne dispersion des polluants atmosphériques.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

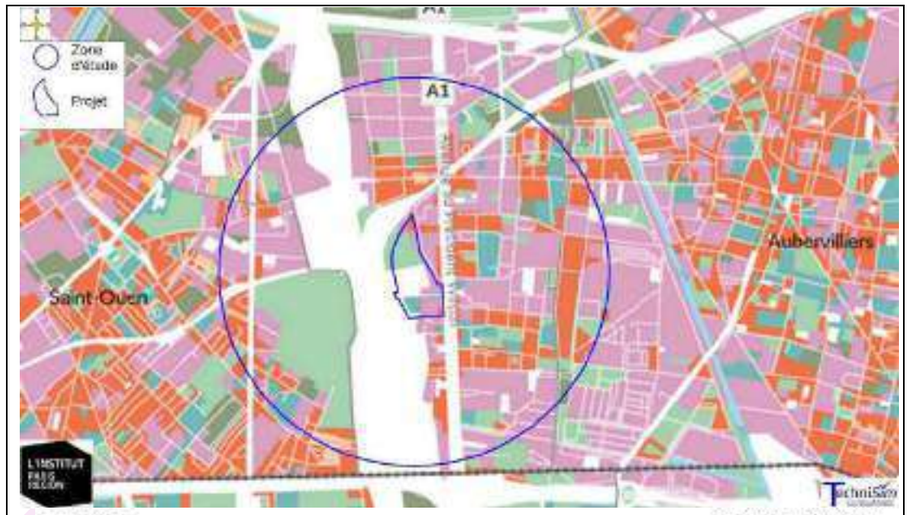
Le projet est sis sur la commune de Saint-Denis. La zone d'étude s'étend en sus en partie sur le territoire des communes de Saint-Ouen-sur-Seine et Aubervilliers.

Figure 35 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018**)**

Selon le Corine Land Cover 2018, l'emprise projet est située sur une zone industrielle/commerciale.
La zone d'étude comporte en sus des réseaux ferroviaires et espaces associés importants, du tissu urbain discontinu et un cimetière.

L'occupation des sols plus détaillée à l'échelle communale, fournie par l'Institut Paris Région, est présentée sur la planche suivante.

En l'état actuel (2021) selon l'occupation des sols de l'Institut Paris Région :
-L'emprise projet est constituée d'activités économiques et industrielles, d'équipements et d'espaces ouvert artificialisés.
-La zone d'étude comporte en outre d'autres activités, des habitats individuels et collectifs, des équipements sportifs et de loisirs, des décharges et chantiers et des voies de transport (ferroviaire et routier).



Saint-Denis — Surfaces en hectares

Type d'occupation du sol	2012	2017	2021
Bois et forêts	2.07	2.07	2.03
Milieux semi-naturels	5.72	6.62	5.72
Espaces agricoles	4.96	4.07	4.07
Eau	23.41	23.41	23.41
Total espaces naturels agricoles et forestiers	**36.16**	**36.16**	**35.23**
Espace ouverts artificialisés	202.17	217.24	206.72
Habitat individuel	71.27	70.94	70.73
Habitat collectif	216.35	225.29	236.57
Activités	258.83	255.47	231.87
Équipements	127.22	132.54	129.72
Transport	287.4	285.81	284.75
Carrières, décharges et chantiers	37.81	13.76	41.63
Total espaces artificialisés	**1201.06**	**1201.06**	**1201.99**
Total communal	**1237.22**	**1237.22**	**1237.22**

Figure 36 : Occupation du sol détaillée en 2021 et évolution par rapport à 2012 et 2017 (source : Institut Paris Région**)**

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de culture à même de présenter un enjeu sanitaire par ingestion ont été recherchées dans la zone d'étude, c'est-à-dire :

- Production alimentaire : jardins potagers, vergers, zones maraichères, terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes AOC, cultures biologiques, etc.), …
- Zones de jeux avec terrains meubles susceptibles d'être ingérés par les enfants : aires de jeux, cours d'école, …
- Jardins familiaux, partagés et collectifs.

D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire graphique 2022, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude.

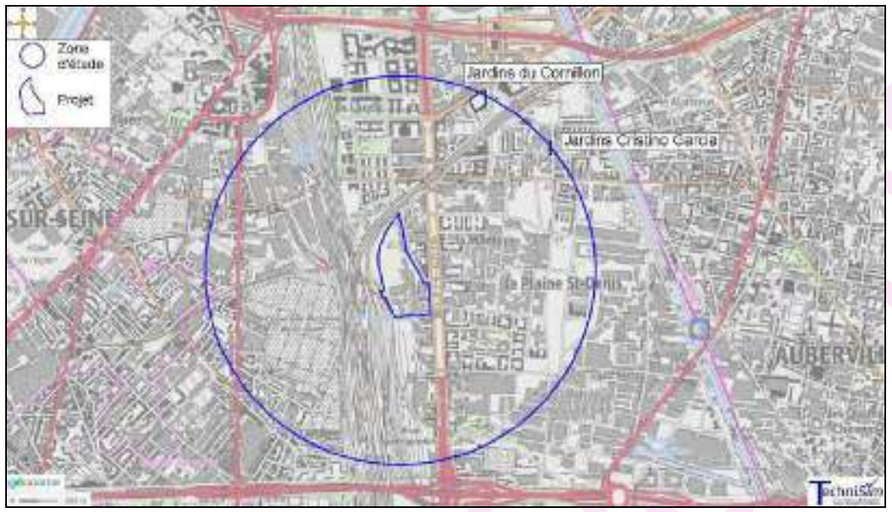


Figure 37 : Jardins familiaux/partagés/potagers au sein de la zone d'étude

La commune de Saint-Denis possède des jardins familiaux/partagés, dont deux situés en bordure de la zone d'étude.
La programmation du projet inclut la création d'un espace de culture urbaine. La création de cet espace à vocation de production alimentaire constitue un enjeu sanitaire par ingestion.

Figure 38 : Zone de culture urbaine (production alimentaire végétale) en projet

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La planche suivante représente la population aux abords du projet, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2017 publiées en 2022) et les tableaux suivants décrivent les caractéristiques de la population.

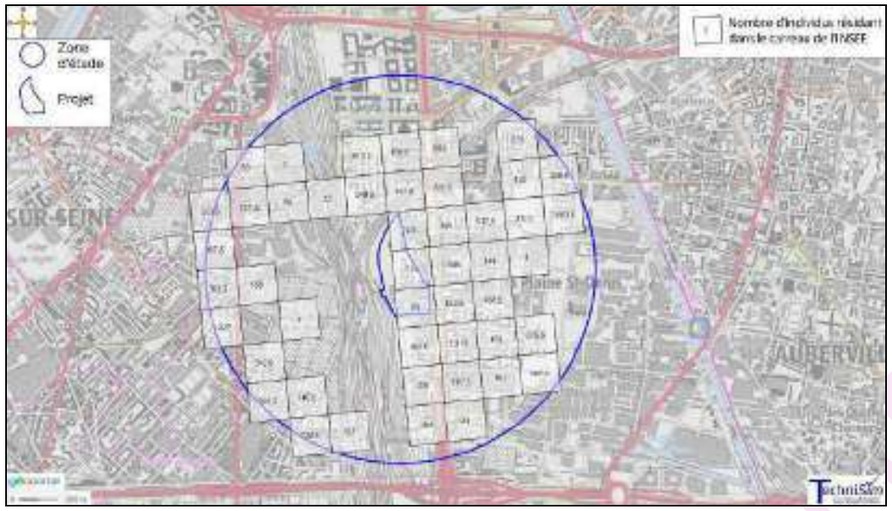


Figure 39 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

Tableau 26 : Caractéristiques des ménages habitant à proximité du projet en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

Paramètres	Valeur
Nombre de ménages résidant dans la zone	8 695
Nombre moyen de personnes par ménage dans la zone d'étude	2,8
Nombre total de ménages propriétaires	8 695
Surface cumulée des résidences principales [m²]	486 490
Nombre de ménages en logement collectif	8 320
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	1 416
Nombre de ménages de 1 personne	2 718
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60 % de la médiane du niveau de vie	2 537

La zone d'étude compte 24 661 habitants, soit une densité moyenne de population estimée à 7 854 hab./km² pour l'ensemble de la zone d'étude (cercle de 1 km de rayon) et à 13 117 hab./km² si l'on ne considère que les parties habitées (carreaux = superficie de 1,88 km²). 95,7 % des ménages sont logés en habitat collectif. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,8.

Tableau 27 : Population par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	**24 662**	2 006	994	2 247	2 502	**5 247**
Proportion	**100 %**	8,1 %	4,0 %	9,1 %	10,1 %	**21,2 %**
	18 à 24 ans	**25 à 39 ans**	**40 à 54 ans**	**55 à 64 ans**	**65 ans et +**	**Inconnu**
Effectif	1 514	6 647	5 001	1 725	**1 399**	625
Proportion	6,1 %	27,0 %	20,3 %	7,0 %	**5,6 %**	2,5 %

Populations les plus vulnérables à la pollution atmosphérique = 6 646 personnes (soit 26,8 %)

Les deux classes d'âges les plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus). Ces catégories représentent respectivement **21,2 % (5 247 individus)** et **5,6 % (1 399 individus)** de la population de la zone d'étude.

La zone d'étude comporte 24 661 habitants dont 6 646 (soit 26,8 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

Les personnes vulnérables à la pollution atmosphérique sont, d'après la *Note Technique NOR:TRET1833075N du 22 février 2019* :

- Les jeunes enfants (dont l'appareil respiratoire n'est pas encore mature) ;
- Les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l'air ;
- Les personnes adultes ou enfants présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ces populations dites 'vulnérables' ont un risque plus important de présenter des symptômes en lien avec la pollution atmosphérique.

D'après le ministère des Solidarités et de la Santé[26], l'âge à partir duquel le système respiratoire peut être considéré comme mature varie d'un enfant à un autre. La vitesse de multiplication alvéolaire au cours de la première année de la vie est très rapide, encore rapide jusqu'à l'âge de 3 ans, puis plus lente jusqu'à 8 ans environ. Après cela, il y a une augmentation continue du diamètre des voies aériennes et un remodelage des alvéoles jusqu'à ce que la croissance physique soit terminée, vers l'adolescence.

[26] https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/qr_air_et_sante.pdf

L'OMS[27] considère que l'adolescence est la période de croissance et de développement humain qui se situe entre l'enfance et l'âge adulte, entre les âges de 10 et 19 ans. Elle représente une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n'est supérieur que pendant la petite enfance.

Il a été recherché la présence d'établissements dits 'vulnérables' à la pollution atmosphérique sur la zone d'étude. Par lieux 'vulnérables', on entend toutes les structures fréquentées par des personnes considérées vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique, c'est-à-dire :

- Établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc. ;
- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

Au total, 31 établissements vulnérables (crèches, écoles, EHPAD) sont répertoriés sur la zone d'étude.
Il est à noter que la crèche (n°9) au sein de l'emprise projet sera relocalisée en 2024-2026.

Ces lieux sont reportés dans la figure et le tableau ci-après.

Tableau 28 : Liste des établissements vulnérables

	N°	Nom	Effectif	Adresse	Coordonnées UTM 31
Crèche	1	Crèche inter-entreprises Les p'tits cadres	n.d	1 Rue du Parc À Charbon 93210 Saint-Denis	453017 5418740
	2	Multi-accueil Club Biberon Pleyel	36 places	36 Bd Ornano 93200 Saint-Denis	451934 5418238
	3	Micro-crèche La Cigogne Landy	10 places	116 Rue du Landy 93400 St-Ouen-sur-Seine	451824 5418121
	4	Multi-accueil Éden Baby Park - Tom Pouce	30 places	9 Avenue Michelet 93400 St-Ouen-sur-Seine	451975 5418021
	5	Multi-accueil "Maison du petit enfant Plumes et Poésie"	40 places	114 Rue du Landy 93200 Saint-Denis	452676 5418257
	6	Multi-accueil collectif départemental Bourdarias	45 places	30 Rue Eugène Berthoud 93400 St-Ouen-sur-Seine	452108 5417178
	7	Crèche Fleur de Lys - La Maison Bleue	29 places	7 Rue Legras 5 93210 Saint-Denis	453274 5417312
	8	Multi-accueil Babilou La Plaine Saint-Denis Gouges	30 places	6 Rue Olympe de Gouges 93210 Saint-Denis	453376 5417572
	9	Multi-accueil "Maison du petit Enfant La Marelle"	60 places	153 Av. du Président Wilson 93210 Saint-Denis	452905 5417636
École Maternelle	1	École maternelle Le Lendit	181 élèves	241 Av. du Président Wilson 93200 Saint-Denis	452907 5418349
	2	École maternelle Robert Doisneau	265 élèves	3 rue Cristino Garcia 93200 Saint-Denis	453534 5418333
	3	École maternelle Le Corduan	117 élèves	12 mail des Maraichers 93200 Saint-Denis	453447 5418089
	4	École maternelle Les Drapiers	135 élèves	9 rue de la Montjoie 93200 Saint-Denis	453079 5417753
	5	École maternelle La Montjoie	123 élèves	8 rue Saint-Just 93200 Saint-Denis	453122 5417465
	6	École maternelle Jules Michelet	179 élèves	9 rue Jean Pernin 93400 St-Ouen-sur-Seine	452030 5417212
	7	École maternelle La Lison	85 élèves	17 rue du Bailly 93200 Saint-Denis	452807 5417951
	8	École maternelle Petits Cailloux	75 élèves	1 bis chemin des Petits Cailloux 93200 Saint-Denis	452824 5417639
École Élémentaire	1	École élémentaire Robespierre	233 élèves	241 Av. du Président Wilson 93200 Saint-Denis	452907 5418349
	2	École élémentaire Maria Casarès	276 élèves	3 rue Cristino Garcia 93200 Saint-Denis	453549 5418362
	3	École élémentaire Taos Amrouche	164 élèves	12 mail des Maraîchers 93200 Saint-Denis	453447 5418089
	4	École élémentaire Gutenberg	153 élèves	9 rue de la Montjoie 93200 Saint-Denis	453079 5417753
	5	École élémentaire Louis Antoine Saint-Just	165 élèves	12 rue Saint-Just 93200 Saint-Denis	453146 5417474
	6	École élémentaire Jules Michelet	277 élèves	143 Rue du Docteur Bauer 93400 St-Ouen-sur-Seine	452045 5417079
	7	École élémentaire Aimé Césaire	114 élèves	17 rue du Bailly 93200 Saint-Denis	452807 5417951
	8	École élémentaire Niki de Saint-Phalle	89 élèves	1 bis chemin des Petits Cailloux 93200 Saint-Denis	452824 5417639
École primaire	1	École primaire Petits Pianos - Lili Boulanger	133 élèves	166 rue du Landy 93200 Saint-Denis	452140 5418141
	2	École primaire Malala Yousafzai	123 élèves	6 rue Henri Murger 93300 Aubervilliers	453582 5418274
	3	École primaire Opaline - Suzanne Lacore	357 élèves	41 rue Chaudron 93200 Saint-Denis	453290 5417389
EHPAD	1	EHPAD La Maison des lumières	84 lits	129 Av. du président Wilson 93210 Saint-Denis	452863 5417467

[27] https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

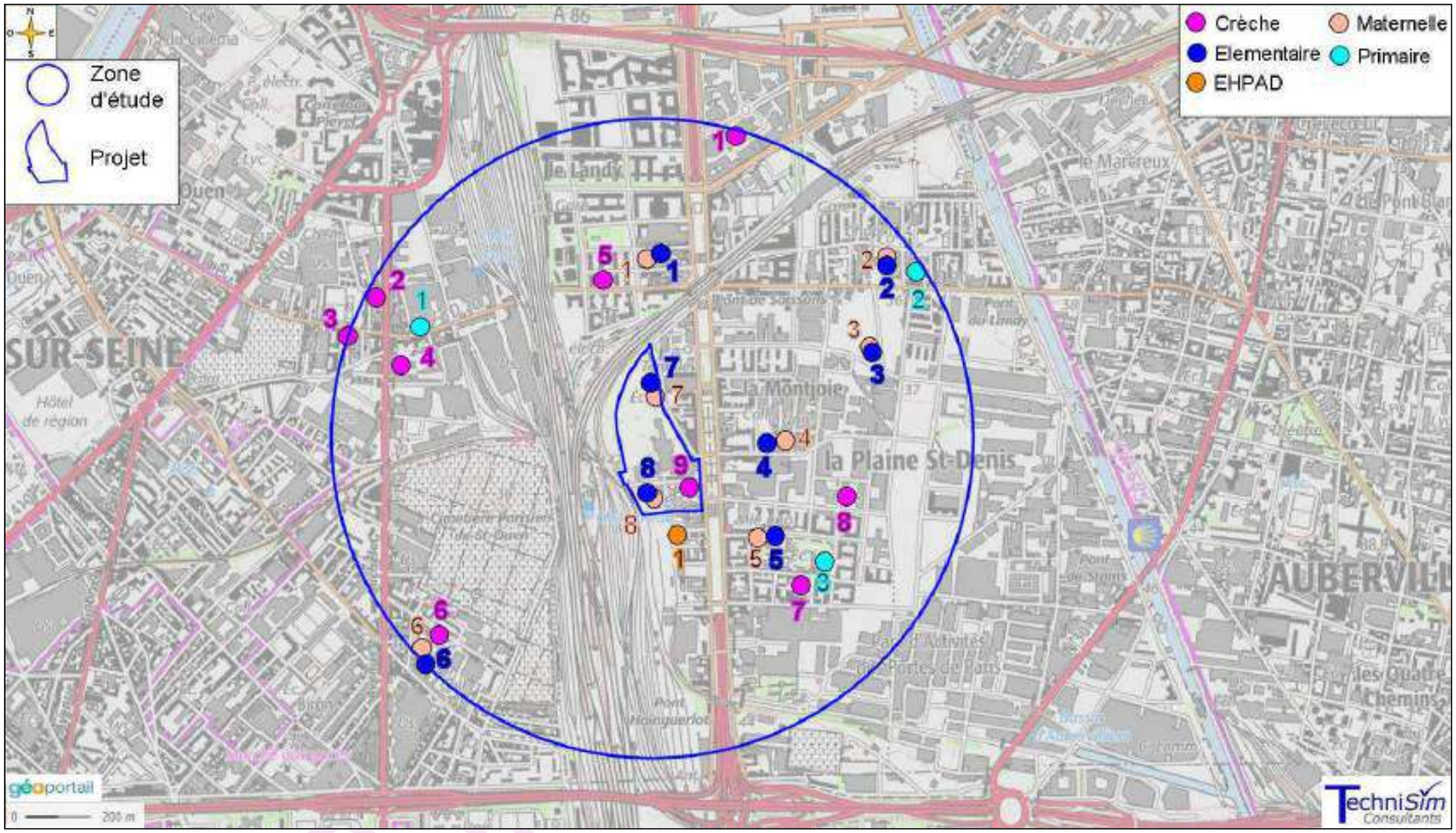


Figure 40 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique ; état actuel

VERS

11.7. SYNTHÈSE

En l'état actuel (2021) selon l'occupation des sols de l'Institut Paris Région :
-L'emprise projet, située sur la commune de Saint-Denis, est constituée d'activités économiques et industrielles, d'équipements et d'espaces ouvert artificialisés.
-La zone d'étude s'étend en sus en partie sur le territoire de Saint-Ouen-sur-Seine et d'Aubervilliers. Elle comporte, en outre, d'autres activités, des habitats individuels et collectifs, des équipements sportifs et de loisirs, des décharges et chantiers et des voies de transport (ferroviaire et routier).
La densité de population de la zone d'étude s'élève à 7 854 hab./km² pour l'ensemble de la zone d'étude et à 13 118 hab./km² si l'on ne considère que les parties habitées.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).
Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants.
Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles. Ce phénomène pouvant être légèrement majoré par la présence des reliefs modérés au sud-ouest du projet, faisant un léger obstacle à la bonne dispersion des polluants atmosphériques.

Enjeux sanitaires par inhalation
-Au total, 31 établissements vulnérables (crèches, écoles, EHPAD) sont répertoriés sur la zone d'étude.
-La zone d'étude comporte 24 661 habitants dont 6 646 (soit 26,8 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
-La programmation inclut la relocalisation d'une crèche sur l'emprise projet.

Enjeux sanitaires par ingestion
D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole 2022, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude.
La commune de Saint-Denis possède des jardins familiaux/partagés, dont 2 situés en bordure de la zone d'étude.
La programmation du projet inclut la création d'un espace de culture urbaine. La création de cet espace à vocation de production alimentaire constitue un enjeu sanitaire par ingestion.

Projets connexes
Des projets d'aménagements urbains et d'infrastructures de transports, localisés sur la zone d'étude, vont modifier les flux de déplacements sur le secteur et sont donc susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude, en fonction des dates de livraison.

DOSSIER DE TRAVAIL

12. MESURES IN SITU

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Les poussières PM10 et PM2,5.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO_2.
Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la Directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO_2 dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

Les mesures des particules (PM10 et PM2,5) sont réalisées à l'aide de micro-capteurs laser autonomes. Les micro-capteurs laser relèvent les concentrations toutes les 5 minutes.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-dessous.

Figure 41 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser pour les particules

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse sont disponibles en détail en annexe.

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesure s'est déroulée du 28 septembre au 24 octobre 2023.
Les prélèvements de NO_2 ont été effectués sur 8 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des réplicats ont été réalisés au point n°5. Un 'blanc' a été réalisé pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (point n°8).
Les mesures de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°6 et 7.

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet. Chaque point de mesure est repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, …), description de l'environnement immédiat du point de mesure (habitations, …).
L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe.
Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

La carte suivante indique la localisation de chaque point de mesure et le tableau suivant leur typologie. La campagne se déroule en milieu urbain.

Figure 42 : Emplacements des points de mesure *in situ*

Tableau 29 : Typologie des points de mesure

POINTS	Remarque Typologie	POINTS	Remarque Typologie
N°1	Trafic	**N°5**	Trafic
N°2	Trafic	**N°6**	Fond projet
N°3	Trafic	**N°7**	Trafic
N°4	Trafic	**N°8**	Fond projet

Avertissement important : les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURE

Les conditions météorologiques détaillées sont disponibles en annexe.

Lors de la campagne de mesures, les précipitations ont été plus faibles, en termes de hauteurs de précipitation cumulées, que la normale saisonnière [1990-2020], tandis que les températures, l'ensoleillement et le nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm ont été supérieures aux normales saisonnières [1991-2020].
Les pressions mesurées ont majoritairement été anticycloniques avec un fort épisode dépressionnaire en fin de période. Les vents faibles ont été présents sur 86,3 % de la campagne de mesure.
Ces conditions ont eu plutôt tendance à favoriser l'accumulation des polluants sur les deux premiers tiers de la période et plutôt à favoriser la dispersion en fin de période.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées :

- du 28 septembre 11h40 au 24 octobre 2023 10h29 au point n°6.
- du 28 septembre 10h26 au 24 octobre 2023 10h52 au point n°7.

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations mesurées sur la période (la fréquence des mesures est une valeur moyennée toutes les 5 minutes environ).

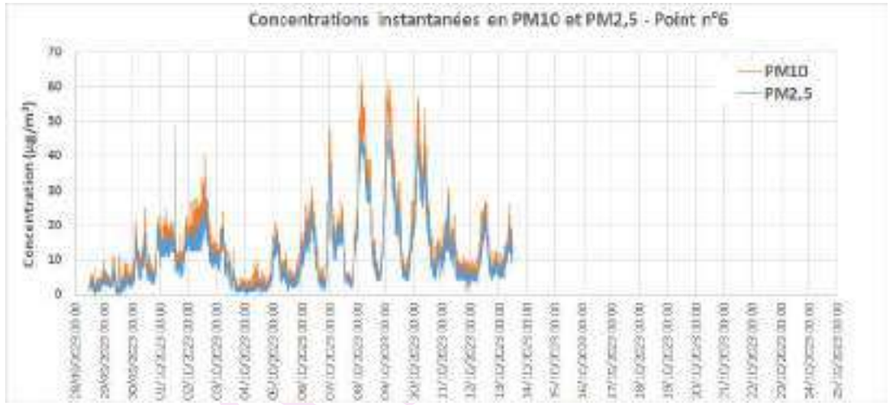


Figure 43 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 sur le point n°6 lors de la campagne de mesure (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

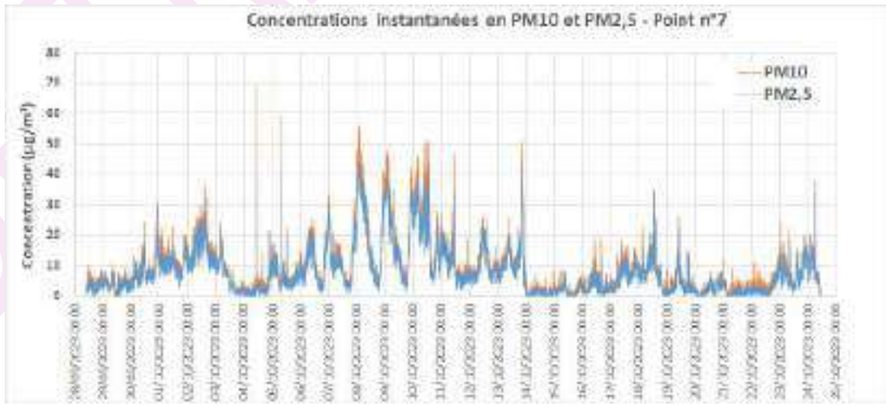


Figure 44 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 sur le point n°7 lors de la campagne de mesure (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

Remarque : Les pics fins et intenses peuvent provenir du passage d'un véhicule polluant (diesel) et/ou de piétons en train de fumer.

Les résultats en moyennes journalières et sur la période de mesure sont disponibles dans les tableaux et les graphiques ci-après. La dernière ligne du tableau présente les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5, le pourcentage de couverture des données et le rapport PM2,5/PM10 moyens pour l'ensemble de la campagne de mesures.

VERSION DRAFT

Point n°6

Tableau 30 : Résultats des mesures des particules PM10 et PM2.5 au point n°6 lors de la campagne de mesure

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Point n°6		
		Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
28/09/2023	51,7 %	3,3	2,4	72,6 %
29/09/2023	100 %	4,1	3,1	75,1 %
30/09/2023	100 %	10,1	8,6	85,3 %
01/10/2023	100 %	14,2	12,0	84,2 %
02/10/2023	100 %	18,6	15,2	82,0 %
03/10/2023	100 %	6,7	5,9	87,9 %
04/10/2023	100 %	3,5	2,5	71,2 %
05/10/2023	100 %	7,7	6,5	84,3 %
06/10/2023	100 %	14,0	12,0	85,4 %
07/10/2023	100 %	14,4	12,5	87,0 %
08/10/2023	100 %	26,2	22,5	85,6 %
09/10/2023	100 %	24,9	21,1	84,6 %
10/10/2023	100 %	23,6	20,2	85,8 %
11/10/2023	100 %	11,1	9,3	83,7 %
12/10/2023	100 %	11,4	10,0	87,6 %
13/10/2023	50,7 %	11,7	10,4	88,3 %
14/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
15/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
16/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
17/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
18/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
19/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
20/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
21/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
22/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
23/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
24/10/2023	0 %	n.d.	n.d.	n.d.
Période	55,6 %	**13,2**	**11,2**	**84,7%**

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°6 est de 55,6 % sur 27 jours (14 jours complets, 2 journées partielles, 11 jours de données indisponibles).

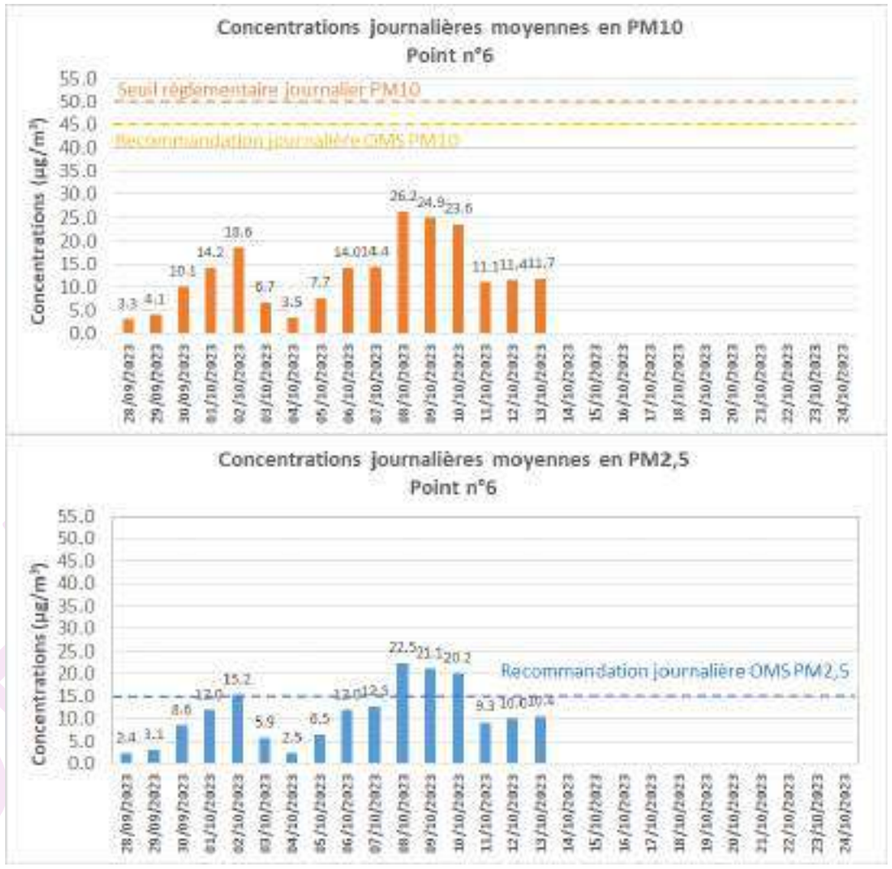


Figure 45 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°6 lors de la campagne de mesure

Point n°7

Tableau 31 : Résultats des mesures des particules PM10 et PM2.5 au point n°7 lors de la campagne de mesure

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Point n°7		
		Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
28/09/2023	56,3 %	3,6	2,9	82,0 %
29/09/2023	100 %	3,9	3,3	83,8 %
30/09/2023	100 %	9,0	8,1	89,7 %
01/10/2023	100 %	11,1	9,9	89,9 %
02/10/2023	100 %	16,6	14,6	88,1 %
03/10/2023	100 %	6,0	5,5	92,5 %
04/10/2023	100 %	3,5	2,7	76,2 %
05/10/2023	100 %	6,7	5,8	86,7 %
06/10/2023	100 %	11,4	10,2	89,4 %
07/10/2023	100 %	11,9	11,0	92,3 %
08/10/2023	100 %	22,4	20,4	90,8 %
09/10/2023	100 %	20,3	18,4	90,8 %
10/10/2023	100 %	21,9	19,9	91,0 %
11/10/2023	100 %	10,5	9,3	88,6 %
12/10/2023	100 %	10,9	10,0	91,6 %
13/10/2023	100 %	13,9	12,6	91,2 %
14/10/2023	100 %	1,3	0,8	64,9 %
15/10/2023	100 %	1,9	1,5	79,9 %
16/10/2023	100 %	3,7	2,8	76,3 %
17/10/2023	100 %	7,3	6,5	88,7 %
18/10/2023	100 %	8,4	7,7	92,0 %
19/10/2023	100 %	4,1	3,4	83,5 %
20/10/2023	100 %	2,6	2,2	86,6 %
21/10/2023	100 %	1,7	1,1	66,9 %
22/10/2023	100 %	3,5	2,6	73,3 %
23/10/2023	100 %	8,8	7,8	88,4 %
24/10/2023	45,5 %	9,5	8,7	91,7 %
TOTAL	96,4 %	**8,8**	**7,8**	**88,8 %**

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°7 est de 96,4 % sur 27 jours (15 jours complets, 2 journées partielles).

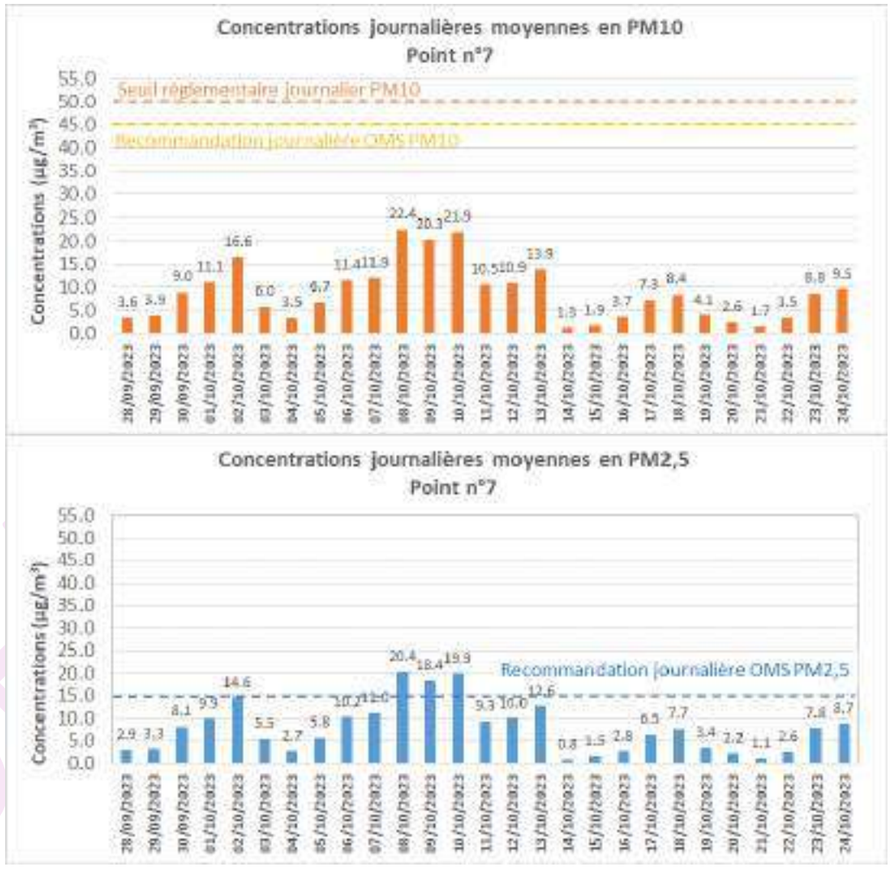


Figure 46 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°7 lors de la campagne de mesure

VERSION DRAFT

Interprétation des résultats

Sur la période de mesure effective, les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont de :

- Point n°6 : 13,2 µgPM10/m³ et 11,2 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 84,7 % PM10) ;
- Point n°7 : 8,8 µgPM10/m³ et 7,8 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 88,8 % PM10).

Note : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesures, ces concentrations ne sont bien entendu pas comparables à des moyennes annuelles.

Les concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 ont été comprises :

- Point n°6 :
  - Entre 3,3 µgPM10/m³ (le 28/09/2023) et 26,2 µgPM10/m³ (le 08/10/2023) ;
  - Entre 2,4 µgPM2,5/m³ (le 29/09/2023) et 22,5 µgPM2,5/m³ (le 08/10/2023).
- Point n°7 :
  - Entre 1,3 µgPM10/m³ (le 14/10/2023) et 22,4 µgPM10/m³ (le 08/10/2023) ;
  - Entre 0,8 µgPM2,5/m³ (le 14/10/2023) et 20,4 µgPM2,5/m³ (le 08/10/2023).

Selon les recommandations de l'OMS, le seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 jours par an pour les particules PM10.
Aucun dépassement journalier n'est constaté sur la période de mesure pour les points n°6 et 7.
Remarque : la réglementation française autorise quant à elle 35 jours par an de dépassement du seuil de 50 µgPM10/m³.

Pareillement, l'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 15 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 à 4 jours par an pour les PM2,5.
4 jours de dépassements de la valeur guide journalière OMS pour le point n°6 et 3 jours pour le point n°7 sont constatés.
Remarque : La réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5.

Comparaison avec les mesures Airparif

À titre purement informatif, les résultats des concentrations moyennes journalières des stations Airparif « Autoroute A1 » et « Paris 18ème » pour les particules PM2,5 et PM10; et les concentrations moyennes globales sur le même laps de temps que les mesures in situ sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 32 : Résultats des mesures de la station Airparif en particules PM10 et PM2.5 du 28 septembre au 24 octobre 2023 en moyennes journalières et en moyenne sur la période

Airparif	Autoroute A1			Paris 18ème		
	Trafic autoroutier			Fond urbain		
DATE	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5 / PM10	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5 / PM10
28/09/2023	30,0	12,7	42,4 %	20,1	6,7	33,6 %
29/09/2023	27,4	12,2	44,4 %	15,1	4,7	30,8 %
30/09/2023	38,5	18,7	48,7 %	22,1	11,8	53,4 %
01/10/2023	36,7	21,1	57,4 %	19,6	11,0	56,4 %
02/10/2023	48,9	21,1	43,1 %	27,9	14,1	50,6 %
03/10/2023	25,4	10,3	40,4 %	14,1	5,5	38,8 %
04/10/2023	38,8	13,1	33,7 %	18,4	6,7	36,4 %
05/10/2023	40,2	14,9	37,1 %	22,6	9,7	43,1 %
06/10/2023	57,1	21,9	38,3 %	26,2	13,1	50,2 %
07/10/2023	41,3	23,0	55,7 %	25,4	14,9	58,7 %
08/10/2023	44,8	29,0	64,7 %	34,7	20,3	58,5 %
09/10/2023	n,d,	31,9	n,d,	34,2	15,9	46,6 %
10/10/2023	n,d,	28,1	n,d,	34,4	14,3	41,6 %
11/10/2023	45,9	20,1	43,8 %	31,9	10,0	31,3 %
12/10/2023	28,9	16,2	56,1 %	22,5	8,2	36,5 %
13/10/2023	34,6	16,0	46,2 %	30,2	11,8	39,1 %
14/10/2023	28,0	10,3	36,6 %	13,7	5,3	38,7 %
15/10/2023	20,8	9,2	44,3 %	11,6	5,6	48,1 %
16/10/2023	27,2	7,3	26,8 %	15,9	6,4	40,5 %
17/10/2023	35,8	10,9	30,5 %	19,7	7,6	38,3 %
18/10/2023	19,8	8,6	43,6 %	14,3	5,4	37,7 %
19/10/2023	24,3	8,7	35,9 %	13,3	3,3	24,6 %
20/10/2023	19,7	9,3	47,2 %	11,3	3,2	28,3 %
21/10/2023	18,4	6,7	36,4 %	12,6	3,6	28,9 %
22/10/2023	24,8	12,0	48,2 %	17,3	6,6	37,9 %
23/10/2023	21,1	10,6	50,3 %	13,1	5,9	44,9 %
24/10/2023	24,5	10,2	41,6 %	13,4	3,7	27,6 %
Période 28/09–13/10	**38,5**	**19,4**	**50,4 %**	**25,0**	**11,2**	**47,3 %**
Période 28/09–24/10	**31,6**	**15,4**	**48,8 %**	**20,7**	**8,7**	**42,1 %**

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Les concentrations moyennes en particules déterminées par Airparif, sur les périodes équivalentes aux mesures in situ, sont de :

- **Période équivalente au point n°6 :** 38,5 µgPM10/m³ et 19,4 µgPM2.5/m³ en condition trafic autoroutier (station Autoroute A1) et de 25,0 µgPM10/m³ et 11,2 µgPM2.5/m³ en condition de fond urbain (station « Paris 18ème »).

VERSION D

- **Période équivalente au point n°7 :** 31,6 µgPM10/m³ et 15,4 µgPM2.5/m³ en condition trafic autoroutier (station Autoroute A1) et de 20,7 µgPM10/m³ et 8,7 µgPM2.5/m³ en condition de fond urbain (station « Paris 18ème »).

Les concentrations moyennes journalières en particules relevées par Airparif ont été comprises :

- station « Autoroute A1 » : entre 18,4 µgPM10/m³ (21/10/2023) et 57,1 µgPM10/m³ (06/10/2023) et entre 6,7 µgPM2,5/m³ (21/10/2023) et 31,9 µgPM2,5/m³ (09/10/2023).
- station « Paris 18ème » : entre 11,3 µgPM10/m³ (20/10/2023) et 34,7 µgPM10/m³ (08/10/2023) et entre 3,2 µgPM2,5/m³ (20/10/2023) et 20,3 µgPM2,5/m³ (08/10/2023).

Aucun dépassement de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM10 (45 µgPM10/m³), sur la période correspondant aux mesures in situ, n'est constaté au niveau de la station de mesure de fond urbain (Paris 18ème) tandis que 3 dépassements sont observés au niveau de la station trafic Autoroute A1 dont 1 dépassement de la valeur seuil réglementaire journalière (station installée sur la zone non enterrée).
2 dépassements de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2.5 (15 µgPM10/m³), sur la période correspondant aux mesures in situ, est constaté au niveau de la station de mesure de fond urbain (Paris 18ème) tandis que 11 dépassements sont observés au niveau de la station trafic Autoroute A1 (station installée sur la zone non enterrée).

Il est possible de conclure que - pendant la période de mesure - la qualité de l'air aux abords du projet n'est pas impactée par les particules PM10 (aucun dépassement de la recommandation journalière de l'OMS pour les PM10 n'est constaté). Cependant, sur la période de 27 jours de mesures, 3 et 4 dépassements de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM2.5 sont survenus. L'OMS préconise de ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an la valeur guide.
Le secteur projet est de fait soumis à une pollution aux PM2.5 ; à l'instar, pour rappel, de l'ensemble des zones urbanisées franciliennes comme françaises.
Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 27 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants sur les premiers deux tiers de la période et favorisé la dispersion sur le dernier tiers.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les échantillonneurs (tubes passifs) ont été exposés du 28 septembre au 24 octobre 2023, avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse. 1 duplicat a été réalisé au niveau du point n°5. Les résultats des mesures sont reportés dans le tableau suivant.

Tableau 33 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]

Dioxyde d'azote			
Points	**Durée d'exposition**	**Concentration Moyenne µg/m³**	**Écart standard**
N°1	624,4	36,2	-
N°2	624,4	35,8	-
N°3	624,4	56,4	-
N°4	623,8	40,6	-
N°5	623,6	34,1	1,0 %
N°6	623,6	29,2	-
N°7	622,8	48,7	-
N°8	624,4	30,9	-
N°8 (blanc)	622,7	< 0,3	-

LD (Limite Détection) = 0,3 µg/m³

Validité des mesures

Les écarts relatifs entre les doublons d'un point de mesure de NO_2 sont calculés selon la formule suivante :

$$ER[\%] = 100 \times \left| \frac{m-a}{m} \right|$$

avec :

$$m = \frac{a+b}{2}$$

a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A
b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Ces écarts relatifs procurent une information sur la dispersion des résultats.
Pour le point de mesure ayant été doublé (n°5), l'écart relatif est inférieur à 5 %. Cela confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.
La valeur du blanc (n°8) est inférieure à la limite de détection.

Interprétation des résultats

Pour rappel, les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 µg/m^3 en moyenne annuelle ;
- 200 µg/m^3 en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

Le graphe suivant illustre les teneurs mesurées en dioxyde d'azote pendant la campagne de mesure. Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une teneur moyenne annuelle, ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO_2 entre les différents points de mesures.

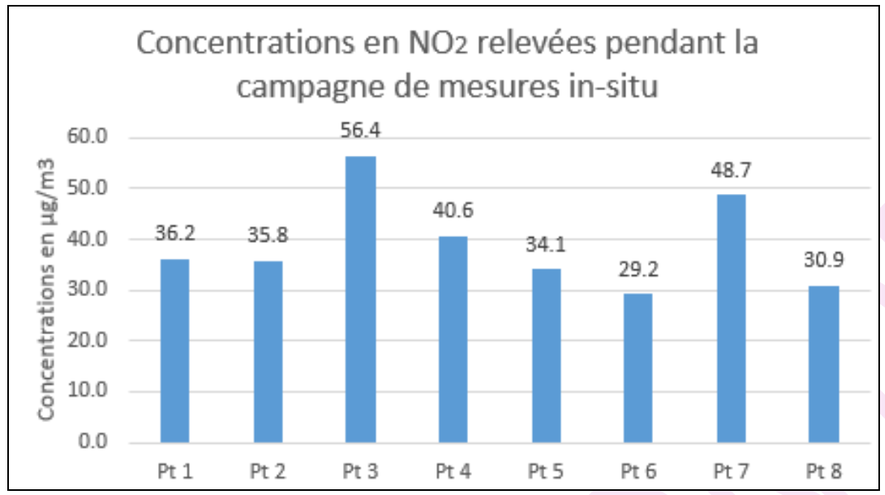


Figure 47 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Les teneurs relevées sont comprises entre 29,2 µg/m^3 au point n°6 et 56,4 µg/m^3 au point n°3, en moyenne sur la période de mesure.
Les points n°6 et 8 (en condition de fond projet), présentent les concentrations les plus basses.
Les points n°3 et 7, localisés en condition trafic soutenu (D911 Bd du Président Wilson) présentent les concentrations les plus élevées.
Les points n°1, 2, 4 et 5 en situation trafic de desserte locale présentent des concentrations intermédiaires.

Comparaison avec les données Airparif

Le tableau ci-dessous résume les données d'Airparif en NO_2 aux stations « Autoroute A1 » et « Paris 18ème » correspondant à la période de mesure.

Tableau 34 : Données Airparif disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées 28 septembre au 24 octobre 2023 (correspondant à la campagne de mesure)

Données NO_2 Airparif	Autoroute A1	Paris 18ème
	Trafic autoroutier	Fond urbain
Concentration moyenne	55,0	31,3
Concentration maximum horaire sur la période	133,7	101,2
Nombre de dépassements du seuil de recommandation et d'information *(200 µg/m^3 en moyenne horaire)*	0	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte *(200 µg/m^3 en moyenne horaire si dépassement la veille et risque de dépassement le lendemain)*	0	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte *(400 µg/m^3 en moyenne horaire dépassé pendant 3h consécutives)*	0	0

Au niveau des stations Airparif, aucun dépassement du seuil horaire en NO_2 n'est enregistré sur les périodes correspondant à la campagne de *mesures in situ*.

Les points de mesure *in situ* implantés en situation trafic importants (points n°3 et 7) présentent des concentrations de l'ordre de celle relevée à la station Airparif de trafic autoroutier (Autoroute A1).
Les points de fons projet (n°6 et8) présentent des concentrations équivalentes à celle relevée en situation de fond urbain à la station Airparif Paris 18ème.

Les résultats des mesures *in situ* en NO_2 font ressortir l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air (concentrations d'autant plus élevées le long des voies routières que les volumes de trafic sont importants).

VERSION DE TRAVAIL

12.4. SYNTHÈSE DES MESURES *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 8 points et des particules sur 2 points sur la période du 28 septembre au 24 octobre 2023.
Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 27 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants sur les premiers deux tiers de la période et favorisé la dispersion sur le dernier tiers.

Pour les particules PM10 et PM2,5 les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, au niveau du point n°6 (fond projet ; mesure uniquement disponibles du 28/09 au 13/10 : période pour laquelle la météorologie a été propice à l'accumulation des polluants), de 13,2 µgPM10/m³ et de 11,2 µgPM2,5/m³ ; du point n°7 (conditions trafic ; mesures disponibles sur l'intégralité de la période), de 8,8 µgPM10/m³ et de 7,8 µgPM2,5/m³. Les teneurs moyennes en particules au point n°6 sont donc surestimées par rapport à si les mesures avaient été disponibles sur l'ensemble de la période.
Sur la période de 27 jours (point n°7) et de 16 jours (point n°6), aucun dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10 et de la valeur guide de l'OMS n'est enregistré pour les deux points de mesure. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an.
Concernant les PM2.5, 3 jours (point n°7) et 4 jours (point n°6) de dépassement de la valeur guide de l'OMS (15 µg/m³) sont constatés. L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an. La règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2.5.
Le secteur projet est de fait soumis à une pollution aux PM2.5 ; à l'instar, pour rappel, de l'ensemble des zones urbanisées franciliennes comme françaises.

Pour le dioxyde d'azote, Les teneurs relevées sont comprises entre 29,2 µg/m³ au point n°6 et 56,4 µg/m³ au point n°3, en moyenne sur la période de mesure.
Les points n°6 et 8 (en condition de fond projet), présentent les concentrations les plus basses.
Les points n°3 et 7, localisés en condition trafic soutenu (D911 Bd du Président Wilson) présentent les concentrations les plus élevées.
Les points n°1, 2, 4 et 5 en situation trafic de desserte locale présentent des concentrations intermédiaires.

Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.

Les concentrations en polluants relevées au niveau des différents points de mesures *in situ* sont reportées sur la planche suivante.

DOSSIER DE TRAVAIL

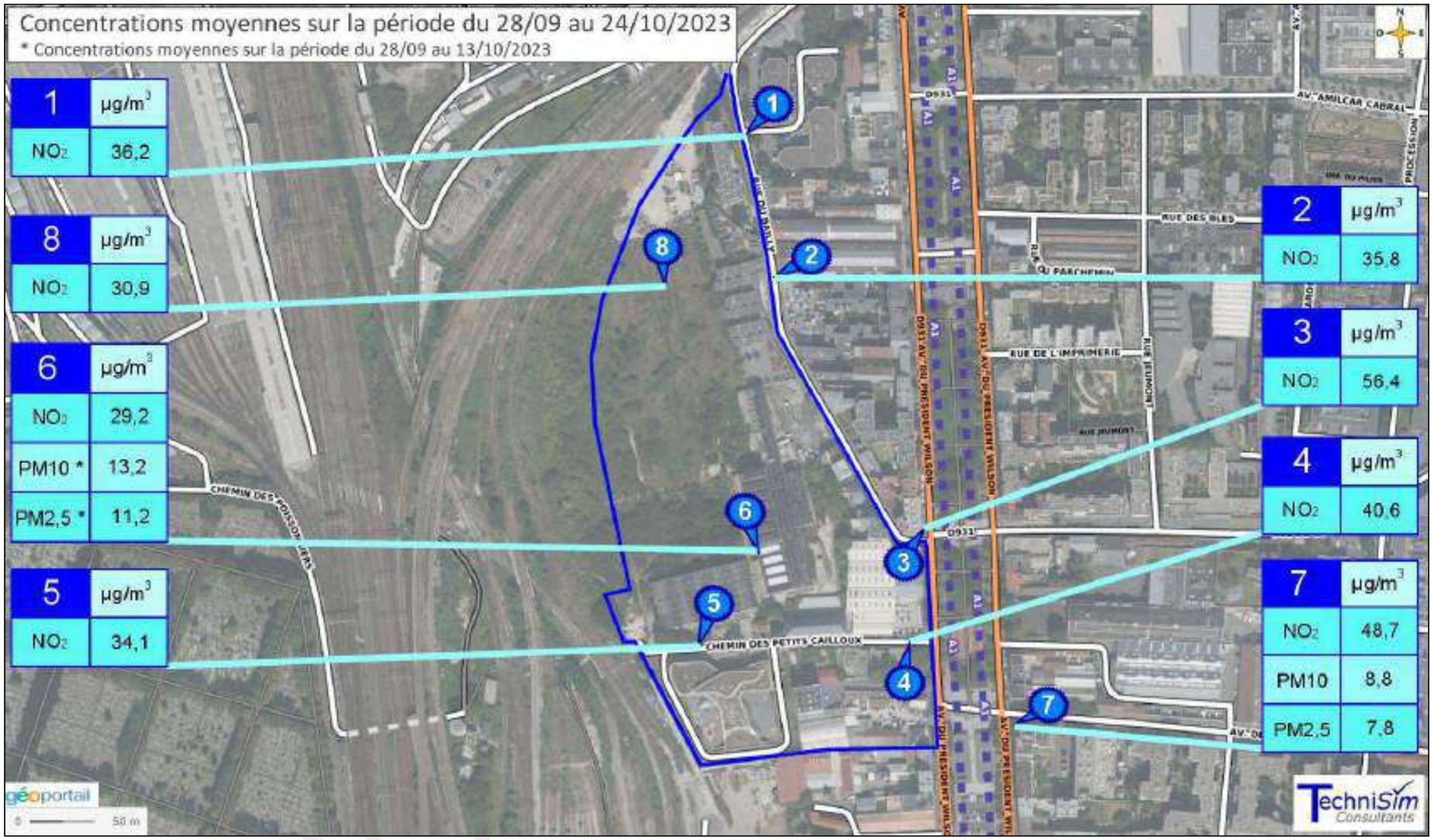


Figure 48 : Résultats des mesures *in situ* (concentrations moyennes sur la période de mesure, 28/09 au 24/10/2023 sauf pour les particules au point n°6 : moyennes sur la période du 28/09 au 13/10 2023)

Conclusion de l'état actuel

VERSION DE TRAVAIL

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

La commune de Saint-Denis présente une qualité de l'air qualifiée de « moyenne » à « dégradée » selon l'indice ATMO (2022) et compte-tenu des recommandations de l'OMS dépassées (modélisations Airparif 2020 et 2022).

Concernant le secteur résidentiel et tertiaire et les activités, la population supplémentaire (résidents/travailleurs) et les visiteurs induits par la réalisation des aménagements alentours va nécessairement générer une augmentation des déplacements sur le secteur et donc des trafics. Les émissions liées au bâti devraient être restreintes en fonction du recours aux énergies renouvelables ainsi que des normes énergétiques constructives mises en place (qui plus est si la RE2020 est applicable à ces projets).

Regardant l'augmentation du trafic potentiellement induite, les émissions supplémentaires devraient être compensées (au moins partiellement) par l'amélioration technologique des véhicules et le renouvellement du parc automobile.

De plus, à l'horizon 2030, 2 projets d'infrastructures de transports en commun sont recensés à proximité (Prolongement du tramway T8 et gare Saint-Denis du Grand Paris express). Ces équipements devraient permettre un report modal d'une partie des flux de véhicules de la zone d'étude.

Par ailleurs, la qualité de l'air a tendance à s'améliorer graduellement ces dernières années (malgré un ralentissement de l'amélioration constaté entre 2021 et 2022) et devrait conserver cette évolution, d'autant plus que les années à venir vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, …), l'abandon progressif du carburant diesel et l'arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM) ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l'Europe) votée le 8 juin 2022.
Pour l'ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violets solaires et les températures élevées liées aux vagues de chaleur de plus en plus fréquentes que l'on retrouve en région Île-de-France (à l'instar de la France métropolitaine) favorisent des teneurs importantes en ozone en saison estivale.

14. CONCLUSION DE L'ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel s'inscrit dans le cadre du volet Air et Santé du projet d'aménagement immobilier « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis en Seine-Saint-Denis [93].

L'état actuel a été mené en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant à une opération d'aménagement urbain.

Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les secteurs en dépassement réglementaires notamment les voies routières à circulation importante et leurs abords proches (notamment l'A86, A1 non souterraine, Boulevard Périphérique, RD14) [cf. Carte 2022 Airparif modélisation NO_2]. Sur l'emprise projet, aucun secteur ne présente des dépassements des seuils réglementaires.

Les **zones à enjeux** en termes de **population** sont les habitants (actuels et futurs) et les personnes fréquentant les établissements vulnérables à la pollution atmosphérique de la zone d'étude exposés à des concentrations supérieures aux valeurs guides OMS, (Nombre et localisation des habitants de la **zone d'étude** par carreaux INSEE de 200m x 200m résidant dans les zones en dépassement des recommandations de l'OMS ; localisation des lieux vulnérables actuels et futurs, futurs résidents du projet).

La commune de Saint-Denis possède des jardins familiaux/partagés, dont 2 situés en bordure de la zone d'étude. La programmation du projet inclut la création d'un espace de culture urbaine. La création de cet espace à vocation de production alimentaire constitue un **enjeu sanitaire par ingestion**.

Le tableau et la figure suivants synthétisent l'état actuel et les enjeux de la zone d'étude.

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 35 : Synthèse de l'état actuel

DOMAINES		Sensibilité
COMPATIBILITÉ DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification en lien avec la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	L'emprise projet, située sur la commune de Saint-Denis, est constituée d'activités économiques et industrielles, d'équipements et d'espaces ouvert artificialisés.	
	La zone d'étude s'étend en sus en partie sur le territoire de Saint-Ouen-sur-Seine et Aubervilliers. Elle comporte en outre d'autres activités, des habitats individuels et collectifs, des équipements sportifs et de loisirs, des décharges et chantiers et des voies de transport (ferroviaire et routier).	
	La population de la zone d'étude, était, en 2017 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), de 24 661 individus soit une densité moyenne de population estimée à 7 854 hab./km² pour l'ensemble de la zone d'étude et de 13 117 hab./km² si l'on ne considère que les parties habitées (superficie de 2,8 km² pour la zone carroyée).	
	La zone d'étude est sous couvert du PPA Île-de-France et est incluse dans la **Z**one **S**ensible pour la **Q**ualité de l'**A**ir au sens du SRCAE Île-de-France.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	**Niveau régional** : Depuis les années 1990, la qualité de l'air en Île-de-France va en s'améliorant. L'année 2020 est apparue comme une année très singulière, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont entrainé une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps. En 2022, comparativement à 2021, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l'exception de l'ozone qui continue d'augmenter. Cependant, la baisse des niveaux moyens en PM10 et PM2.5 observée ces dix dernières années semble s'essouffler.	**Moyenne**
	Niveau départemental : Le département de la Seine-Saint-Denis connaît des épisodes de pollution atmosphérique, notamment aux PM10 (en hiver) et à l'O_3 (en été). En fonction des années et des conditions météorologiques, les concentrations fluctuent. Il demeure que des déclenchements de procédures pour les PM10 et l'ozone se produisent encore au niveau départemental. En 2022, 2 jours de déclenchement de la procédure d'information-recommandations se sont produits concernant les PM10 et 3 jours concernant l'ozone pour ce même seuil.	
	Stations de mesures Airparif : D'après les mesures Airparif à la station la plus proche du projet, sur la période 2017-2022, il est observé : -**Dioxyde d'azote (NO_2)** : les concentrations moyennes annuelles dépassent le seuil réglementaire de 40 µg/m³ et donc la ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ tous les ans. Le seuil d'information-recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire) est respecté depuis 2021 et la recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est largement dépassée chaque année. -**Particules PM10 :** les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire (40 µg/m³) depuis 2020. Cependant, la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où les concentrations moyennes journalières sont supérieures au seuil journalier (50 µg/m³ en moyenne journalière) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels depuis 2020. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 jours de dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est largement dépassée chaque année. -**Particules PM2,5 :** la valeur limite en moyenne annuelle (25 µg/m³) est respectée chaque année depuis 2017, mais la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) est systématiquement dépassée. Le nombre de dépassements de la valeur de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation OMS) est largement supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an. -**Monoxyde de carbone (CO) :** les concentrations respectent chaque année les valeurs réglementaires.	
	Indice ATMO : Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Saint-Denis en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 0,3 % de la période, « Moyenne » 65,2 % de la période, « Dégradée » 19,7 % de la période et « Mauvaise » 14,3 % de la période et « Très mauvaise » 0,3 % de l'année.	
	Modélisations Airparif : Selon les modélisations Airparif 2020/2022 : -À l'échelle de **la zone d'étude,** il ressort que les seuils réglementaires annuels en PM10, PM2,5, benzène sont respectés sur l'intégralité de la zone d'étude, contrairement à celui du NO_2 dépassé au niveau des voies de circulation non souterraines de l'A1. La réglementation journalière pour les PM10 est également non respectée au niveau des voies de circulation non souterraines de l'A1. La formation de l'ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. En 2022, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée mais l'objectif de qualité est tout de même dépassé. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production. Les recommandations de l'OMS en moyenne annuelle, pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées.	

DOMAINES		Sensibilité
	-À l'échelle de **<u>l'emprise projet</u>**, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5, benzène) sont respectés ainsi que le nombre maximum de dépassements autorisés du seuil journalier en PM10. Les objectifs de qualité annuels pour le NO_2, les PM10 et le benzène sont respectés sur l'ensemble de l'emprise projet, tandis que ceux des PM2,5 et de l'ozone sont dépassés. Les recommandations de l'OMS, en moyenne annuelle, pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont toutes dépassées sur l'emprise projet. **En tout état de cause, la qualité de l'air sur <u>l'emprise projet</u> peut être qualifiée de moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées, nonobstant le respect des seuils réglementaires.**	
Mesures in-situ	Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 8 points et des particules sur 2 points sur la période du 28 septembre au 24 octobre 2023. Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 27 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants sur les premiers deux tiers de la période et favorisé la dispersion sur le dernier tiers. **<u>Pour les particules PM10 et PM2,5</u>** les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, au niveau du point n°6 (fond projet ; mesure uniquement disponibles du 28/09 au 13/10 : période pour laquelle la météorologie a été propice à l'accumulation des polluants), de 13,2 µgPM10/m³ et de 11,2 µgPM2,5/m³ ; du point n°7 (conditions trafic ; mesures disponibles sur l'intégralité de la période), de 8,8 µgPM10/m³ et de 7,8 µgPM2,5/m³. Les teneurs moyennes en particules au point n°6 sont donc surestimées par rapport à si les mesures avaient été disponibles sur l'ensemble de la période. Sur la période de 27 jours (point n°7) et de 16 jours (point n°6), aucun dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10 et de la valeur guide de l'OMS n'est enregistré pour les deux points de mesure. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m^3 sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m^3 ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Concernant les PM2.5, 3 jours (point n°7) et 4 jours (point n°6) de dépassement de la valeur guide de l'OMS (15 µg/m^3) sont constatés. L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an. La règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2.5. Le secteur projet est de fait soumis à une pollution aux PM2.5 ; à l'instar, pour rappel, de l'ensemble des zones urbanisées franciliennes comme françaises. **<u>Pour le dioxyde d'azote</u>**, Les teneurs relevées sont comprises entre 29,2 µg/m^3 au point n°6 et 56,4 µg/m^3 au point n°3, en moyenne sur la période de mesure. Les points n°6 et 8 (en condition de fond projet), présentent les concentrations les plus basses. Les points n°3 et 7, localisés en condition trafic soutenu (D911 Bd du Président Wilson) présentent les concentrations les plus élevées. Les points n°1, 2, 4 et 5 en situation trafic de desserte locale présentent des concentrations intermédiaires. Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne. Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.	
Sources d'émission de polluants atmosphériques	Sur le territoire de l'EPT Plaine Commune dont fait partie Saint-Denis, en 2019, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, NH_3, PM10, PM2,5, COVNM, GES), le **résidentiel** (COVNM, PM2,5, PM10, GES, NH_3, NOx), le **tertiaire** (GES, NOx, SO_2), la **branche énergie** (SO_2, NH_3, NOx, PM2,5, PM10), les **déchets** (GES, SO_2, NOx), **l'industrie** (COVNM) et les **chantiers** (PM10, PM2,5, COVNM).	
	À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière moindre comparativement aux sources précitées.	
	Les principales voies routières de la zone d'étude sont l'Autoroute A86 (183 813 véh/jour en 2019, l'Autoroute A1 (132 186 véh/jour en 2019), le Boulevard Périphérique (258 000 véh/jour en 2010 à Porte de la Chapelle), la RD931 (20 853 véh/jour en 2013), la RD20 (10 230 véh/jour dont 9 % de PL en 2017), et la RD14 (22 429 véh/jour en 2013).	
	Le projet est à proximité immédiate de voies ferrées, desservant les gares de « La Plaine Stade de France » (RER B), « Stade de France Saint-Denis » (RER D) et « Les Grésillons » (transport de fret sur la ligne 963).	
	Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude et à proximité du projet, en fonction des types d'énergie utilisés, notamment si utilisation du bois ou de produits pétroliers/charbon comme combustibles.	
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes, un établissement déclarant des rejets de polluants dans l'atmosphère est implanté dans la zone d'étude. Cependant, la dernière année présentant des rejets déclarés est 2009.	

DOMAINES		Sensibilité
	Aucune zone fluviale ni aucun aéroport/aérodrome n'est situé dans la zone d'étude. Aucune zone agricole n'est présente sur la zone d'étude.	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	Les **effets de la pollution sur la santé sont variés**. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution. Des études sanitaires confirment que les niveaux actuels de polluants en région IdF contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons. En outre, il existe des connexions potentielles entre les pics de pollution (notamment O_3, NOx, PM10 et PM2,5) et la progression des cas d'asthme, notamment chez les enfants. Près d'un tiers des habitants de Paris et proche Couronne résident à moins de 75 m d'un axe routier. Cette proximité est responsable de 16 % des nouveaux cas d'asthme chez les enfants et d'environ 650 hospitalisations évitables chaque année. D'après l'actualisation de **l'étude EQIS (Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire)** menée par Santé Publique France, la pollution atmosphérique en France peut engendrer une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans de près de 9 mois dans les villes les plus exposées. Les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus). Dans la mesure où la commune de Saint-Denis est incluse dans la métropole du Grand Paris, et compte-tenu de son urbanisation dense et continue, elle peut être assimilée en l'occurrence à une commune urbaine. Ainsi il peut être estimé que l'exposition à long terme : -aux PM2,5 est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois. -au NO_2 est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.	**Moyenne**
Exposition de la population	L'emprise projet appartient à 2 mailles concernées en 2021, pour partie de leurs surfaces, par 4 nuisances environnementales (pollution de l'air, bruit des transports, pollution des sols d'origine industrielle, sites industriels) et présentent un cadre de vie dégradé).	
	En considérant les nouvelles recommandations de l'OMS (seuils de référence 2021) sans distinction des recommandations journalières et annuelles, l'ensemble des **Franciliens** est exposé en 2022 à un dépassement des seuils pour l'ozone et les PM2,5. 95 % sont exposés à un dépassement pour le NO_2 et 90 % sont concernés par un dépassement pour les PM10.	
	En 2022 (2020 pour le benzène), à Saint-Denis, les estimations d'Airparif indiquent qu'aucun habitant n'était exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires en PM10, PM2,5 et benzène mais que 1 000 personnes demeurent exposées à un dépassement du seuil réglementaire pour le NO_2. Par, ailleurs, 100 000 personnes sont exposées à des dépassements des recommandations de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et PM2.5.	
	Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants. Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles. Ce phénomène pouvant être légèrement majoré par la présence des reliefs modérés au sud-ouest du projet, faisant un léger obstacle à la bonne dispersion des polluants atmosphériques.	
Populations et lieux vulnérables	95,7 % des ménages de la zone d'étude sont logés en habitat collectif. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,8.	
	Concernant **les <u>enjeux sanitaires par inhalation</u> :** -La zone d'étude comporte 24 661 habitants dont 6 646 (soit 26,8 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique -Au total, 31 établissements vulnérables (crèches, écoles, EHPAD) sont répertoriés sur la zone d'étude. La programmation inclut la relocalisation d'une crèche sur l'emprise projet.	
	Concernant **les <u>enjeux sanitaires par ingestion</u> :** D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole 2022, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude. La commune de Saint-Denis possède des jardins familiaux/partagés, dont 2 situés en bordure de la zone d'étude. La programmation du projet inclut la création d'un espace de culture urbaine. La création de cet espace à vocation de production alimentaire constitue un enjeu sanitaire par ingestion.	

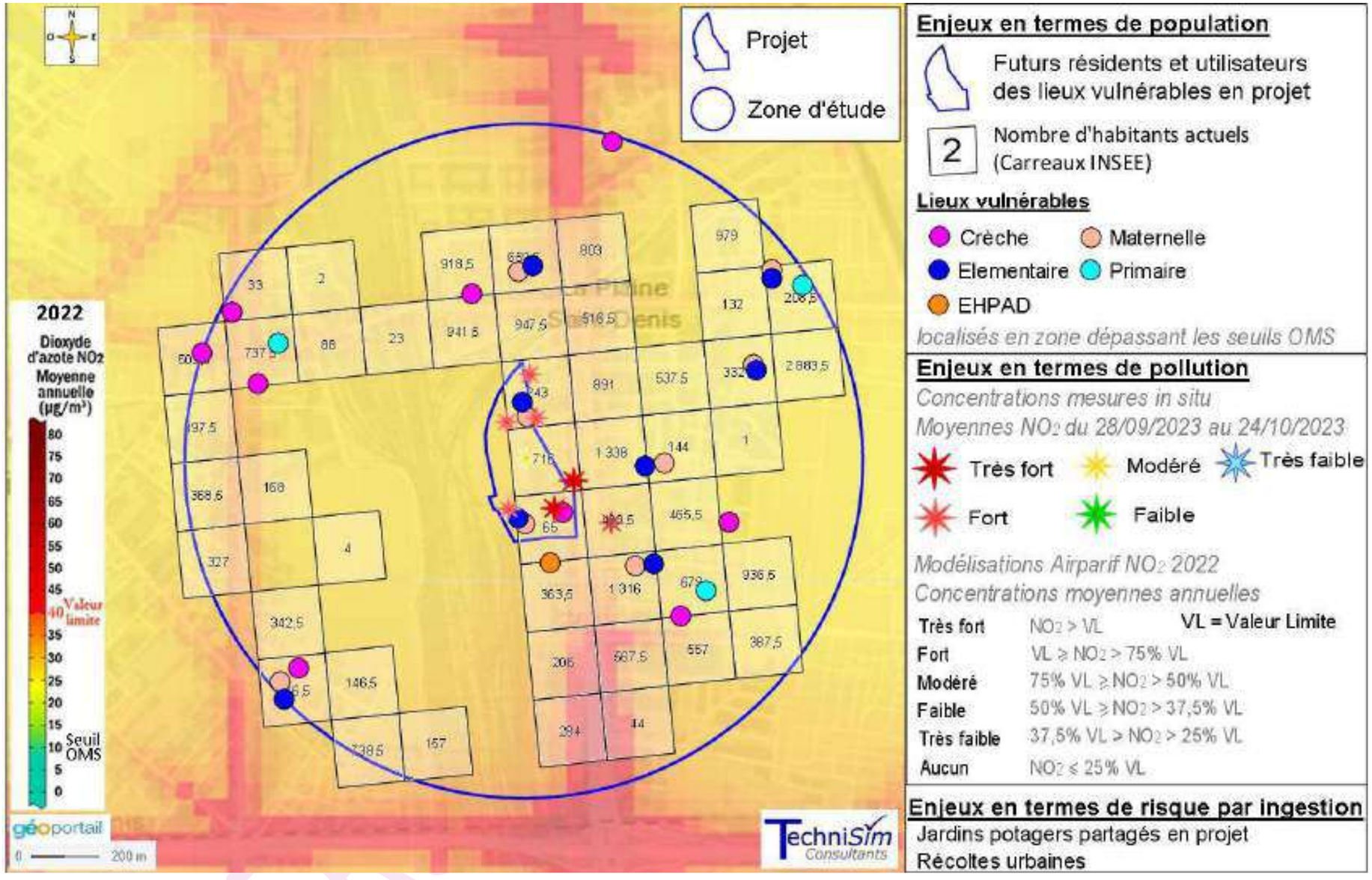


Figure 49 : Synthèse des enjeux

Analyse des impacts

VERSION DE TRAVAIL

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet va induire la modification des flux de déplacement sur la zone d'étude (flux des habitants / utilisateurs des équipements et des livraisons/visiteurs/clients) et donc des trafics, dont les conséquences sur la qualité de l'air sont diverses :

- Lors de la phase chantier, les machines, l'utilisation de solvants et les opérations de construction sont autant de sources de pollution.
- Lors de la phase exploitation :
  - Émissions des véhicules, liées aux modifications des trafics sur le secteur ;
  - Émissions des bâtiments résidentiels et tertiaires corrélées avec les systèmes de chauffage utilisés.

Le contenu de l'analyse des impacts du projet d'aménagement « Cathédrales du Rail » est basé et adapté à partir de la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau I, c'est-à-dire :

- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après pour rappel) sur le réseau d'étude ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des concentrations modélisées en NO_2, PM10 et PM2,5 sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Les impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des résidents et lieux vulnérables présents sur la zone d'étude et l'emprise projet ainsi que des résidents.
- Séquence ERC sur la qualité de l'air.

Tableau 36 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO2) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Impacts du projet sur la santé)		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale *(Si le risque par ingestion est présent)*	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

VERSION DRAFT

16. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE CHANTIER

Les travaux de construction peuvent polluer l'environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants.
Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- ***Les émissions à l'échappement des machines et engins*** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- ***Les émissions de poussières*** : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- ***Les émissions des solvants*** : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- ***Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP]*** : le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

16.1. ÉMISSIONS POLLUANTES LIÉES AUX ACTIVITÉS DE CHANTIER

16.1.1. Approche qualitative des émissions liées aux activités de chantier

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent en majorité du document de l'ADEME « Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air » (mars 2017).
Le tableau suivant inventorie les principaux polluants émis par type d'activité. Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l'air sur les chantiers » (2016) qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes, ainsi que leur importance relative.
Ce tableau s'appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 37 : Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO_2, particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d'eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+

+ Faible ++ Moyenne +++Forte

VERSION DE TRAVAIL

16.1.2. Approche quantitative des émissions liées aux activités du chantier du projet

La quantification des émissions d'un chantier s'avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, d'évaluer précisément les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude. Il est néanmoins faisable d'estimer les principales émissions, sous condition de disponibilité des données ad hoc.

Émissions de poussières

Les travaux de démolition et de construction sont générateurs de poussières. Selon le document de l'US EPA - AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13 : Miscellaneous Sources - Heavy Construction Operations, les chantiers produisent :

2,69 tonnes de poussières totales [TSP] par hectare et par mois d'activité.

Par défaut, il est utilisé ce facteur d'émission pour calculer les émissions de poussières générées par les chantiers de démolition/construction.

En l'absence de données disponibles à l'heure actuelle, l'estimation des émissions de poussières n'est pas réalisable à ce jour.

Émissions issues du trafic des engins de chantier et poids lourds

Les engins de chantier génèrent des gaz d'échappement, mais en quantité négligeable par rapport à ceux émis par le trafic des poids lourds lié au chantier.

En l'absence de données disponibles à propos de la quantité de poids lourds / engins de chantier générée par le chantier, le calcul des émissions générées par ce trafic ne s'avère pas réalisable à ce jour.

16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités de chantier

16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s'agit de mesures d'ordre technique et comportemental.
Les moteurs diesel et à allumage installés sur les engins mobiles non routiers (EMNR) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.
Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.
Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.
Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA[28] propose d'utiliser des carburants dits « propres » en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'Émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.
Enfin l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.
Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs. Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions. Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses. Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis[29] en a ainsi identifiées cinq :

- Les opérations de démolition ;
- La circulation des différents engins de chantier ;
- Les travaux de terrassement et de remblaiement.

Et, dans une moindre mesure :

- La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux) ;
- Les travaux de soudure.

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes, pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

28 L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)
29 Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

VERSION DE TRAVAIL

16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et HAP

Les émissions de composés organiques volatils (COV) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir des préparations thermiques des revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que de solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faibles émanations de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage, afin que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

16.2.4. Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement d'un chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants d'un chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, c'est-à-dire :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette « charte » fait partie des pièces contractuelles devant être intégrée au marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun. En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des d'études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

16.2.5. Synthèse

De manière générale, les principales émissions atmosphériques sont les poussières, ainsi que les gaz d'échappement produits par les engins de chantier et les poids-lourds.
Le calcul des émissions d'un chantier appelle de nombreux paramètres (connaissance préalable des durées réelles de la phase chantier, des matériaux utilisés, du nombre d'engins et de passages de poids lourds, de la sensibilisation des opérateurs aux mesures de réduction des émissions, etc.). Compte tenu de la multiplicité des données requises, il s'avère complexe, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques du chantier.
Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures de réduction telles que la charte « Chantiers verts » et notamment l'arrosage du chantier lors des opérations générant des poussières afin de limiter leur envol.

VERSION DE TRAVAIL

17. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS

17.1.1. Généralités – Émissions atmosphériques du secteur résidentiel-tertiaire

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA/Format SECTEN avril 2025). Selon ces études, la participation des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de particules en France Métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2024 pour les particules en suspension (TSP) et les PM10, une relative stabilité pour les PM2,5 et une hausse pour les PM1,0 et le carbone suie (cf. graphiques ci-après). Il est également observé que le secteur résidentiel est beaucoup plus émetteur que le secteur tertiaire.

Selon les estimations de l'année 2024, en France métropolitaine, il est constaté que ces secteurs représentent environ :

- 15 % des émissions de particules TSP ;
- 47 % des émissions de particules PM10 ;
- 68 % émissions de particules PM2,5 ;
- 84 % des émissions de particules PM1,0 (ultra fines) ;
- 66 % des émissions de carbone suie ;
- 10 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- 12 % des émissions de dioxyde de soufre ;
- 33 % des émissions de COVNM ;
- 50 % des émissions de monoxyde de carbone ;
- 13 % des émissions des métaux avec :
- 27 % des émissions d'arsenic ;
- 19 % des émissions de zinc ;
- 22 % des émissions de chrome ;
- 11 % des émissions de cadmium
- 10 % des émissions de nickel ;
- 13 % des émissions de sélénium ;
- 10 % des émissions de mercure ;
- 2 % des émissions de cuivre ;
- 19 % des émissions de plomb.

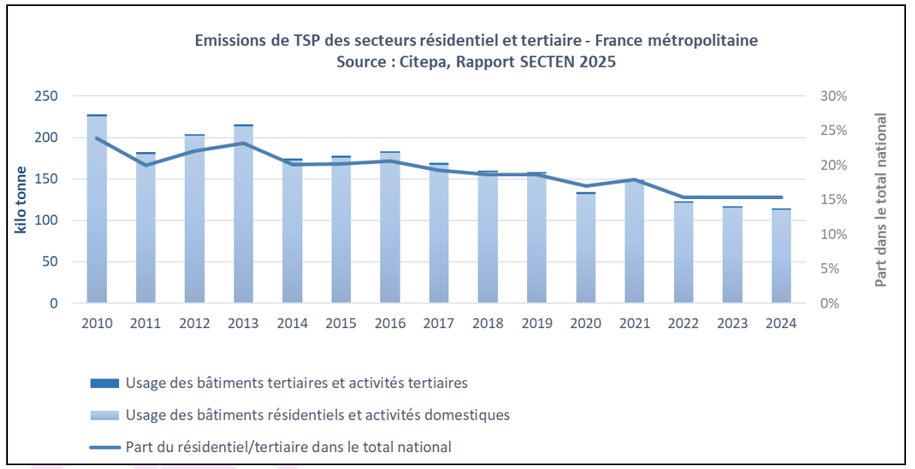


Figure 50 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – TSP

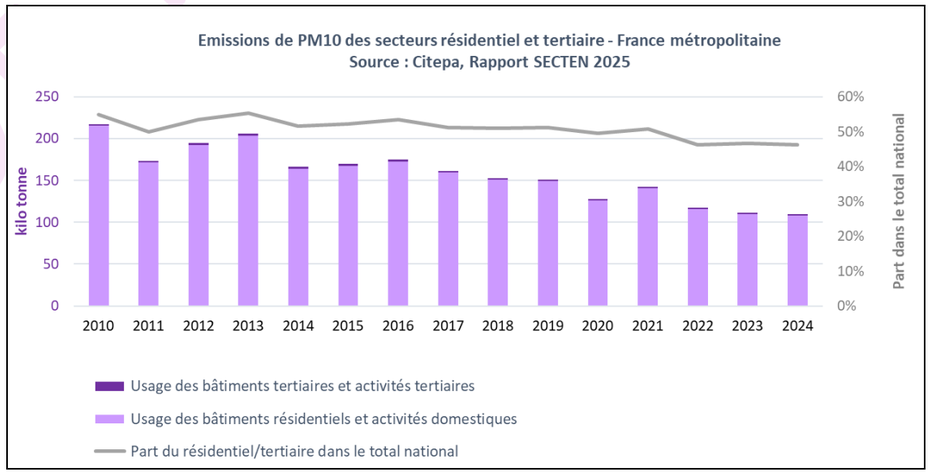


Figure 51 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM10

VERSION DE TRAVAIL

Figure 52 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM2,5

Figure 53 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM1,0

Figure 54 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Carbone suie

Les graphiques qui suivent représentent les émissions des substances acidifiantes (oxydes d'azote, dioxyde de soufre, composés organiques volatils non méthaniques et monoxyde de carbone) et à l'origine de l'eutrophisation, qui contribuent à la pollution photochimique et celles des métaux. Ils représentent aussi la participation du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales en France métropolitaine.

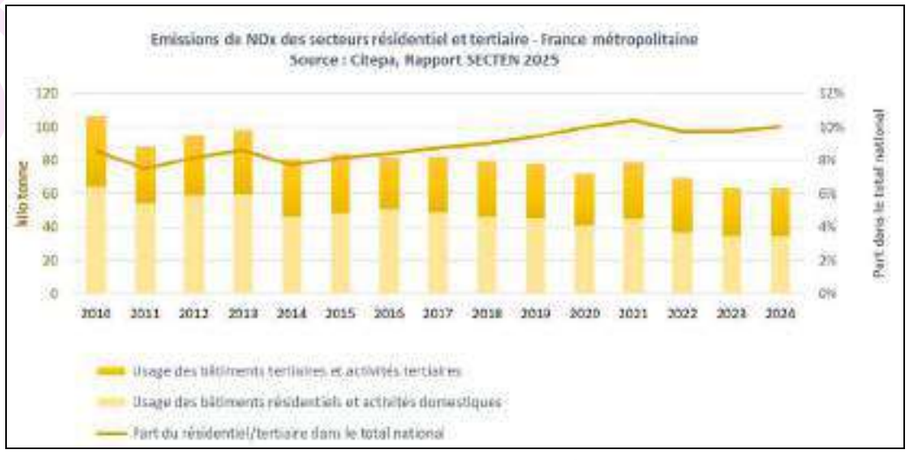


Figure 55 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – NOx

VERSION DRAFT

Figure 56 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – COVNM

Figure 57 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – SO_2

Figure 58 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – CO

La part des émissions de ces polluants dans le total national demeure élevée malgré un recul significatif depuis 1990 imputable en grande partie à la rénovation énergétique des bâtiments, à l'amélioration des performances des équipements de chauffage à combustion (gaz, bois, fioul, etc.) dans le résidentiel et aux conditions climatiques moins rigoureuses faisant diminuer la demande énergétique pour le chauffage.

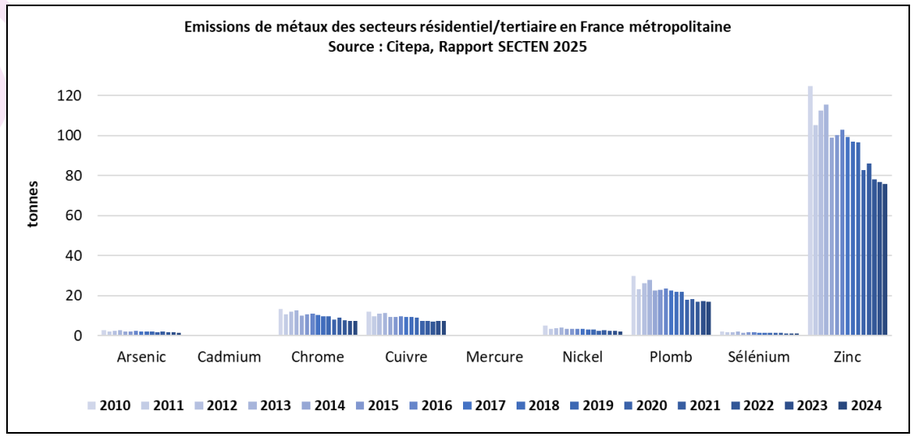


Figure 59 : Inventaire des émissions 2025 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux

VERSION DRAFT

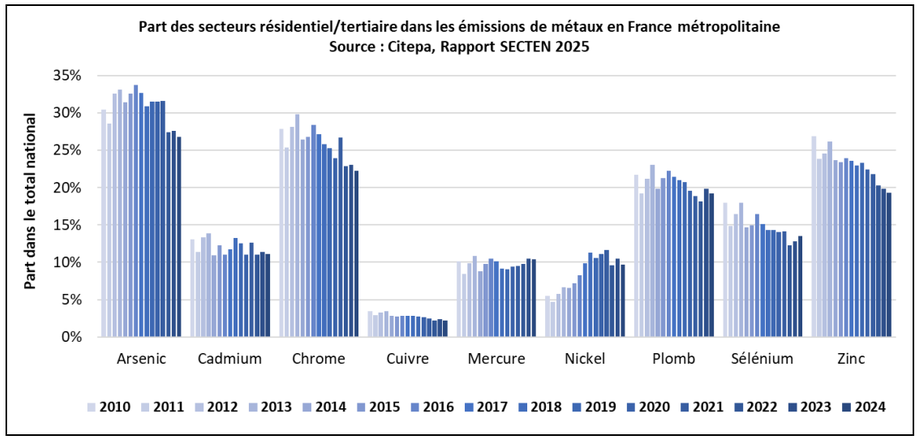


Figure 60 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes, en majorité via les systèmes de

- Chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions proviennent de la combustion d'énergie fossile et diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.
Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.
Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.

Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de constructions ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilations/d'aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs expliquent qu'il n'est pas possible de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations. Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser. Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mises en place en vue de réduire à la fois la pollution à l'intérieur des bâtiments (comme par exemple, celle limitant le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés seront a priori conformes à la RE2020 ou la RT2012 pour les bâtiments ne relevant pas de la RE2020 et les rénovations.[30]
Le principal objectif de la RE2020 est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ». Cela sous-entend que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique. Ainsi, les émissions liées aux systèmes de chauffage seront limitées.

De même, compte tenu des règlementations visant à réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées au bâti devraient être restreintes et leurs impacts seront minimes, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

[30] *La RE 2020 est applicable à partir de janvier 2022 pour les bâtiments à usage d'habitation et de juillet 2022 pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire.*
La RE2020 s'applique complètement ou avec des exigences adaptées, en fonction des configurations exactes, aux extensions de ces constructions, aux constructions et extensions de petite surface à partir du 1er janvier 2023, et aux constructions provisoires et aux habitations légères de loisirs (HLL) exonérées de permis de construire ou de déclaration préalable à partir du 1er juillet 2023.
Le décret n°2026-16 du 15 janvier 2026 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments d'activités tertiaires spécifiques et de bâtiments à usage industriel et artisanal en France métropolitaine, vient étendre le périmètre d'application de la réglementation environnementale RE 2020. Sont concernés : les médiathèques et bibliothèques, les bâtiments d'enseignements atypiques, les bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche, les hôtels, les établissements d'accueil de la petite enfance, les restaurants, les commerces, les vestiaires seuls, les établissements sanitaires avec hébergement, les établissements de santé, les aérogares, les bâtiments à usage industriel et artisanal ainsi que les établissements sportifs.
Les projets de rénovation n'entrent pas dans le périmètre d'application de la RE 2020.

VERSION DRAFT

17.2. IMPACTS DU TRAFIC AUTOMOBILE MOYEN JOURNALIER ANNUEL LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

17.2.1. Méthodologie

Données d'entrée

Afin d'évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs. Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- Situation N°1 – Situation actuelle (année 2024).
- Situation N°2 - Situation Fil de l'Eau - Sans le projet étudié (Horizon de mise en service : année 2032).
- Situation N°3 - Situation Projet - Avec le projet étudié (Horizon de mise en service : année 2032).
- Situation N°4 – Situation Cumulé – Avec le projet étudié avec les projets connexes (Horizon de mise en service : 2050).

Pour chaque situation, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT V pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le trafic pour chaque tronçon exprimé en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) ;
- La vitesse de circulation ;
- La longueur des brins routiers.

Les données de circulation (fournies par le COSITREX pour les brins n°01 à 28) ont été transmises par mail en date du 19/12/2025. Nota : Le détail des données concernant le trafic est disponible en annexe.
Les brins 29 et 30 représentent l'autoroute A1, dont le trafic est connu en 2018, et dont l'estimation du trafic futur ne varie pas.

Au sens strict, le réseau d'étude est composé des voies créées et/ou supprimées par le projet et des voies dont le trafic varie de +/- 10 % [axes dont le trafic est supérieur à 5 000 véh/jour] ou +/- 500 véhicules [axes dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour] à l'horizon d'étude le plus lointain.

Dans le cadre de ce projet, le réseau d'étude retenu comporte tous les brins dont les trafics ont été fournis par le BE COSITREX (brins n°01 à 28).
Les brins n°29 et 30 (autoroute) ne sont pas comptabilisés pour les émissions, mais sont pris en compte pour les calculs de concentrations et l'ERS.

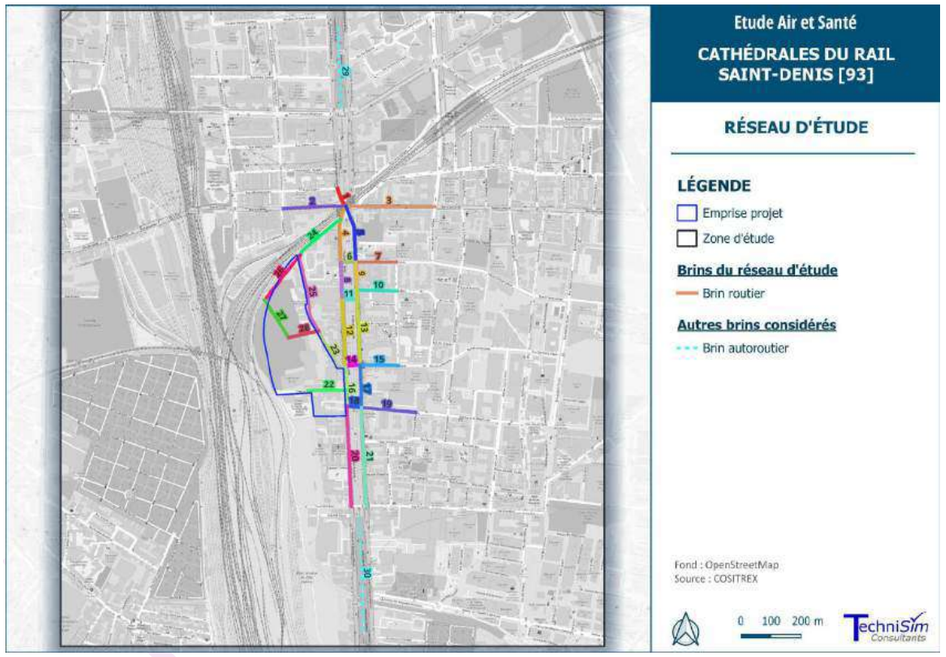


Figure 61 : Réseau d'étude

VERSION DE

Méthodologie du calcul des consommations énergétiques et des émissions dans l'air de polluants et GES liées à la circulation automobile sur le réseau d'étude

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques et de GES (en kg/jour) et des consommations énergétiques (kep/jour) est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET31, CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.
Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.
COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro.
Cette ventilation utilise les données du parc automobile français, déterminé en 2023 (révision d'octobre) par l'UGE-IFSTTAR (Université Gustave Eiffel - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux), pour l'intervalle 1970-2050, incluant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) Avec Mesures Existantes (AME) d'une part et Avec Mesures Supplémentaires (AMS) d'autre part (travaux publiés en 202132 (scénario SNBC-AME), en 2018 (données détaillées des scénarios AME et AMS), en 2020 (scénario SNBC-AMS), complétés par les scénarios AME et AMS 202333).

Cette ventilation des parcs automobile tient compte des immatriculations détaillées des véhicules jusqu'en 2022. Les scénarios prospectifs et les hypothèses correspondantes sont dérivés des travaux sur la SNBC.

- Le scénario AME 2023 vise à décrire, à l'horizon 2050, l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'État français jusqu'à une certaine date (31 décembre 2021 dans cette version) sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre.
- Le scénario AMS vise à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de la France, en particulier l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Pour le projet étudié dans ce document, il a été utilisé les parcs du scénario AME.

La figure suivante présente l'évolution (1980-2050) de la composition (en nombre de véhicules) du parc de voitures particulières (simulation IFSTTAR 2023, révision d'octobre, scénario AME) selon les motorisations et selon la réglementation pollution EURO.

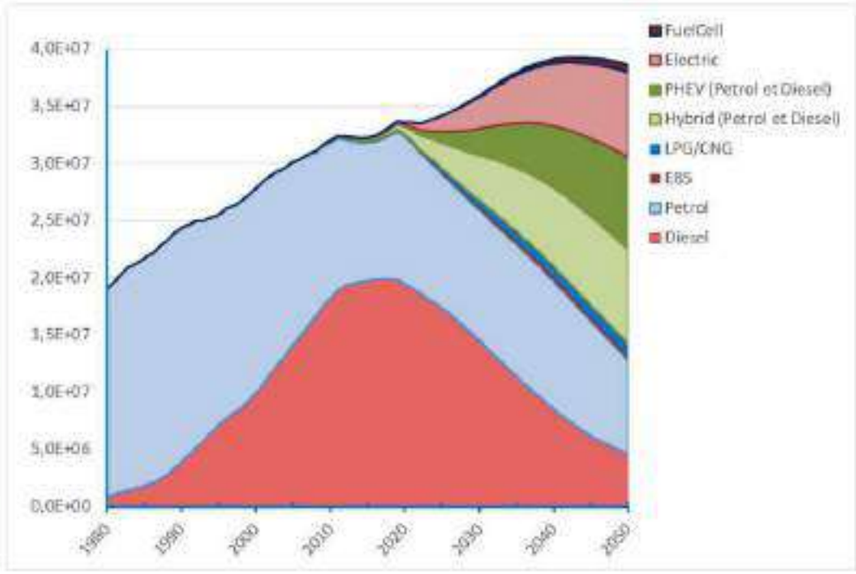


Figure 62 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation (en haut) et selon les réglementations EURO (en bas), en nombre – Parcs version 2023 révision d'octobre scénario AME (Source : UGE IFSTTAR)

31MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.
32https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se_du_sc%C3%A9nario_AME2021_postQAQC%5B1%5D.pdf
33https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20230502%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%202.pdf
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Rapport-final-AME_AMS2023.pdf

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle. Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.
Les polluants considérés sont, en premier lieu, ceux de la Note technique du 22 février 2019 (cf. tableau suivant).

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude		Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à ajouter pour l'ERS (Niveau I et au droit des lieux vulnérables dans la bande d'étude du projet pour niveau II)
• Oxydes d'azote (NOx) • Monoxyde d'azote (NO) • Dioxyde d'azote (NO_2) • Particules PM10 • Particules PM2,5 • Monoxyde de carbone (CO)	• COVNM • Benzène • Dioxyde de soufre (SO_2) • Arsenic • Nickel • Benzo(a)pyrène (BaP)	• 16 HAP[34] dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

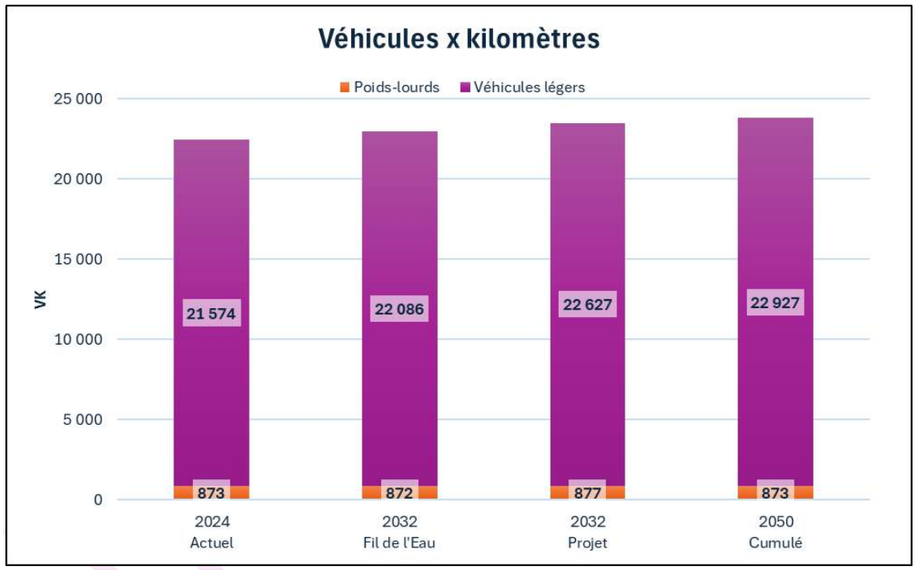


Figure 63 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.2. Indice VK

L'estimation du nombre de kilomètre parcouru sur le réseau d'étude est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ». Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules. Pour la situation analysée et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :
VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km]
Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules]
Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet alors l'estimation du nombre de kilomètre parcouru par l'ensemble des véhicules sur un parcours.

Tableau 38 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Particuliers (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	2024 Actuel	16 612	4 962	873	22 447
Situation N°2	2032 FDE	17 006	5 080	872	22 958
Situation N°3	2032 Projet	17 423	5 204	877	23 504
Situation N°4	2050 Cumulé	17 654	5 273	873	23 800

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle :
- Par rapport à la situation actuelle 2025, les indices VK Tous Véhicules augmentent quelle que soit la situation (+2,3 % en situation Fil de l'Eau 2032, +4,7 % en situation Projet 2032 et +6,0 % en situation Cumulé 2050).
- Comparativement à la situation Fil de l'eau 2032, l'indice VK TV augmente de +2,4 % en situation Projet 2032, et de +3,7 % en situation Cumulé 2050.

34 Somme des HAP suivants : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

17.2.3. Consommations énergétiques sur le réseau d'étude

Le tableau et la figure ci-après fournissent les consommations énergétiques en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude. Celles-ci ont été obtenues à partir des données trafics avec le logiciel COPERT V.

Tableau 39 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°1	2024 Actuel	1 565
Situation N°2	2032 FDE	1 464
Situation N°3	2032 Projet	1 496
Situation N°4	2032 Projet	1 234

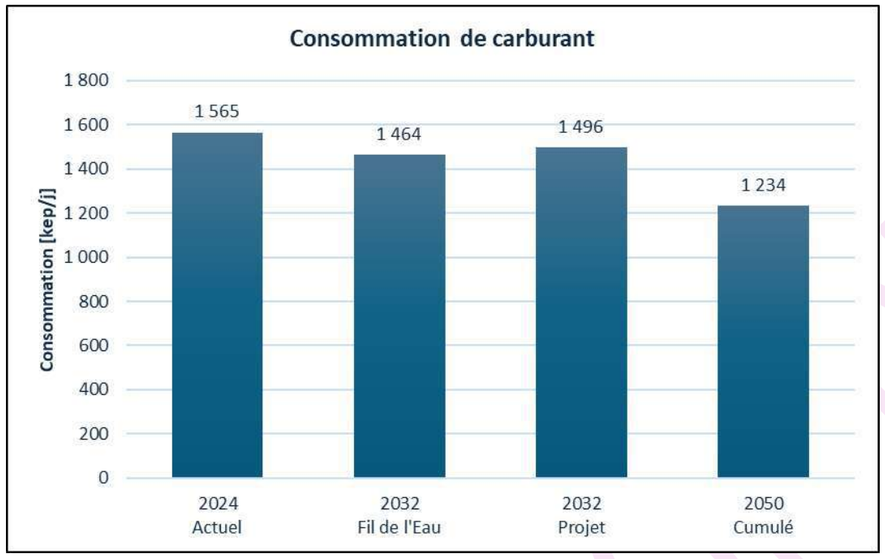


Figure 64 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle :

- Par rapport à la situation actuelle 2024, la consommation de carburant diminue de -6,6 % en situation Fil de l'Eau 2032, de -4,6 % en situation Projet 2032 et de -21,5 % en situation Cumulé 2050.
- Comparativement à la situation Fil de l'eau 2032, la consommation de carburant augmente de +2,2 % en situation Projet 2032, et diminue de -15,9 % en situation Cumulé 2050.

17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Le tableau suivant présente les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'UGE-IFSTTAR (version 2023, révision d'octobre), utilisant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour le scénario Avec Mesures Existantes (AME).

Tableau 40 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les situations étudiées

POLLUANTS	Unité	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Oxydes d'azote [éq. NO2]	[kg/j]	1.10E+01	5.99E+00	6.12E+00	2.36E+00
Monoxyde d'azote	[kg/j]	5.04E+00	2.83E+00	2.89E+00	1.33E+00
Dioxyde d'azote	[kg/j]	3.26E+00	1.65E+00	1.69E+00	3.24E-01
Dioxyde de soufre	[kg/j]	5.58E-02	5.82E-02	5.96E-02	6.10E-02
Monoxyde de carbone	[kg/j]	5.22E+00	3.69E+00	3.77E+00	3.50E+00
Particules PM10	[kg/j]	1.12E+00	1.02E+00	1.04E+00	9.87E-01
Particules PM2,5	[kg/j]	7.33E-01	6.16E-01	6.30E-01	5.76E-01
COVNM	[kg/j]	3.05E-01	1.73E-01	1.75E-01	2.56E-01
1,3-butadiène	[kg/j]	4.43E-03	3.71E-03	3.74E-03	6.79E-03
16 HAP (somme) éq. BaP	[kg/j]	4.70E-05	3.80E-05	3.88E-05	2.37E-05
Acénaphtène	[kg/j]	3.98E-04	2.84E-04	2.91E-04	1.17E-04
Acénaphtylène	[kg/j]	2.98E-04	2.12E-04	2.17E-04	8.79E-05
Anthracène	[kg/j]	5.06E-05	4.99E-05	5.10E-05	4.25E-05
Benzo(a)anthracène	[kg/j]	4.10E-05	3.24E-05	3.31E-05	1.91E-05
Benzo(a)pyrène	[kg/j]	2.39E-05	1.90E-05	1.94E-05	1.15E-05
Benzo(b)fluoranthène	[kg/j]	3.10E-05	2.58E-05	2.63E-05	1.71E-05
Benzo(k)fluoranthène	[kg/j]	2.53E-05	2.08E-05	2.12E-05	1.37E-05
Benzo(ghi)pérylène	[kg/j]	4.85E-05	4.02E-05	4.12E-05	2.58E-05
Chrysène	[kg/j]	7.58E-05	6.03E-05	6.15E-05	3.67E-05
Dibenzo(a,h)anthracène	[kg/j]	5.14E-06	3.87E-06	3.96E-06	1.99E-06
Fluorène	[kg/j]	3.47E-05	3.39E-05	3.41E-05	3.13E-05
Fluoranthène	[kg/j]	3.87E-04	3.12E-04	3.19E-04	1.89E-04
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	[kg/j]	2.42E-05	2.02E-05	2.07E-05	1.36E-05
Phénanthrène	[kg/j]	7.83E-04	6.52E-04	6.68E-04	4.13E-04
Pyrène	[kg/j]	3.43E-04	2.66E-04	2.72E-04	1.47E-04
Benzo(j)fluoranthène	[kg/j]	1.81E-05	1.93E-05	1.96E-05	1.85E-05
Naphtalène	[kg/j]	2.07E-02	1.71E-02	1.75E-02	1.18E-02
Somme des métaux	[kg/j]	2.50E-05	2.36E-05	2.41E-05	2.06E-05
Arsenic	[kg/j]	2.52E-07	2.54E-07	2.59E-07	2.50E-07
Chrome	[kg/j]	1.21E-05	1.10E-05	1.12E-05	8.69E-06
Nickel	[kg/j]	1.33E-06	1.45E-06	1.48E-06	1.62E-06

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l'étude, cf. tableau précédent) calculées aux horizons 2032 et 2050 sont inférieures à celle calculée en situation actuelle 2024 (cf. histogramme suivant).

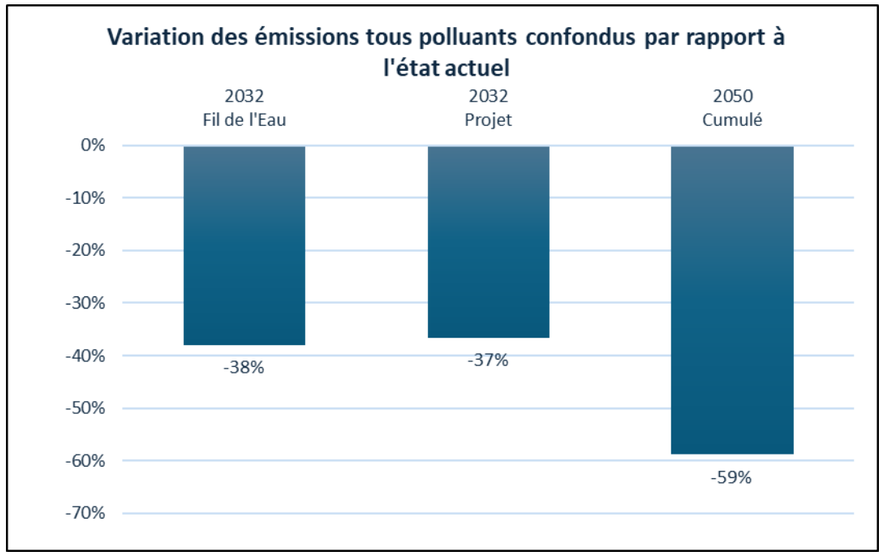


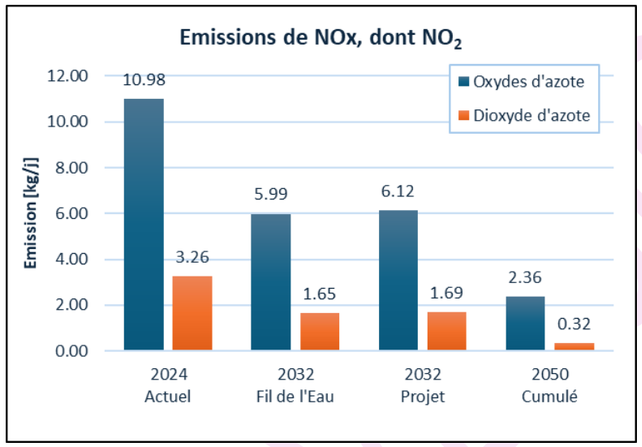
Figure 65 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l'étude) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2024

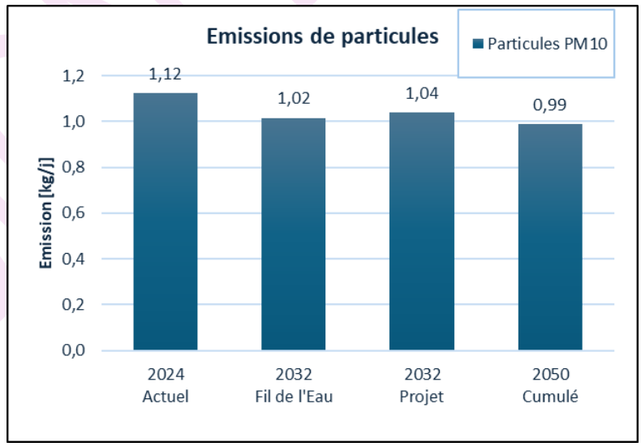
Tableau 41 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant

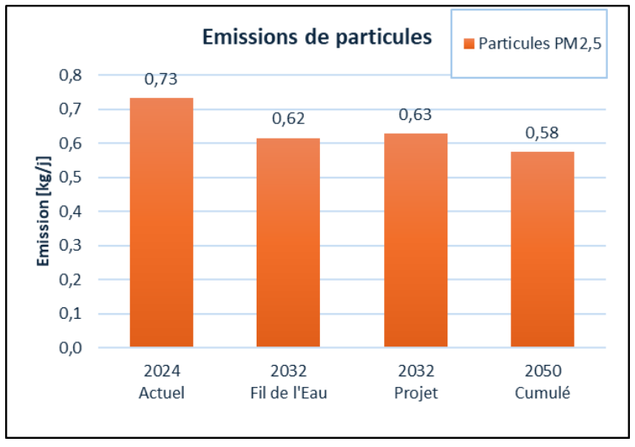
Polluant	Variation par rapport à la situation actuelle 2024			Variation induite par le projet par rapport au FDE	
	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2032 Projet	2050 Cumulé
Oxydes d'azote	-45.5%	-44.3%	-78.5%	2.2%	-60.6%
Monoxyde d'azote	-43.8%	-42.7%	-73.6%	2.1%	-53.0%
Dioxyde d'azote	-49.3%	-48.1%	-90.1%	2.4%	-80.4%
Dioxyde de soufre	4.4%	6.8%	9.5%	2.3%	4.9%
Monoxyde de carbone	-29.3%	-27.7%	-32.9%	2.3%	-5.0%
Particules PM10	-9.7%	-7.7%	-12.2%	2.2%	-2.7%
Particules PM2,5	-15.9%	-14.1%	-21.5%	2.2%	-6.6%
COVNM	-43.3%	-42.5%	-16.0%	2.3%	-68.1%
Benzène	-66.0%	-65.1%	-71.6%	2.4%	-16.5%
Benzo(a)pyrène	-20.4%	-18.5%	-52.0%	2.4%	-39.6%
16 HAP (somme) éq. BaP	-19.1%	-17.3%	-49.5%	2.3%	-37.6%
Arsenic	0.7%	3.1%	-0.5%	2.3%	-1.2%
Chrome	-9.3%	-7.4%	-28.1%	2.1%	-20.7%
Nickel	8.9%	11.5%	21.7%	2.4%	11.8%
1,3-butadiène	-16.3%	-15.5%	53.2%	0.9%	83.0%

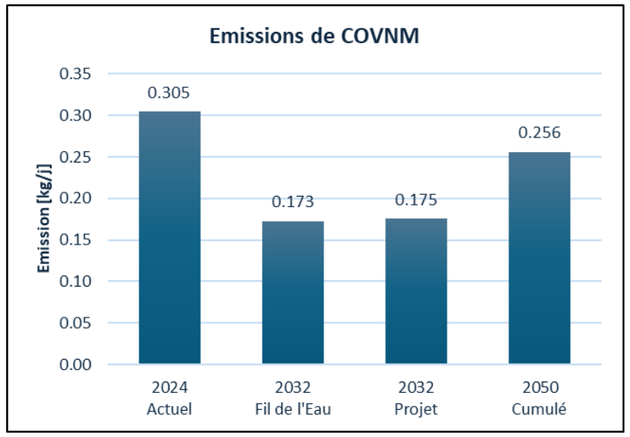
Les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude sont illustrées ci-après.

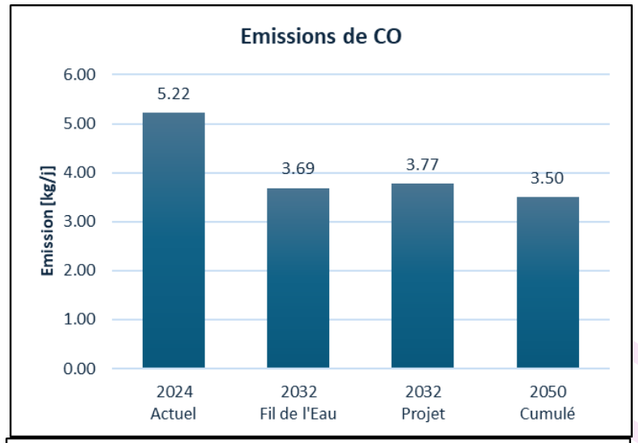
Tableau 42 : Graphes des émissions des principaux polluants sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

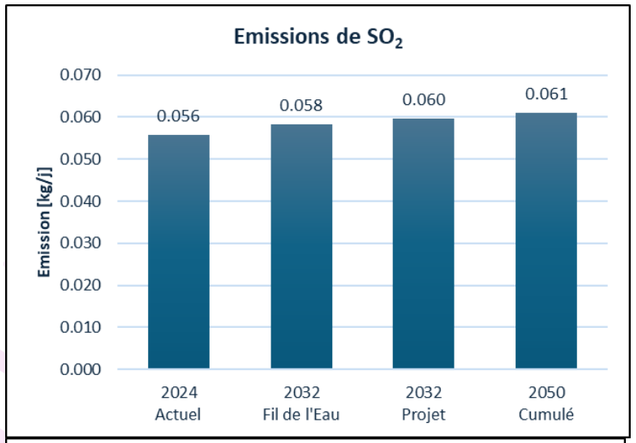


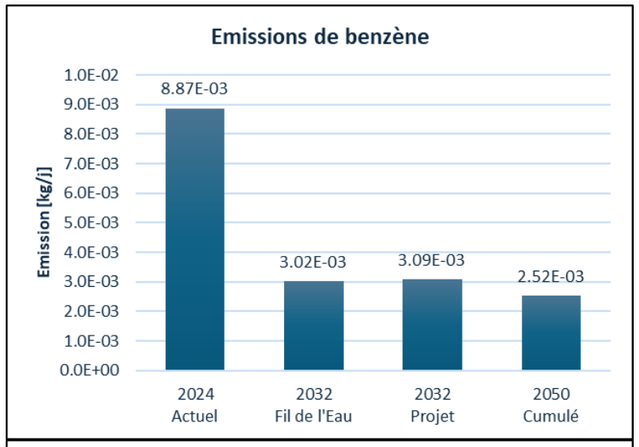


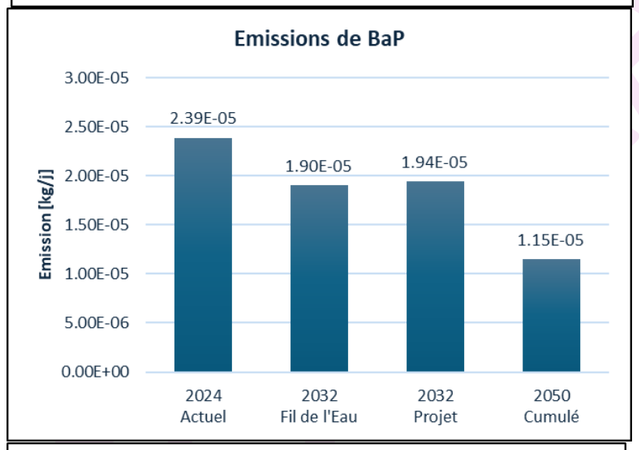


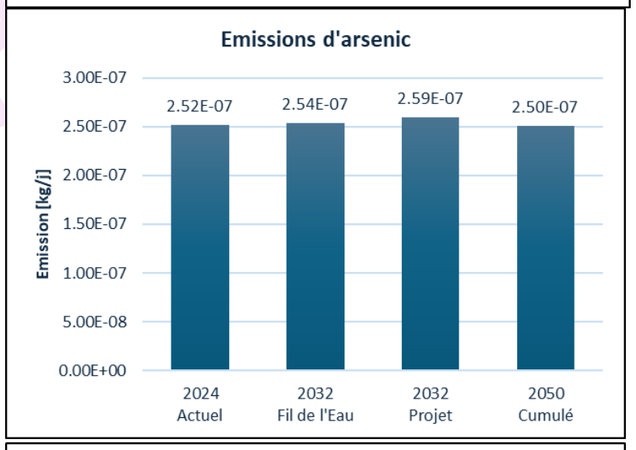

Emissions de COVNM
Emission [kg/j]
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0.305
0.173
0.175
0.256
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé

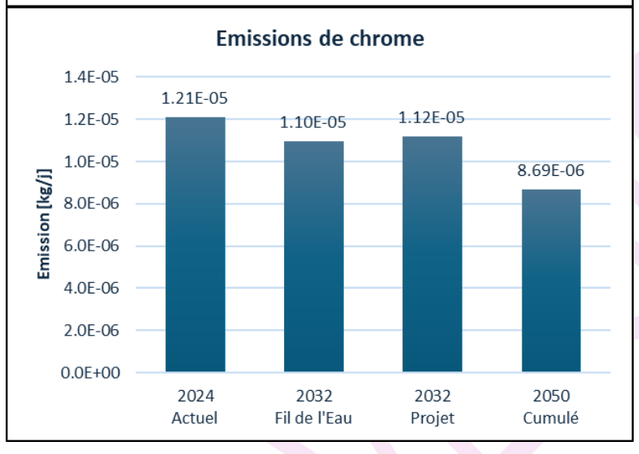

Emissions de CO
Emission [kg/j]
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
5.22
3.69
3.77
3.50
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé

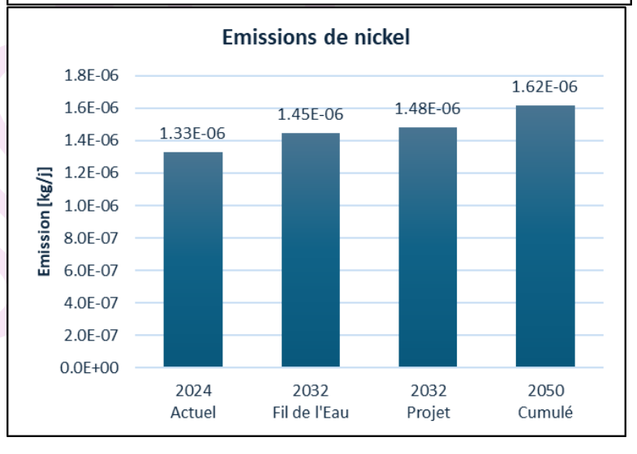

Emissions de SO2
Emission [kg/j]
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
0.056
0.058
0.060
0.061
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé

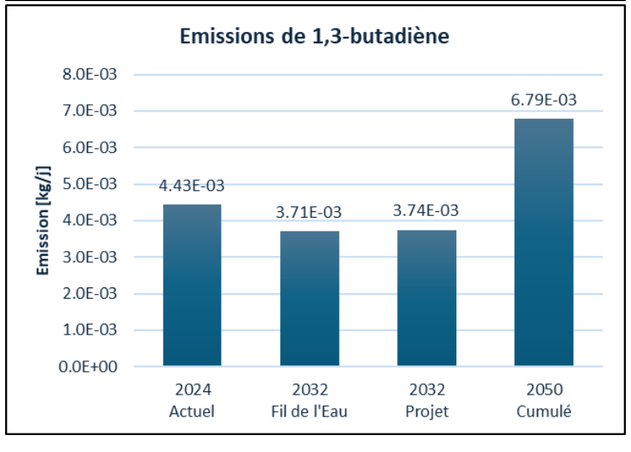

Emissions de benzène
Emission [kg/j]
1.0E-02
9.0E-03
8.0E-03
7.0E-03
6.0E-03
5.0E-03
4.0E-03
3.0E-03
2.0E-03
1.0E-03
0.0E+00
8.87E-03
3.02E-03
3.09E-03
2.52E-03
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé


Emissions de BaP
Emission [kg/j]
3.00E-05
2.50E-05
2.00E-05
1.50E-05
1.00E-05
5.00E-06
0.00E+00
2.39E-05
1.90E-05
1.94E-05
1.15E-05
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé


Emissions d'arsenic
Emission [kg/j]
3.00E-07
2.50E-07
2.00E-07
1.50E-07
1.00E-07
5.00E-08
0.00E+00
2.52E-07
2.54E-07
2.59E-07
2.50E-07
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé


Emissions de chrome
Emission [kg/j]
1.4E-05
1.2E-05
1.0E-05
8.0E-06
6.0E-06
4.0E-06
2.0E-06
0.0E+00
1.21E-05
1.10E-05
1.12E-05
8.69E-06
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé


Emissions de nickel
Emission [kg/j]
1.8E-06
1.6E-06
1.4E-06
1.2E-06
1.0E-06
8.0E-07
6.0E-07
4.0E-07
2.0E-07
0.0E+00
1.33E-06
1.45E-06
1.48E-06
1.62E-06
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé


Emissions de 1,3-butadiène
Emission [kg/j]
8.0E-03
7.0E-03
6.0E-03
5.0E-03
4.0E-03
3.0E-03
2.0E-03
1.0E-03
0.0E+00
4.43E-03
3.71E-03
3.74E-03
6.79E-03
2024 Actuel
2032 Fil de l'Eau
2032 Projet
2050 Cumulé

L'évolution, par rapport à la situation actuelle 2024, des émissions des principaux polluants calculées sur le réseau d'étude est illustrée ci-après.

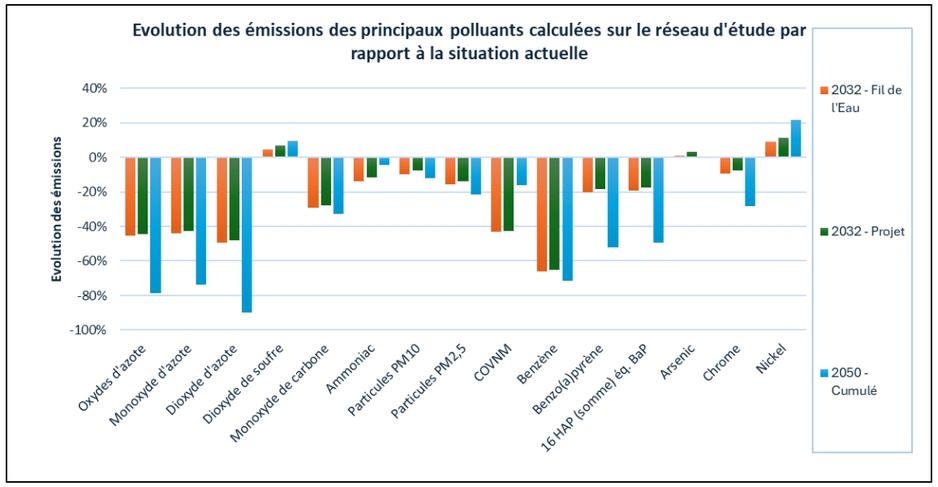


Figure 66 : Évolution pour les principaux polluants des émissions calculées sur la zone d'étude aux horizons d'étude 2032 et 2050 comparativement à la situation actuelle en 2024

Par rapport à la situation actuelle 2024, sur le réseau d'étude :
-Les émissions moyennes tous polluants confondus considérés dans cette étude diminuent quelle que soit la situation (-38 % en situation Fil de l'eau 2032, -37 % en situation Projet 2032 et -59 % en situation Cumulé 2050).
-Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer à l'horizon 2032 à l'exception du SO_2 pour lequel les émissions augmentent.
-Les imbrûlés (COVNM) sont également en recul en 2032 et 2050.
-L'augmentation de trafic sur le réseau d'étude en situations Fil de l'eau 2032, Projet 2032 et Cumulé 2050, par rapport à la situation actuelle 2024 sera en grande partie compensée par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions unitaires des véhicules et donc une baisse des polluants de combustion.
-Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), certains voient leurs émissions diminuer de manière moins importante (particules PM10, PM2,5 et chrome) et certains voient leurs émissions augmenter pour toutes les situations (nickel), uniquement en 2032 (arsenic) ou uniquement en situation cumulée 2050 (1,3-butadiène) du fait d'une compensation moins importante et de l'évolution des VK.

Par rapport à la situation Fil de l'eau 2032, sur le réseau d'étude :
-L'exploitation du projet va entraîner une légère augmentation des émissions de tous les principaux polluants pris individuellement (entre +0,9 % et +2,4 % en 2032).
-Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), la réalisation du projet génère une évolution moyenne des émissions de polluants de +2,2 % en 2032. Cette variation est à corréler avec l'augmentation des VK sur le réseau d'étude entre les situations Projet et Fil de l'eau.

En conclusion, la réalisation du projet va engendrer globalement une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude aux horizons 2032 et 2050 comparativement à la situation actuelle 2024.
Comparativement à la situation « Fil de l'eau » correspondante, la hausse des trafics liée à l'exploitation du projet en 2032 induit une légère hausse des émissions de polluants sur le réseau d'étude.

17.3. EXPOSITION DES POPULATIONS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

17.3.1. Polluants réglementés

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).
Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008.

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

PROJET NAVAL

Les substances faisant l'objet d'une réglementation sont en liste ci-dessous :

- Le dioxyde d'azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le monoxyde de carbone ;
- La benzo[a]pyrène ;
- L'arsenic, le nickel

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L'ozone est un polluant obtenu dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines. La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.
Parmi ces composés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5.

Pour rappel, les résultats présentés ci-après considèrent l'effet des émissions du trafic routier sur les brins du réseau d'étude, de l'autoroute A1, additionné aux concentrations de fond pour le NO_2, les particules PM10 et PM2,5.

L'analyse des impacts du projet sur l'exposition des populations à la pollution atmosphérique se portera essentiellement sur les 3 polluants précités (NO_2, PM10 et PM2,5). Les sources d'émissions prises en compte sont le trafic routier du réseau d'étude, le trafic de l'autoroute A1 et le trafic ferroviaire (Lignes de RER, Lignes de trains et CDG Express) auxquels seront ajoutées les valeurs de pollution de fond.
Les émissions liées au trafic routier présent au sein de la zone d'étude sont détaillées dans le paragraphe 16.4.2.
Concernant les émissions issues du trafic ferroviaire (Lignes de RER, Ligne de trains, CDG Express), les polluants considérés sont les particules (PM10) émises par l'abrasion.

17.3.2. Exposition de la population aux émissions ferroviaires de la zone d'étude

L'emprise projet est située aux abords de différentes lignes ferroviaires telles que : le RER B (entre les arrêts « La Plaine – Stade de France » et « Paris Gare du Nord »), le RER D (entre les arrêts « Stade de France Saint-Denis » et « Paris Gare du Nord »), la ligne de train francilien K, la ligne de train francilien H, la ligne de trains SNCF n°229, la ligne de trains SNCF « Paris Nord » n°272 et la future ligne « CDG Express ».

La figure suivante présente les brins ferroviaires pris en compte dans l'analyse des impacts.

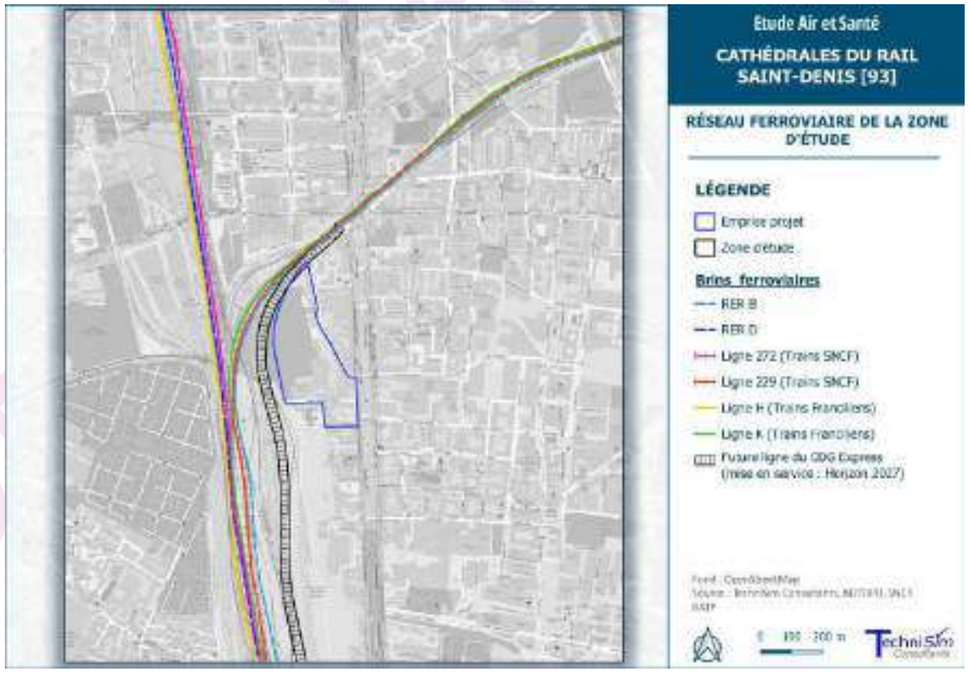


Figure 61 : Brins ferroviaires sur la zone d'étude des impacts

Calcul des émissions dans l'air de PM10 liées à la circulation des lignes ferroviaires

Concernant les émissions de particules liées à la circulation des lignes ferroviaires (production de poussières à travers l'usure des équipements), il est utilisé par défaut le facteur des trains régionaux du document « Report on emission factors for wear particles from railways[35] » d'Erik Fridell. Les hypothèses considérées pour le calcul des émissions de particules, le facteur d'émission des particules PM10 liées à l'usure du matériel et à la remise en suspension sont listées ci-dessous ainsi que la quantité de particules PM10 (incluant la resuspension) induite par le trafic ferroviaire, quel que soit l'horizon ou la situation étudiés (situation actuelle, Fil de l'eau, Projet et Cumulé).

[35] Fridell *et al.* (2010). Emissions of particulate matters from railways – Emission factors and condition monitoring. *Transportation Research Part D*, 15, p.240-245. doi : 10.1016/j.trd.2010.02.006.

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 44 : Hypothèses considérées pour le calcul des émissions de particules liées à la circulation ferroviaire (Source : Report on emission factors for wear particles from railways, Erik Fridell ; SNCF ; RATP ; exploitation : TechniSim Consultants)

	RER B	RER D	Ligne H	Ligne K	Ligne 229	Ligne 272	CDG Express
Facteur d'émissions PM10	11 mg/(km parcouru-train-mètre)	11 mg/(km parcouru-train-mètre)	3,1 mg/(km parcouru-train-mètre)	3,1 mg/(km parcouru-train-mètre)	5,3 mg/(km parcouru-train-mètre)*	5,8 mg/(km parcouru-train-mètre)*	3,1 mg/(km parcouru-train-mètre)
Modèle	MI 79 + MI 84	-Z20500 -Z57000 -Z58500	Francilien 250000	Francilien 250000	-RER B -Ligne K -TER -Fret	-TGV INOUI -OUIGO -TER -Ligne H -RER D	Coradia Liner B85000
Longueur d'une rame	105.1 m	123.4	112.5	112.5	750 (Fret)	197.1	110
Distance parcourue sur la zone d'étude	2,64 km	2,09 km	2,11 km	2,66 km	2,64 km	2,11 km	1,50 km
Nombre de passage par jour	409	302	373	29	15	57	150
Émissions de PM10	**1246,2 g/jour**	**857,8 g/jour**	**275,0 g/jour**	**26,9 g/jour**	**157,3 g/jour**	**136,9 g/jour**	**76,8 g/jour**

** Facteur calculé au prorata selon le passage des différents types de trains sur la ligne.*

La circulation du trafic ferroviaire actuel sur la zone d'étude induit l'émission de 2,7 kgPM10/jour (incluant la resuspension). Ces émissions sont importantes devant les émissions (incluant la resuspension) liées au trafic routier du réseau d'étude (1,12 kgPM10/j en actuel 2024), à cause du nombre élevés de passages des RER B et D à proximité du projet.
Les émissions du CDG Express seront rajoutées pour les scénarios futurs aux horizons 2032 et 2050.
Les émissions ferroviaires seront ainsi prises en compte dans les modélisations et l'évaluation sanitaire.

Composition des particules ferroviaires

Selon les données disponibles dans la littérature, les particules émises par le trafic ferroviaire sont composées surtout de fer (de 50 à 60 %), de cuivre (≈10 %), d'aluminium (2,6 % à 6 %), de magnésium (≈5 %), de calcium (≈5 %) et de zinc (≈4 %).
Les autre métaux (baryum, chrome, nickel, plomb, vanadium) représentent moins de 0,5 % des particules PM10.

17.4. SIMULATION NUMÉRIQUE DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aussi bien aux alentours des sources qu'au niveau des populations / lieux vulnérables.
Ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AirAdvanced® Map (AAMAP). Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

17.4.1. Méthodologie

AAMAP dispose de plusieurs modèles ARIA pour simuler la dispersion atmosphérique. Ici le modèle utilisé est **le modèle Lagrangien** (**Parallel Micro Swift Spray**, abrégé PMSS), dont l'objectif est de représenter la dispersion à petite échelle en milieu urbain dense (topographie marquée et présence d'obstacles) avec un temps de calcul très faible.
Il est composé de :

- **Micro Swift**, modèle météorologique diagnostique 3D, intégrant une estimation d'un champ de vent 3D à partir de mesures *in situ* et/ou de sorties de modèles grande échelle , et une prise en compte du relief et des obstacles. Il a été validé sur de nombreuses campagnes de mesures réalisées notamment par le US Departement of Defence (Defence and Threat Response Agency) ainsi que sur des mesures en soufflerie atmosphérique.
- **Micro Spray**, modèle lagrangien tridimensionnel de type Monte-Carlo permettant de calculer la dispersion de polluant à partir du champ de vent tridimensionnel calculé par SWIFT en utilisant un grand nombre de pseudo-particules (« particules virtuelles »)

Micro Swift comporte trois étapes de calcul distinctes :

- Interpolation des données existantes pour fournir une première ébauche des champs de vent et de température recherchés.
- Ajustement itératif, par une méthode variationnelle, de la solution, destiné à créer un champ de vitesses à divergence nulle, en prenant en compte les contraintes imposées par la stabilité atmosphérique.
- Calcul de la turbulence de fond (méthode EPA) et éventuellement de la turbulence induite du fait de la présence de bâtiments.

Micro Spray simule la dispersion des polluants à l'intérieur d'un domaine de calcul de forme parallélépipédique dont la limite inférieure est représentée par une fonction $Z_G(x,y)$ obtenue en interpolant avec une bilinéaire les niveaux du terrain dans chaque cellule d'un maillage tridimensionnel défini par l'utilisateur. Le mouvement moyen des particules est décrit par des matrices tridimensionnelles de module de vent dans le système de référence "terrain-following" x, y, s dont la coordonnée verticale s est définie comme :

$$S = \frac{Z - Z_g}{Z_{top} - Z_g}$$

Z est la coordonnée géométrique verticale
Z_{top} est l'altitude du sommet du domaine fluide étudié (en m)
$Z_g = Z_g(x,y)$ est l'altitude du relief (en m) au point de coordonnées (x,y) du maillage horizontal considéré.

VERSION DRAFT

Les particules interpolent linéairement la valeur du vent au point x, y, z où elles se trouvent en utilisant les valeurs de ces matrices. Il est possible de simuler des conditions non stationnaires en interpolant linéairement dans le temps la valeur entre deux matrices successives.

Le mouvement turbulent des particules est décrit à l'aide de l'intégration le long des axes cartésiens *x, y, z,* de 3 équations de Langevin pour les composantes des vitesses selon les schémas optionnels suivants :

- Équations linéaires couplées avec une fonction de forçage aléatoire correspondant à une distribution de probabilité tridimensionnelle non gaussienne selon une réalisation du schéma de Thomson (1984). Des schémas de travail plus simples sont en outre pris en compte (équations découplées) pour traiter des problèmes à plus grande échelle.
- Équations non linéaires avec forçage gaussien selon le schéma de Thomson (1987). Des schémas de description non gaussienne de la turbulence verticale sont également pris en compte selon la distribution bi-gaussienne Gram-Charlier du 3ème ordre ou du 4ème ordre. Sur le niveau de la couche limite, la part turbulente du mouvement des particules peut être optionnellement obtenue par l'intégration des équations stochastiques sur les déplacements.

La dispersion atmosphérique des polluants est directement influencée par les conditions météorologiques. Les paramètres nécessaires aux simulations sont ceux de la station météorologique « Le Bourget ».
Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2024 complète, c'est-à-dire : du 1er janvier au 31 décembre 2024. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone. Par ailleurs, l'utilisation de données horaires autorise une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

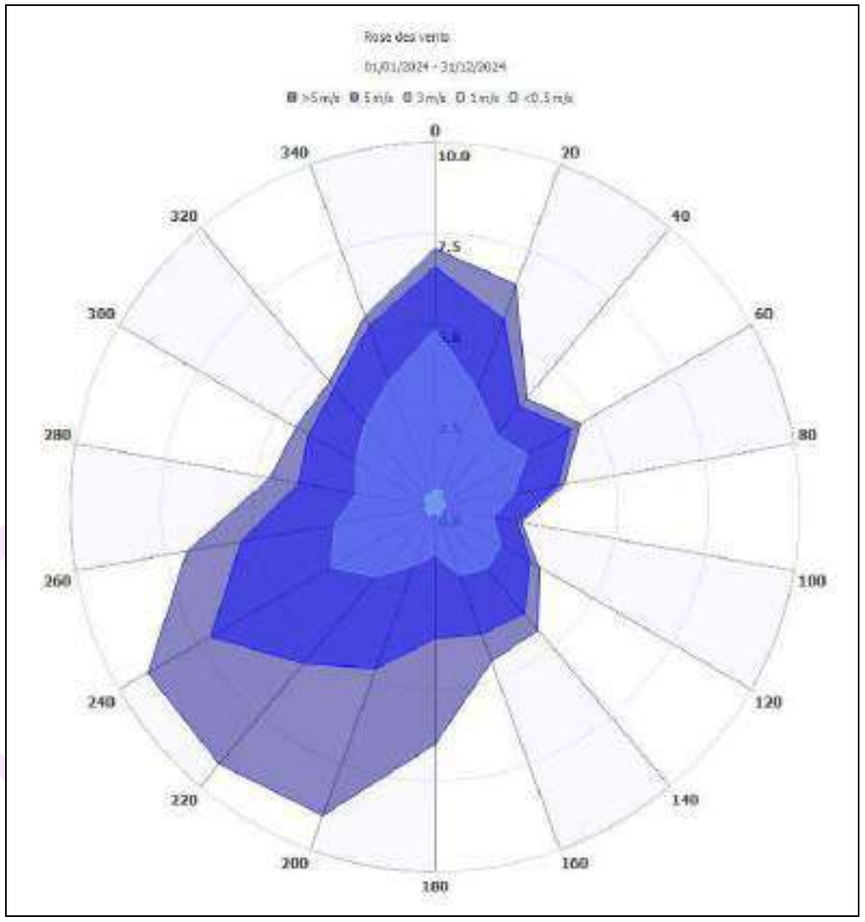


Figure 67 : Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap. Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude).
Le terrain considéré est un rectangle de 1 800 m sur 2 100 m (cf. figure suivante).

VERSION D

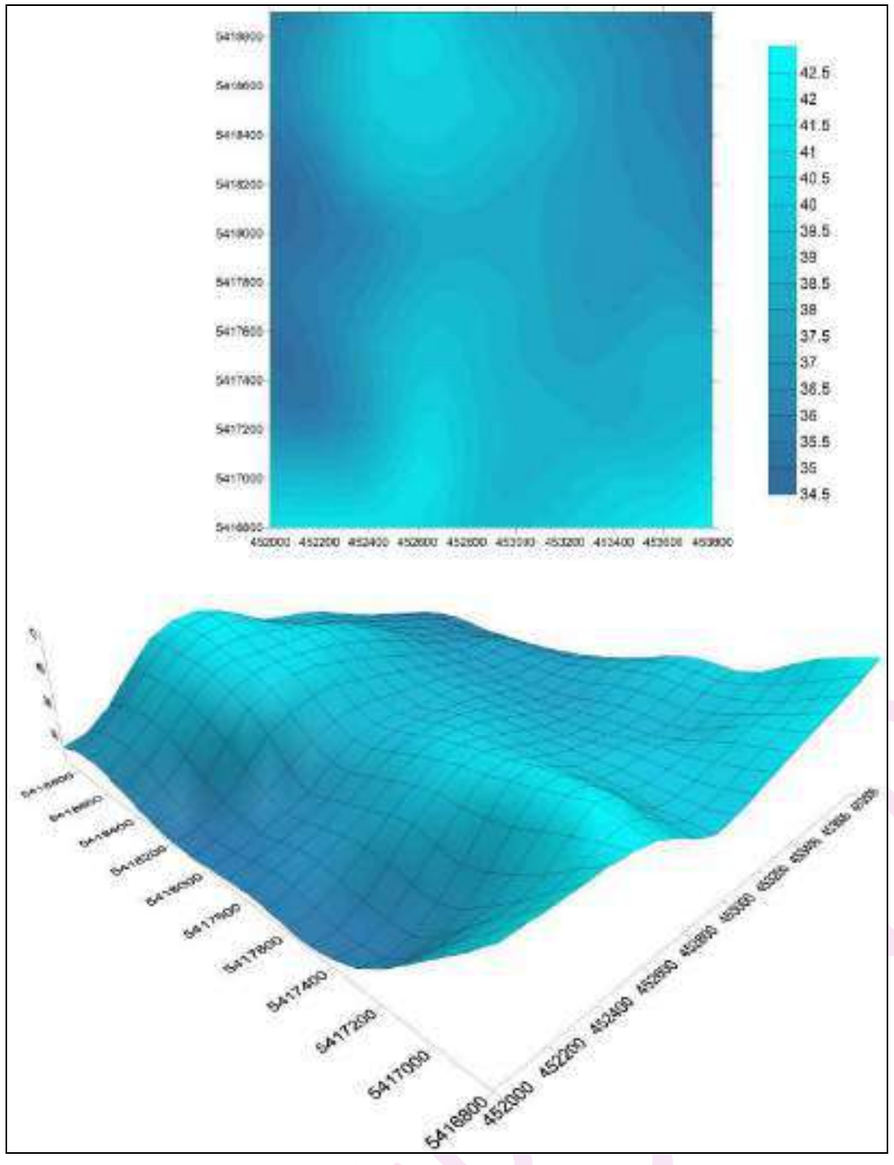


Figure 68 : Terrain numérique 3D utilisé dans les modélisations et grille de calcul – Topographie du terrain

Figure 69 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations –prise en compte des obstacles de la zone d'étude en situation actuelle

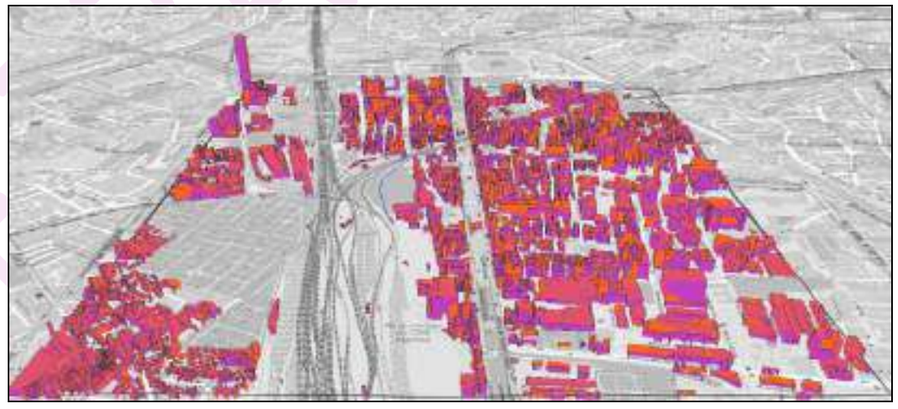


Figure 70 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations – avec prise en compte des obstacles de la zone d'étude en situation Fil de l'eau

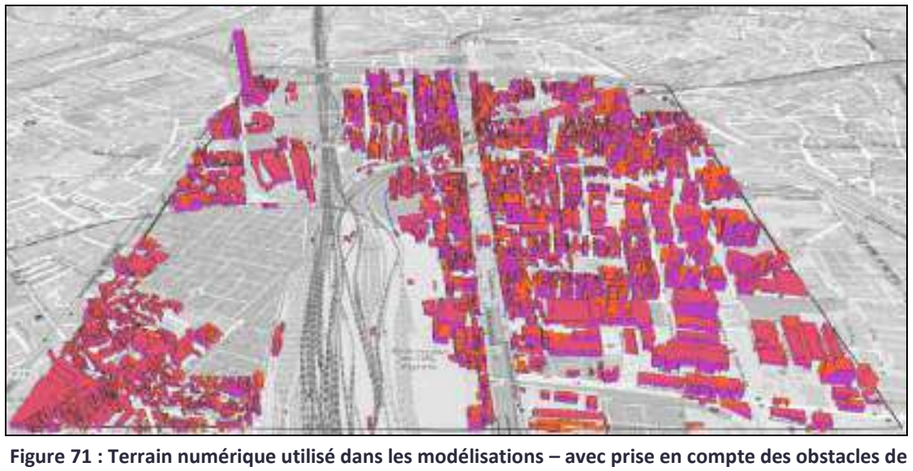


Figure 71 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations – avec prise en compte des obstacles de la zone d'étude en situation Projet et Cumulée

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires. Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (418 points de calcul) dont 13 points pour l'emprise projet, mais aussi au niveau des récepteurs ponctuels (28 lieux vulnérables : crèches, écoles, EHPAD).
Au vu de la présence de bâtiments résidentiels en bordure immédiate des axes les plus fréquentés, il sera considéré le centile 99 au sein de la zone d'étude pour les habitants hors projet.

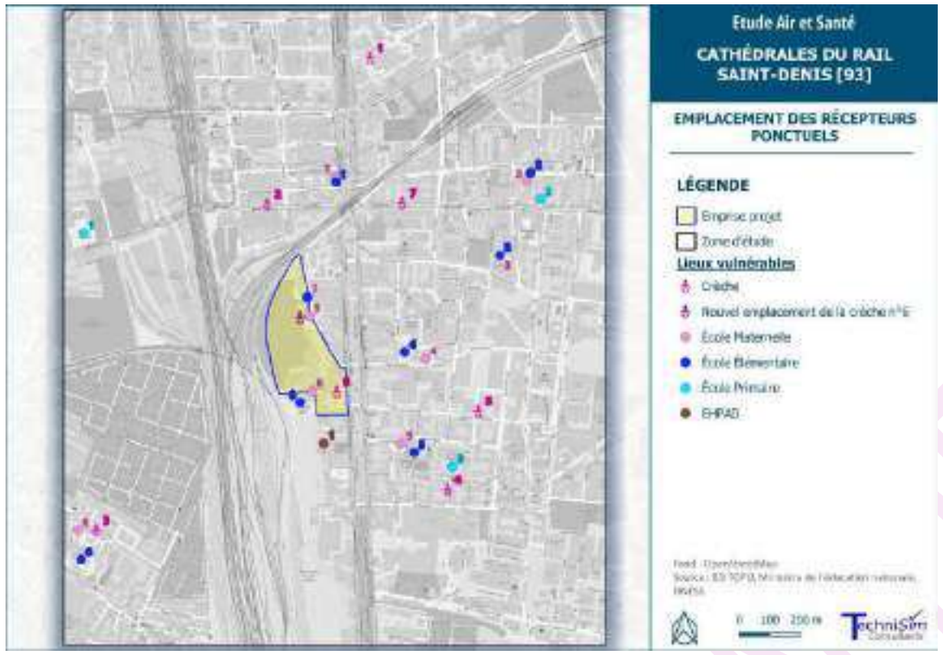


Figure 72 : Grille de calcul et emplacement des récepteurs ponctuels sur la zone d'étude

Tableau 43 : Liste des récepteurs ponctuels et zones sur la zone d'étude

Type d'établissement	Récepteur	Nom / Adresse
Établissement petite enfance	1	Crèche inter-entreprises Les p'tits cadres / 1 Rue du Parc Charbon 93210 Saint-Denis / n.d
	2	Multi-accueil "Maison du petit enfant Plumes et Poésie" / 114 Rue du Landy 93200 Saint-Denis / 40 places
	3	Multi-accueil collectif départemental Bourdarias / 30 Rue Eugène Berthoud 93400 Saint-Ouen-sur-Seine / 45 places
	4	Crèche Fleur de Lys - La Maison Bleue / 7 Rue Legras 5 93210 Saint-Denis / 29 places
	5	Multi-accueil Babilou La Plaine Saint-Denis Gouges / 6 Rue Olympe de Gouges 93210 Saint-Denis / 30 places
	6 6	Multi-accueil "Maison du petit Enfant La Marelle" / 153 Avenue du Président Wilson 93210 Saint-Denis / 60 places
	7	Multi-accueil Les Papillons du Landy Ronde / 63 Rue du Landy 93200 Saint-Denis / 26 places
École maternelle	1	Ecole maternelle Le Lendit / 241 avenue du Président Wilson 93200 Saint-Denis / 181 élèves
	2	Ecole maternelle Robert Doisneau / 3 rue Cristino Garcia 93200 Saint-Denis / 265 élèves
	3	Ecole maternelle Le Corduan / 12 mail des Maraichers 93200 Saint-Denis / 117 élèves
	4	Ecole maternelle Les Drapiers / 9 rue de la Montjoie 93200 Saint-Denis / 135 élèves
	5	Ecole maternelle La Montjoie / 8 rue Saint-Just 93200 Saint-Denis / 123 élèves
	6	Ecole maternelle Jules Michelet / 9 rue Jean Pernin 93400 Saint-Ouen-sur-Seine / 179 élèves
	7	Ecole maternelle La Lison / 17 rue du Bailly 93200 Saint-Denis / 85 élèves
	8	Ecole maternelle Petits Cailloux / 1 bis chemin des Petits Cailloux 93200 Saint-Denis / 75 élèves
	9	École maternelle La Lison / 17 rue du Baily 93200 Saint-Denis / 85 élèves
École élémentaire	1	Ecole Elémentaire Robespierre / 241 avenue du Président Wilson 93200 Saint-Denis / 233 élèves
	2	Ecole élémentaire Maria Casares / 3 rue Cristino Garcia 93200 Saint-Denis / 276 élèves
	3	Ecole élémentaire Taos Amrouche / 12 mail des Maraîchers 93200 Saint-Denis / 164 élèves
	4	Ecole élémentaire Gutenberg / 9 rue de la Montjoie 93200 Saint-Denis / 153 élèves
	5	Ecole élémentaire Louis Antoine Saint-Just / 12 rue Saint-Just 93200 Saint-Denis / 165 élèves
	6	Ecole élémentaire Jules Michelet / 143 Rue du Docteur Bauer 93400 Saint-Ouen-sur-Seine / 277 élèves
	7	Ecole élémentaire Aime Cesaire / 17 rue du Bailly 93200 Saint-Denis / 114 élèves
	8	Ecole élémentaire Niki de Saint-Phalle / 1 bis chemin des Petits Cailloux 93200 Saint-Denis / 89 élèves
École primaire	1	Ecole primaire Petits Pianos - Lili Boulanger / 166 rue du Landy 93200 Saint-Denis / 133 élèves
	2	Ecole primaire Malala Yousafzai / 6 rue Henri Murger 93300 Aubervilliers / 123 élèves
	3	Ecole primaire Opaline - Suzanne Lacore / 41 rue Chaudron 93200 Saint-Denis / 357 élèves
EHPAD	1	EHPAD La Maison des lumières / 129 Avenue du président Wilson 93210 Saint-Denis / 84 lits
Emprise Projet	-	Habitants / Travailleurs du Projet

VERSION DE TRAVAIL

17.4.2. Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d'Homme et les dépôts particulaires de PM10 en g/m² exprimés pour chaque situation de modélisation retenue. Les résultats directs des simulations considèrent uniquement l'effet des émissions des brins du trafic routier du réseau d'étude. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération dans les calculs.
Afin d'obtenir une meilleure représentativité de la qualité de l'air de la zone d'étude et ainsi permettre une comparaison des résultats aux seuils réglementaires et aux valeurs guides sanitaires de l'OMS, les concentrations de fond ont été additionnées aux résultats en fin de chaine de calcul pour le NO_2, les particules PM10 et PM2,5, les oxydes d'azote NOx et le dioxyde de soufre SO_2. L'ajout des concentrations de fond permet de prendre en compte les effets des autres sources de pollution sur la zone d'étude et non pas seulement celles du trafic routier du réseau d'étude.

La zone d'étude étant urbaine, il a été pris comme valeurs de fond les données 2025 de la station de fond urbain la plus proche et la plus complète « Paris 18ème », ainsi que celle de la station « Gennevilliers » pour le SO_2 (seule station de fond urbain mesurant en SO_2 en Île-de-France en 2024). Les concentrations de fond utilisées sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 44 : Concentrations de fond urbain utilisées dans les modélisations

Horizon d'étude	Concentrations de fond utilisées dans le modèle (moyennes annuelles)					
	NO_2 µg/m³	PM10 µg/m³	PM2,5 µg/m³	NOx µg/m³	SO_2 µg/m³	Source / hypothèses
Horizon 2024	22	17	10	31	0.46	Concentrations moyennes annuelles 2025 aux stations de fond urbain « Paris 18ème » (NOx, NO_2, PM10, PM2.5) et en 2024 pour « Gennevilliers » (SO_2)
Horizon 2032	17.9	15.4	8.7	25.7	0.45	Application sur la valeur de fond 2024 du facteur de diminution (entre 2024 et 2032) calculé sur les résultats d'émission du polluant considéré pour un même trafic sur la part du trafic routier et application de la trajectoire de la SNBC2 'bâtiments' pour la part des émissions résidentielles/tertiaires. Ces hypothèses permettent de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur.
Horizon 2050	13.3	12.2	6.0	19.8	0.43	Application sur la valeur de fond 2024 du facteur de diminution (entre 2024 et 2050) calculé sur les résultats d'émission du polluant considéré pour un même trafic sur la part du trafic routier et application de la trajectoire de la SNBC2 'bâtiments' pour la part des émissions résidentielles/tertiaires. Ces hypothèses permettent de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur.

Les tableaux suivants présentent les concentrations maximales annuelles et le cas échéant journalières et horaires, des polluants modélisés, additionnées aux concentrations de fond pour les polluants concernés ainsi que les dépôts au sol sur les jardins partagés de la zone d'étude. Sont présentés :

- Les concentrations maximales relevées sur la zone d'étude (conditions trafic).
- Les concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable hors emprise projet.
- Les concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable de l'emprise projet.
- Les concentrations maximales relevées sur l'emprise projet ;
- Les concentrations maximales dans l'air relevés au niveau des jardins potagers.
- Les dépôts atmosphériques maximaux relevés au niveau des jardins potagers.

VERSION DE TRAVAIL

Concentrations maximales relevées sur la zone d'étude (conditions trafic)

Tableau 45 : Concentrations maximales en polluants relevées sur la zone d'étude (conditions trafic)

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
MAX Grille de calcul (conditions trafic)	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	42,97	28,94	29,00	15,34
	Jour	49,64	32,48	32,59	15,98
	Heure	61,53	39,91	39,43	17,24
Particules PM10	Année	20,59	18,22	18,23	14,59
	Jour	21,62	19,12	19,19	15,39
Particules PM2,5	Année	12,64	10,52	10,53	7,50
	Jour	13,43	11,03	11,08	7,92
Dioxyde de soufre	Année	0,697	0,709	0,711	0,721
	Jour	0,768	0,786	0,790	0,810
	Heure	0,897	0,953	0,954	0,995
Monoxyde de carbone	Année	23,72	16,86	16,95	16,87
	Jour	31,24	22,26	22,43	22,18
	Heure	44,68	33,64	32,91	32,76
Benzène	Année	2,25E-02	7,76E-03	7,86E-03	7,57E-03
B[a]P	Année	1,84E-04	1,44E-04	1,44E-04	8,15E-05
Arsenic	Année	1,25E-06	1,30E-06	1,31E-06	1,35E-06
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
MAX Grille de calcul (conditions trafic)	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	8,44E-01	4,59E-01	4,61E-01	6,51E-01
1,3-butadiène	Année	1,30E-02	9,44E-03	9,50E-03	1,60E-02
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	3,67E-04	2,92E-04	2,94E-04	1,75E-04
Chrome	Année	6,63E-05	6,04E-05	6,08E-05	4,85E-05
NOx (éq. NO_2)	Année	94,17	61,53	61,73	32,71
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable existant en l'état actuel

Tableau 46 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des crèches hors emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
MAX Crèches hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	22,93	18,43	18,44	13,42
	Jour	24,76	19,52	19,57	13,63
	Heure	27,44	21,13	21,25	13,93
Particules PM10	Année	17,26	15,63	15,63	12,47
	Jour	17,47	15,81	15,83	12,64
Particules PM2,5	Année	10,11	8,73	8,73	6,09
	Jour	10,32	8,88	8,89	6,21
Dioxyde de soufre	Année	0,468	0,459	0,459	0,438
	Jour	0,488	0,482	0,484	0,465
	Heure	0,514	0,516	0,518	0,503
Monoxyde de carbone	Année	1,07	0,76	0,76	0,76
	Jour	3,12	2,41	2,49	2,48
	Heure	6,16	4,88	5,07	5,04
Benzène	Année	1,18E-03	4,09E-04	4,13E-04	3,46E-04
B[a]P	Année	8,04E-06	6,24E-06	6,34E-06	3,57E-06
Arsenic	Année	5,47E-08	5,64E-08	5,66E-08	5,84E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
MAX Crèches hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	4,10E-02	2,32E-02	2,32E-02	3,37E-02
1,3-butadiène	Année	5,89E-04	4,85E-04	4,81E-04	8,64E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	1,60E-05	1,28E-05	1,29E-05	7,65E-06
Chrome	Année	2,78E-06	2,53E-06	2,54E-06	2,03E-06
NOx (éq. NO_2)	Année	33,82	27,32	27,33	20,35
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

VERSION DRAFT

Tableau 47 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de la crèche de l'emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
Crèche emprise projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	24,94	18,05	18,07	13,36
	Jour	26,48	18,46	18,47	13,43
	Heure	31,18	20,41	20,83	13,93
Particules PM10	Année	17,71	15,53	15,54	12,37
	Jour	18,04	15,76	15,75	12,56
Particules PM2,5	Année	10,51	8,68	8,68	6,05
	Jour	10,74	8,75	8,74	6,09
Dioxyde de soufre	Année	0,499	0,451	0,452	0,429
	Jour	0,517	0,461	0,460	0,440
	Heure	0,569	0,500	0,505	0,512
Monoxyde de carbone	Année	4,57	0,20	0,23	0,22
	Jour	6,64	0,89	0,87	0,89
	Heure	12,44	3,81	4,46	5,08
Benzène	Année	7,70E-03	1,31E-04	1,60E-04	1,34E-04
B[a]P	Année	2,14E-05	1,32E-06	1,42E-06	8,13E-07
Arsenic	Année	2,11E-07	1,42E-08	1,60E-08	1,59E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
Crèche emprise projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	2,60E-01	7,43E-03	7,99E-03	1,09E-02
1,3-butadiène	Année	3,61E-03	1,53E-04	1,52E-04	2,61E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	4,18E-05	2,66E-06	2,85E-06	1,69E-06
Chrome	Année	9,26E-06	5,98E-07	6,45E-07	5,03E-07
NOx (éq. NO_2)	Année	40,66	26,10	26,13	19,92
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées. La relocalisation de la crèche du projet aux horizons futurs a été prise en compte.*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

Tableau 48 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles maternelles hors emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
MAX Ecoles maternelles hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	23,04	18,45	18,47	13,43
	Jour	25,62	19,72	19,67	13,65
	Heure	29,95	22,43	22,39	14,14
Particules PM10	Année	17,27	15,64	15,65	12,47
	Jour	17,65	15,97	15,97	12,75
Particules PM2,5	Année	10,17	8,79	8,79	6,14
	Jour	10,41	8,96	8,97	6,28
Dioxyde de soufre	Année	0,472	0,463	0,463	0,441
	Jour	0,496	0,487	0,487	0,469
	Heure	0,542	0,550	0,547	0,536
Monoxyde de carbone	Année	1,58	1,06	1,10	1,02
	Jour	4,15	2,75	2,68	2,66
	Heure	9,03	6,91	6,86	6,83
Benzène	Année	2,58E-03	8,34E-04	8,62E-04	7,06E-04
B[a]P	Année	7,71E-06	5,85E-06	6,00E-06	3,50E-06
Arsenic	Année	7,34E-08	7,11E-08	7,33E-08	7,14E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
MAX Ecoles maternelles hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	8,73E-02	4,49E-02	4,61E-02	6,51E-02
1,3-butadiène	Année	1,20E-03	9,10E-04	9,31E-04	1,64E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	1,51E-05	1,16E-05	1,19E-05	7,20E-06
Chrome	Année	3,24E-06	2,84E-06	2,92E-06	2,27E-06
NOx (éq. NO_2)	Année	34,38	27,51	27,56	20,46
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées.*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

VERSION DRAFT

Tableau 49 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'école maternelle de l'emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
Ecole maternelle emprise projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	22,73	18,32	18,33	13,41
	Jour	23,68	18,81	18,85	13,50
	Heure	26,32	20,12	20,32	13,75
Particules PM10	Année	17,24	15,64	15,64	12,47
	Jour	17,46	15,88	15,89	12,69
Particules PM2,5	Année	10,12	8,75	8,75	6,11
	Jour	10,24	8,85	8,84	6,18
Dioxyde de soufre	Année	0,468	0,459	0,459	0,436
	Jour	0,479	0,470	0,471	0,449
	Heure	0,506	0,497	0,503	0,485
Monoxyde de carbone	Année	1,10	0,78	0,80	0,75
	Jour	2,32	1,59	1,67	1,56
	Heure	5,31	3,57	4,00	3,73
Benzène	Année	1,76E-03	6,00E-04	6,17E-04	5,09E-04
B[a]P	Année	5,52E-06	4,36E-06	4,45E-06	2,58E-06
Arsenic	Année	5,17E-08	5,22E-08	5,32E-08	5,21E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
Ecole maternelle emprise projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	6,00E-02	3,26E-02	3,32E-02	4,74E-02
1,3-butadiène	Année	8,37E-04	6,64E-04	6,73E-04	1,20E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	1,08E-05	8,70E-06	8,86E-06	5,34E-06
Chrome	Année	2,31E-06	2,09E-06	2,14E-06	1,67E-06
NOx (éq. NO_2)	Année	33,39	27,04	27,08	20,27
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées.*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

Tableau 50 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles élémentaires hors emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
MAX Ecoles élémentaires hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	22,79	18,35	18,36	13,41
	Jour	25,24	19,49	19,52	13,62
	Heure	28,62	23,11	22,25	14,06
Particules PM10	Année	17,21	15,59	15,59	12,42
	Jour	17,60	15,94	15,95	12,74
Particules PM2,5	Année	10,11	8,74	8,74	6,10
	Jour	10,37	8,94	8,94	6,26
Dioxyde de soufre	Année	0,467	0,458	0,459	0,436
	Jour	0,492	0,483	0,484	0,465
	Heure	0,526	0,561	0,535	0,523
Monoxyde de carbone	Année	1,04	0,73	0,75	0,73
	Jour	3,74	2,42	2,46	2,44
	Heure	7,55	8,02	6,66	6,16
Benzène	Année	1,27E-03	4,54E-04	4,66E-04	4,13E-04
B[a]P	Année	6,38E-06	5,05E-06	5,17E-06	2,96E-06
Arsenic	Année	5,09E-08	5,19E-08	5,34E-08	5,34E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
MAX Ecoles élémentaires hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	4,88E-02	2,89E-02	2,94E-02	4,41E-02
1,3-butadiène	Année	7,54E-04	6,29E-04	6,39E-04	1,15E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	1,27E-05	1,03E-05	1,05E-05	6,32E-06
Chrome	Année	2,44E-06	2,22E-06	2,25E-06	1,78E-06
NOx (éq. NO_2)	Année	33,53	27,13	27,17	20,31
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées.*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

VERSION DRAFT

Tableau 51 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'école élémentaire de l'emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
Ecole élémentaire emprise projet	Période	2024 Actuel	2032 Fil de l'Eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Dioxyde d'azote	Année	22,38	18,15	18,16	13,37
	Jour	23,85	18,77	18,73	13,48
	Heure	27,85	23,11	20,89	13,88
Particules PM10	Année	17,12	15,53	15,53	12,37
	Jour	17,37	15,80	15,80	12,59
Particules PM2,5	Année	10,06	8,70	8,70	6,07
	Jour	10,21	8,82	8,81	6,16
Dioxyde de soufre	Année	0,463	0,454	0,454	0,431
	Jour	0,479	0,468	0,467	0,447
	Heure	0,517	0,561	0,511	0,499
Monoxyde de carbone	Année	0,54	0,41	0,41	0,39
	Jour	2,25	1,41	1,36	1,39
	Heure	6,93	8,02	4,68	4,70
Benzène	Année	7,97E-04	2,94E-04	2,98E-04	2,49E-04
B[a]P	Année	3,02E-06	2,53E-06	2,51E-06	1,45E-06
Arsenic	Année	2,58E-08	2,84E-08	2,84E-08	2,81E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
Ecole élémentaire emprise projet	Période	2024 Actuel	2032 Fil de l'Eau	2032 Projet	2050 Cumulé
COVNM	Année	2,73E-02	1,58E-02	1,59E-02	2,22E-02
1,3-butadiène	Année	3,76E-04	3,19E-04	3,18E-04	5,54E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	5,90E-06	5,04E-06	5,00E-06	3,00E-06
Chrome	Année	1,17E-06	1,15E-06	1,16E-06	9,00E-07
NOx (éq. NO_2)	Année	32,21	26,45	26,46	20,04
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

Tableau 52 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles primaires hors emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
MAX Ecoles primaires hors projet	Période	2024 Actuel	2032 Fil de l'Eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Dioxyde d'azote	Année	22,24	18,07	18,07	13,36
	Jour	23,28	18,57	18,64	13,46
	Heure	26,90	20,08	21,03	13,90
Particules PM10	Année	17,05	15,43	15,43	12,28
	Jour	17,20	15,57	15,59	12,41
Particules PM2,5	Année	10,03	8,68	8,68	6,05
	Jour	10,13	8,75	8,74	6,10
Dioxyde de soufre	Année	0,461	0,451	0,451	0,429
	Jour	0,472	0,463	0,464	0,443
	Heure	0,508	0,496	0,523	0,510
Monoxyde de carbone	Année	0,28	0,20	0,20	0,20
	Jour	1,46	0,95	1,06	1,06
	Heure	5,52	3,27	4,74	4,74
Benzène	Année	2,96E-04	1,04E-04	1,06E-04	9,84E-05
B[a]P	Année	1,96E-06	1,49E-06	1,56E-06	8,79E-07
Arsenic	Année	1,41E-08	1,41E-08	1,48E-08	1,53E-08
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
MAX Ecoles primaires hors projet	Période	2024 Actuel	2032 Fil de l'Eau	2032 Projet	2050 Cumulé
COVNM	Année	1,14E-02	6,11E-03	6,21E-03	8,90E-03
1,3-butadiène	Année	1,71E-04	1,26E-04	1,28E-04	2,19E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	3,90E-06	3,06E-06	3,15E-06	1,87E-06
Chrome	Année	7,06E-07	6,48E-07	6,53E-07	5,21E-07
NOx (éq. NO_2)	Année	31,73	26,13	26,14	19,92
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées.*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

VERSION DRAFT

Tableau 53 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'EHPAD hors emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
EHPAD hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	23,80	18,75	18,77	13,49
	Jour	25,52	19,68	19,70	13,64
	Heure	31,57	21,29	21,65	14,02
Particules PM10	Année	17,44	15,75	15,76	12,55
	Jour	17,81	16,09	16,10	12,84
Particules PM2,5	Année	10,31	8,87	8,87	6,21
	Jour	10,52	9,05	9,04	6,33
Dioxyde de soufre	Année	0,483	0,471	0,472	0,450
	Jour	0,502	0,494	0,493	0,471
	Heure	0,558	0,530	0,537	0,516
Monoxyde de carbone	Année	2,75	1,69	1,73	1,62
	Jour	4,86	3,29	3,32	3,01
	Heure	11,70	5,77	6,46	6,29
Benzène	Année	4,47E-03	1,32E-03	1,35E-03	1,11E-03
B[a]P	Année	1,34E-05	9,33E-06	9,45E-06	5,53E-06
Arsenic	Année	1,28E-07	1,13E-07	1,16E-07	1,13E-07
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
EHPAD hors projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	1,53E-01	7,26E-02	7,42E-02	1,06E-01
1,3-butadiène	Année	2,13E-03	1,50E-03	1,52E-03	2,70E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	2,63E-05	1,86E-05	1,89E-05	1,15E-05
Chrome	Année	5,72E-06	4,56E-06	4,66E-06	3,63E-06
NOx (éq. NO_2)	Année	36,90	28,56	28,63	20,86
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées sur l'emprise projet

Tableau 54 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'emprise projet

Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
Max Emprise Projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Dioxyde d'azote	Année	26,06	20,00	20,04	13,73
	Jour	27,54	20,92	20,76	13,87
	Heure	37,42	25,36	23,95	14,60
Particules PM10	Année	17,96	16,23	16,25	12,96
	Jour	18,28	16,56	16,58	13,24
Particules PM2,5	Année	10,70	9,20	9,22	6,48
	Jour	10,93	9,38	9,40	6,63
Dioxyde de soufre	Année	0,514	0,506	0,508	0,486
	Jour	0,531	0,527	0,526	0,506
	Heure	0,615	0,612	0,592	0,580
Monoxyde de carbone	Année	6,37	4,49	4,59	4,27
	Jour	8,42	6,22	6,01	5,62
	Heure	18,89	13,22	10,82	12,01
Benzène	Année	1,08E-02	3,66E-03	3,74E-03	3,04E-03
B[a]P	Année	2,93E-05	2,31E-05	2,37E-05	1,39E-05
Arsenic	Année	2,92E-07	2,93E-07	3,01E-07	2,91E-07
Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]					
Max Emprise Projet	**Période**	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
COVNM	Année	3,65E-01	1,98E-01	2,02E-01	2,87E-01
1,3-butadiène	Année	5,05E-03	4,04E-03	4,11E-03	7,29E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	5,74E-05	4,60E-05	4,71E-05	2,86E-05
Chrome	Année	1,27E-05	1,15E-05	1,17E-05	9,08E-06
NOx (éq. NO_2)	Année	44,38	33,04	33,20	22,60
Nota Bene		*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire. Pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les NOx et le SO_2 les concentrations de fond ont été additionnées.*			

Résultats incluant la pollution de fond ; * Dont le B(a)P

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).
Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008.

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;

- **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;

- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;

VERSION BETA

- **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;

- **Valeur limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;

- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Les substances faisant l'objet d'une réglementation sont en liste ci-dessous :

- Le dioxyde d'azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L'arsenic, le nickel ;
- L'ozone.

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L'ozone est un polluant obtenu dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines. La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.
Parmi ces composés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5.
Pour rappel, les résultats présentés ci-après considèrent l'effet des émissions du trafic routier sur les brins du réseau d'étude additionné aux concentrations de fond pour le NO_2, les particules PM10 et PM2,5.

L'analyse des impacts du projet sur l'exposition des populations à la pollution atmosphérique se portera essentiellement sur les 3 polluants précités (NO_2, PM10 et PM2,5). Les sources d'émissions prises en compte sont le trafic routier du réseau d'étude, l'autoroute A1 et le trafic ferroviaire de la zone d'étude. La pollution de fond est prise en compte.

Résultats détaillés et commentés des polluants réglementés

Dioxyde d'azote

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en NO_2 calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires sont inférieures aux seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré au niveau des lieux vulnérables existants, de l'emprise projet et des zones d'habitations hors projet.

En moyenne annuelle, les concentrations maximales sur la zone d'étude (conditions trafic) aux horizons futurs sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (-32,7 % pour la situation Fil de l'eau 2032, -32,5 % pour la situation Projet 2032 et -64,3 % pour la situation Cumulée 2050), compte-tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, en lien avec les applications des mesures de la SNBC existantes au 31 décembre 2021 ; baisse des émissions unitaires des véhicules), compensant par ailleurs les hausses de trafic.

Par rapport à la situation **Fil de l'eau**, la réalisation du projet induit :
Une variation de la concentration maximale en NO_2 calculée en moyenne annuelle sur la zone d'étude (conditions trafic) de +0,21 % (soit +0,06 µg/m³) en 2032 et -47,0 % (soit -13,6 µg/m³) en situation Cumulée 2050;
Une variation des concentrations en NO_2 calculées en moyenne annuelle au niveau des bâtiments vulnérables hors projet (maximum +0,10 % soit +0,02 µg/m³ en 2032 et maximum -28,0 % soit -5,26 µg/m³ en situation Cumulée 2050) ;
Une variation des concentrations en NO_2 calculées en moyenne annuelle au niveau des bâtiments vulnérables de l'emprise projet (maximum +0,18 % soit +0,03 µg/m³ en 2032 et maximum -29,6 % soit -5,72 µg/m³ en situation Cumulée 2050) ;
Une variation de la teneur maximale en NO_2 calculée sur l'emprise projet (+0,23 % soit +0,05 µg/m³ en 2032 et -31,3 % soit -13,60 µg/m³ en situation Cumulée 2050).

Au regard des valeurs absolues des concentrations en NO_2 modélisées en situations « Fil de l'eau » et « Projet » à l'horizon 2032 (cf. tableaux suivants, incluant la pollution de fond) et de la valeur limite réglementaire applicable à l'horizon considéré, il est possible de qualifier les variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des lieux vulnérables, de l'emprise projet et de la zone d'étude en général.

En se référant aux cartes de différence des concentrations modélisées, entre les situations « Projet » et « Fil de l'eau » à l'horizon 2032, il est possible de constater que les hausses les plus importantes des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont logiquement localisées au niveau des voies à proximité du projet, et sur l'autoroute.

Les valeurs réglementaires, pour le NO_2, applicables à l'horizon étudié, ainsi que les résultats des modélisations sont disponibles dans les tableaux suivants.

VERSION DRAFT

Tableau 55 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes annuelles

Valeur limite actuelle : 40 µg/m³ en moyenne annuelle				
Valeur limite applicable en 2030 : 20 µg/m³ en moyenne annuelle				
NO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	42,97	28,94	29,00	15,34
Max Zone projet	26,06	20,00	20,04	13,73
Crèche emprise Projet	24,94	18,05	18,07	13,36
Ecole maternelle emprise Projet	22,73	18,32	18,33	13,41
Ecole élémentaire emprise Projet	22,38	18,15	18,16	13,37
Max crèches hors projet	22,93	18,43	18,44	13,42
Max Écoles maternelles hors projet	23,04	18,45	18,47	13,43
Max Écoles élémentaires hors projet	22,79	18,35	18,36	13,41
Max Écoles primaires hors projet	22,24	18,07	18,07	13,36
Max EHPAD hors projet	23,80	18,75	18,77	13,49
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude. **Valeurs en bleu** : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré			

Tableau 56 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes journalières

Valeur limite actuelle : aucune				
Valeur limite applicable en 2030 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (centile 95)				
NO_2 (µg/m3) Centile 95 des concentrations moyennes journalières	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	47,31	31,24	31,35	15,75
Max Zone projet	27,01	20,46	20,52	13,82
Crèche emprise Projet	25,71	18,23	18,23	13,39
Ecole maternelle emprise Projet	23,23	18,60	18,62	13,46
Ecole élémentaire emprise Projet	22,83	18,43	18,41	13,42
Max crèches hors projet	24,20	19,11	19,11	13,55
Max Écoles maternelles hors projet	24,13	19,03	19,06	13,55
Max Écoles élémentaires hors projet	23,85	18,87	18,96	13,52
Max Écoles primaires hors projet	22,72	18,32	18,34	13,41
Max EHPAD hors projet	24,49	19,11	19,13	13,56
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude. **Valeurs en bleu** : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré			

Tableau 57 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes horaires

Valeur limite actuelle : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8)				
Valeur limite applicable en 2030 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 heures par an (centile 99,97)				
NO_2 (µg/m3) Horizons 2024 : centile 99,8 des concentrations moy. horaires Horizon 2032 : centile 99,97 des concentrations moy. horaires	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	58,61	39,81	38,76	17,11
Max Zone projet	30,97	24,99	23,60	14,39
Crèche emprise Projet	29,17	20,19	20,34	13,75
Ecole maternelle emprise Projet	25,18	19,92	19,95	13,71
Ecole élémentaire emprise Projet	25,75	20,85	20,32	13,77
Max crèches hors projet	26,65	20,72	21,07	13,90
Max Écoles maternelles hors projet	27,75	21,48	21,63	14,00
Max Écoles élémentaires hors projet	27,48	21,50	21,48	13,98
Max Écoles primaires hors projet	25,30	19,99	20,18	13,75
Max EHPAD hors projet	27,75	21,19	21,56	13,96
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude. **Valeurs en bleu** : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré			

Les cartographies ci-après représentent les concentrations annuelles en NO_2 issues du trafic routier en addition de la pollution de fond, modélisées aux différents horizons et situations étudiés, ainsi que la différence entre les situations « Projet » et « Fil de l'Eau » à l'horizon 2032, et la différence entre les situations « Cumulé » 2050 et « Fil de l'Eau » 2032.

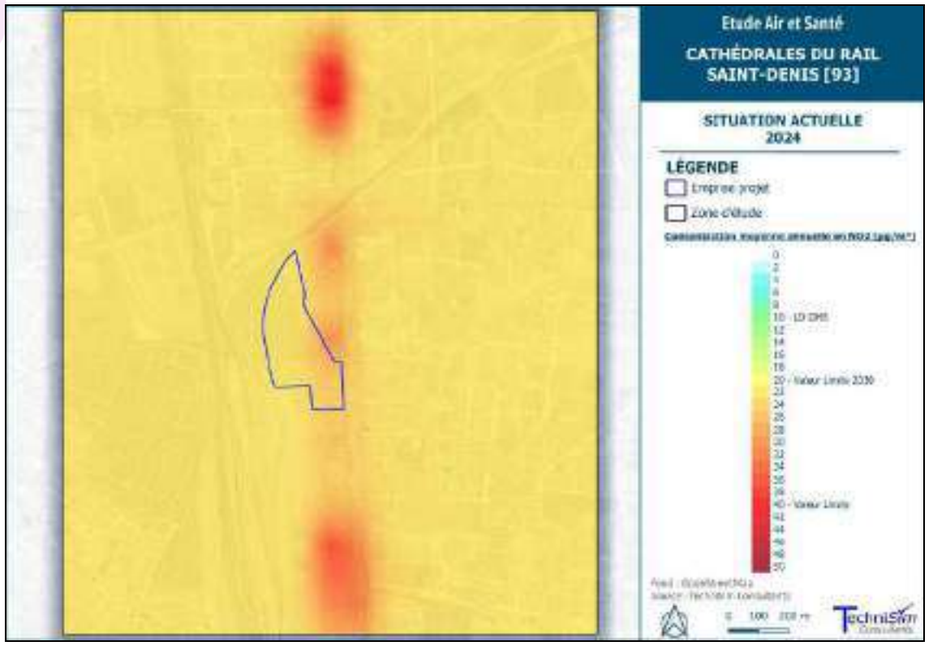


Figure 73 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°1 – Actuel 2024

VERSION

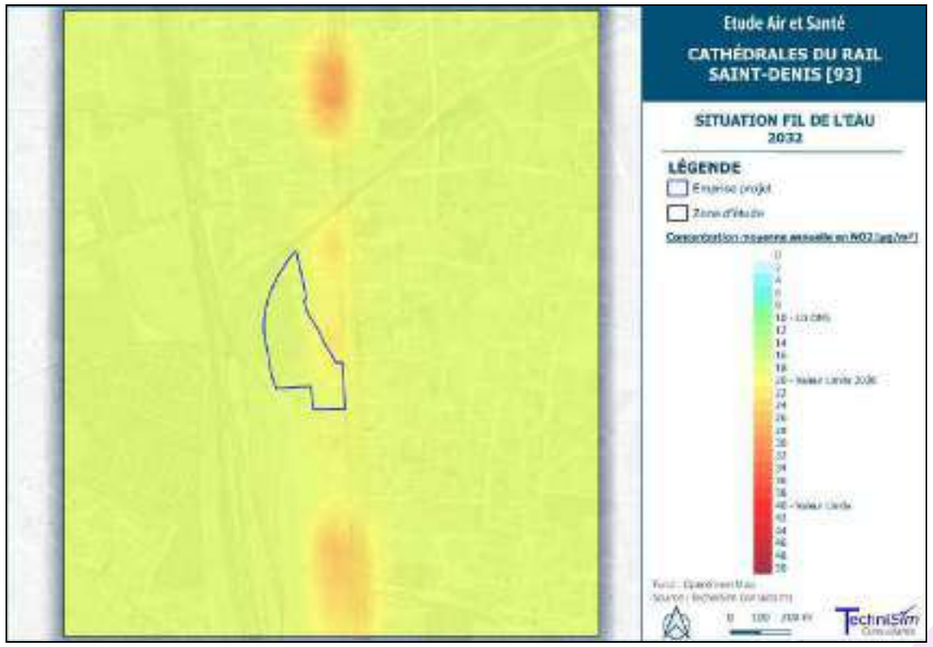


Figure 74 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°2 – Fil de l'eau 2032

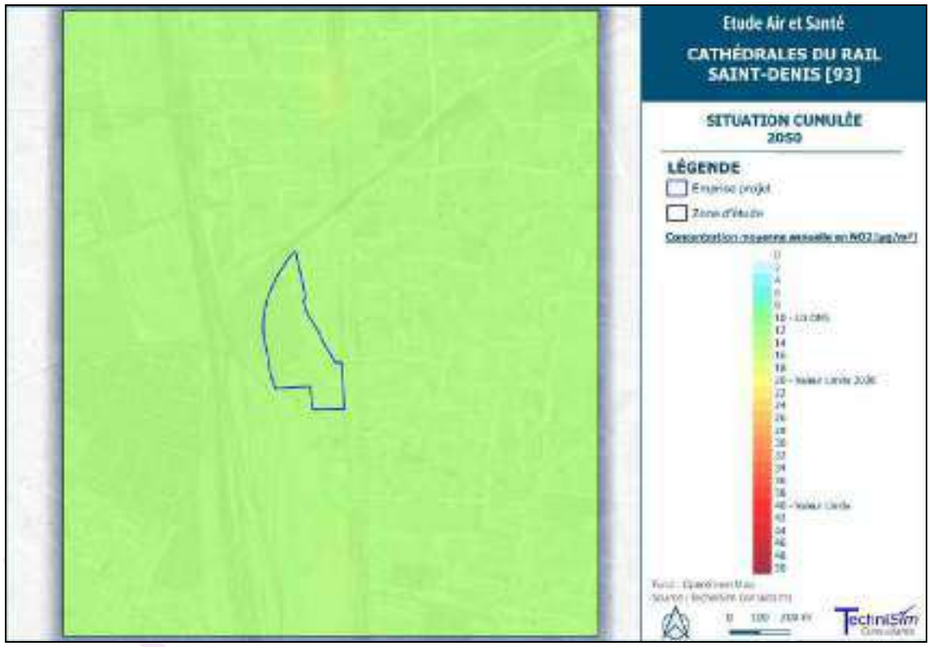


Figure 76 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°4 – Projet 2050

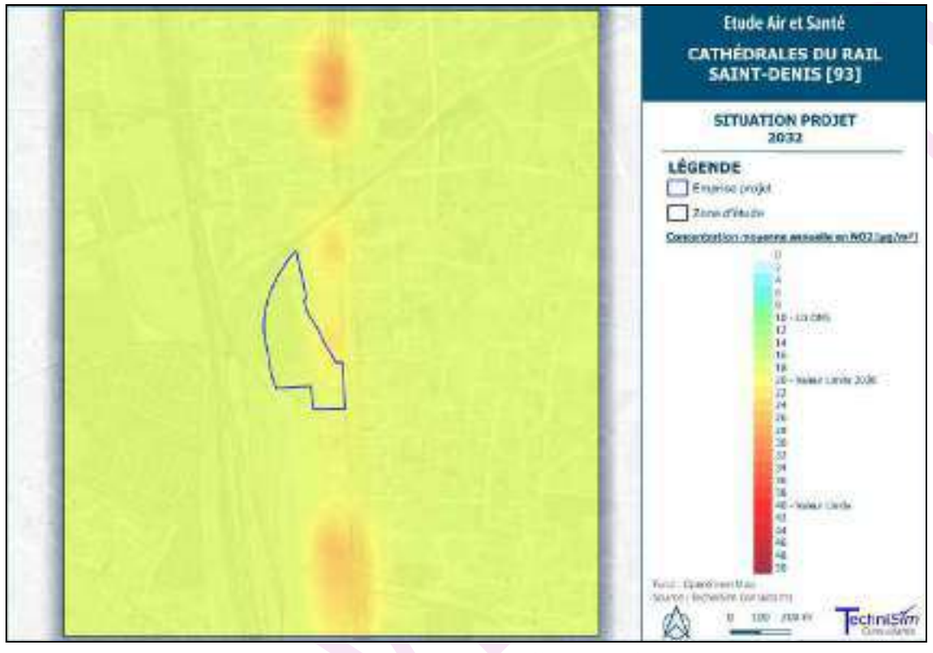


Figure 75 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 (fond inclus) – Situation N°3 – Projet 2032

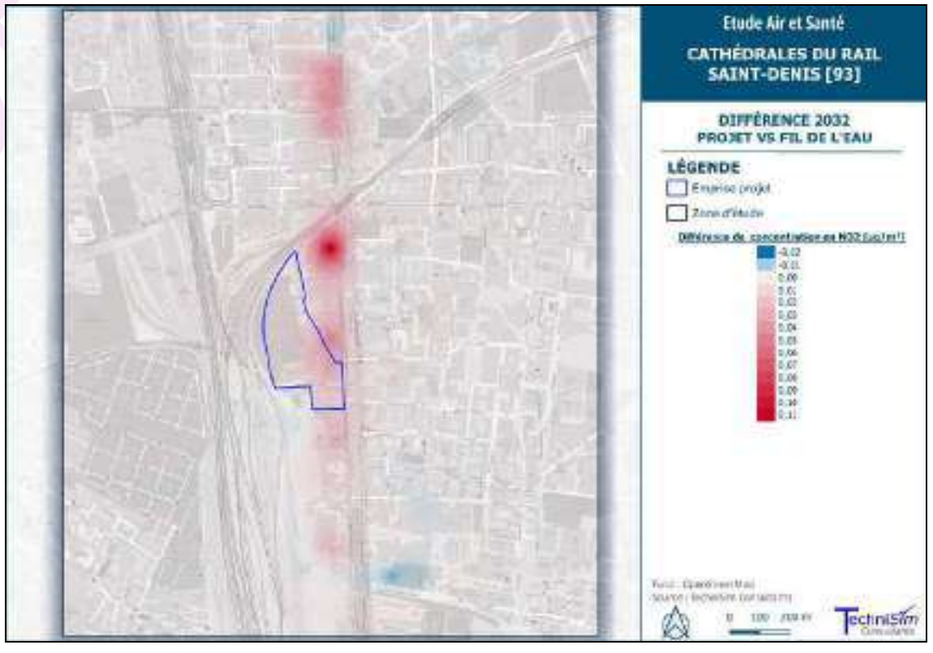


Figure 77 : Différences de concentrations en NO_2 entre les situations Projet et Fil de l'eau 2032 (Situation 3-Situation 2)

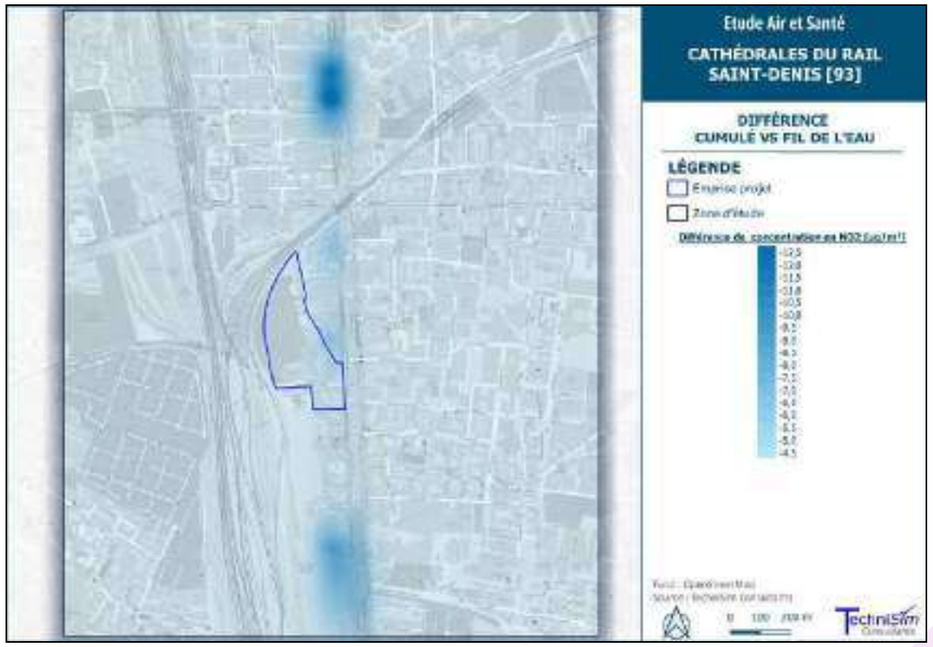


Figure 78 : Différences de concentrations en NO_2 entre les situations Cumulé 2050 et Fil de l'eau 2032 (Situation 4-Situation 2)

Particules PM10

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude, ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en PM10 calculées en moyennes annuelles et journalières sont inférieures aux seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré au niveau des lieux vulnérables existants, de l'emprise projet, et plus généralement sur l'intégralité de la zone d'étude pour toutes les situations (actuelle, Fil de l'eau, projet et Cumulée).
Les concentrations en PM10 maximales (mais néanmoins inférieures au seuil réglementaire applicable à l'horizon considéré) sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés (notamment au niveau de l'autoroute A1).

En moyenne annuelle, les concentrations maximales sur la zone d'étude (conditions trafic) aux horizons futurs sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (-11,5 % pour la situation Fil de l'eau 2032, -11,5 % pour la situation Projet 2032 et -29,2 % pour la situation Cumulée).

Par rapport à la situation **Fil de l'eau**, l'exploitation du projet induit :
Une évolution de la concentration maximale en PM10 calculée en moyenne annuelle sur la zone d'étude (conditions trafic) : +0,07 % soit +0,01 µg/m^3 en 2032 et -19,9 % soit -3,63 µg/m^3 en situation Cumulée 2050 ;
Une variation des concentrations en PM10 calculées en moyenne annuelle au niveau des bâtiments vulnérables hors projet (maximum +0,04 % soit +0,01 µg/m^3 en 2032 et maximum -20,3 % soit -3,20 µg/m^3 en situation Cumulée 2050) ;
Une évolution des concentrations en PM10 calculées en moyenne annuelle au niveau des bâtiments vulnérables de l'emprise projet (maximum +0,10 % soit +0,02 µg/m^3 en 2032 et maximum -20,2 % soit -3,23 µg/m^3 en 2050) ;
Une variation de la teneur maximale en PM10 calculée sur l'emprise projet : +0,12 % soit +0,02 µg/m^3 en 2032 et -20,1 % soit -3,27 µg/m^3 en situation Cumulée 2050.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en PM10 modélisées en situations « Fil de l'eau » et « Projet », en 2032 (cf. tableaux suivants, incluant la pollution de fond) et de la valeur limite réglementaire annuelle applicable à l'horizon considéré, il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des lieux vulnérables, de l'emprise projet et de la zone d'étude en général. Il en va de même pour les concentrations en moyennes journalières.

Les diminutions de concentrations en particules à l'horizon 2032, comparativement à la situation « Actuelle » 2024, sont moins marquées que pour le NO_2 (polluant émis uniquement à l'échappement). En effet, les particules étant générées également par l'usure et l'abrasion des véhicules et revêtements routiers en sus de celles émises à l'échappement, le renouvellement du parc (disparition des véhicules anciens le plus polluants) et l'augmentation de la part de motorisations non carbonées, compensent de manière moins importante la hausse des trafics.

Les tableaux suivants synthétisent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations en tenant compte de la pollution de fond et du trafic routier.

VERSION D

Tableau 58 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – Concentrations moyennes annuelles

Valeur limite actuelle : 40 µg/m³ en moyenne annuelle				
Valeur limite applicable en 2030 : 20 µg/m³ en moyenne annuelle				
PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	20,59	18,22	18,23	14,59
Max Zone projet	17,96	16,23	16,25	12,96
Crèche emprise Projet	17,71	15,53	15,54	12,37
Ecole maternelle emprise Projet	17,24	15,64	15,64	12,47
Ecole élémentaire emprise Projet	17,12	15,53	15,53	12,37
Max crèches hors projet	17,26	15,63	15,63	12,47
Max Écoles maternelles hors projet	17,27	15,64	15,65	12,47
Max Écoles élémentaires hors projet	17,21	15,59	15,59	12,42
Max Écoles primaires hors projet	17,05	15,43	15,43	12,28
Max EHPAD hors projet	17,44	15,75	15,76	12,55
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Tableau 59 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – Concentrations moyennes journalières

Valeur limite actuelle : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90,4)				
Valeur limite applicable en 2030 : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (centile 95)				
PM10 (µg/m3) Horizon 2024 : centile 90,4 des concentrations moy. journalières Horizon 2032 : centile 95 des concentrations moy. journalières	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	21,16	18,78	18,82	15,08
Max Zone projet	18,13	16,43	16,45	13,14
Crèche emprise Projet	17,86	15,67	15,67	12,49
Ecole maternelle emprise Projet	17,37	15,81	15,80	12,62
Ecole élémentaire emprise Projet	17,23	15,69	15,69	12,51
Max crèches hors projet	17,34	15,75	15,75	12,58
Max Écoles maternelles hors projet	17,38	15,80	15,81	12,61
Max Écoles élémentaires hors projet	17,33	15,76	15,78	12,58
Max Écoles primaires hors projet	17,12	15,51	15,51	12,35
Max EHPAD hors projet	17,58	15,93	15,93	12,71
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Les cartographies ci-après représentent les concentrations annuelles en PM10 issues du trafic routier, en addition de la pollution de fond, modélisées aux différents horizons et situations étudiés, ainsi que la différence entre les situations « Projet » et « Fil de l'Eau » à l'horizon 2032, et la différence entre les situations « Cumulé » 2050 et « Fil de l'Eau » 2032.

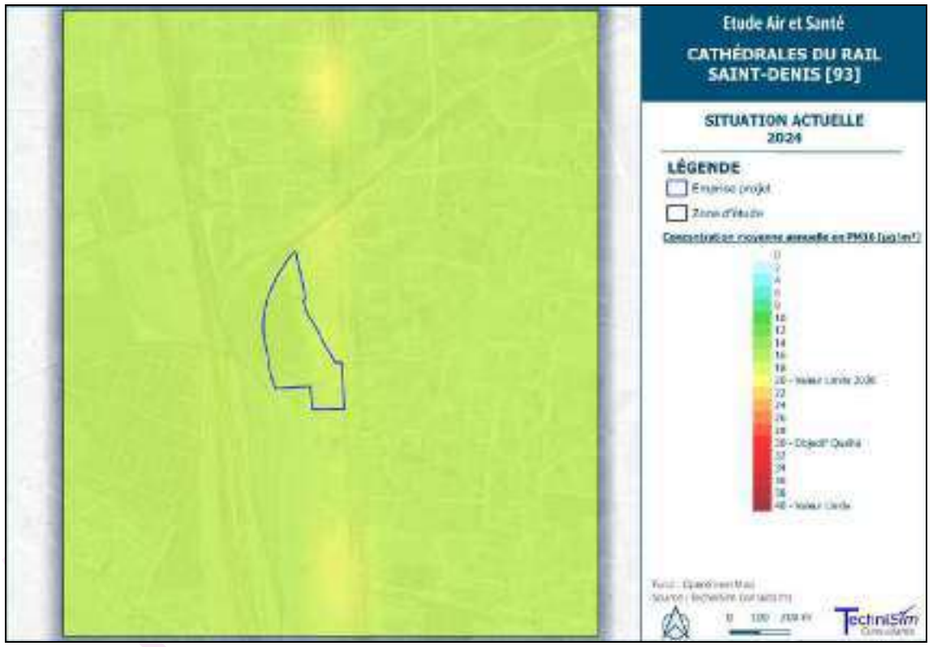


Figure 79 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°1 – Actuel 2024

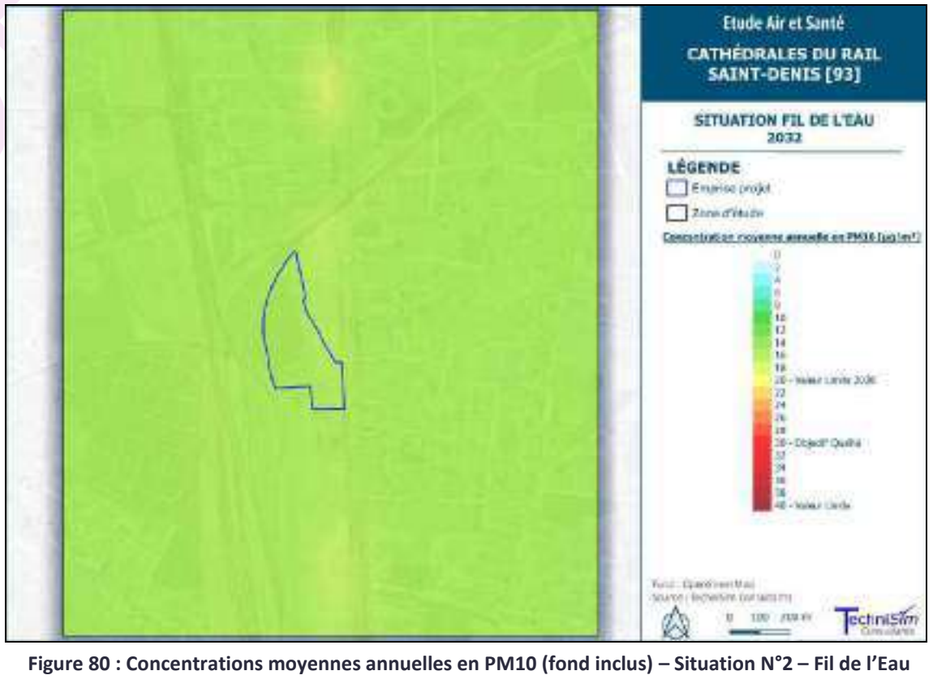


Figure 80 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2032

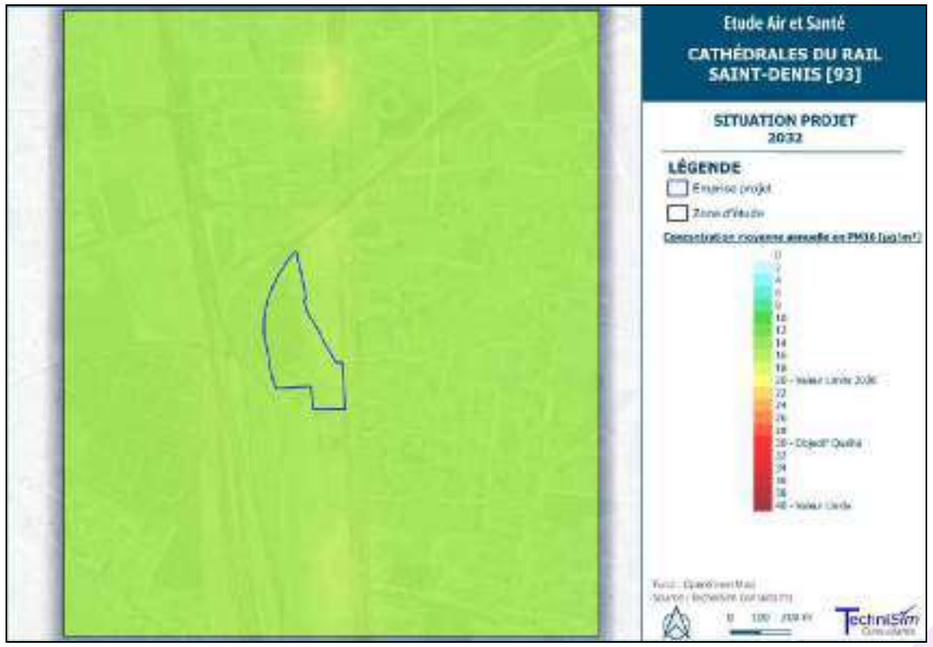


Figure 81 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°3 – Projet 2032

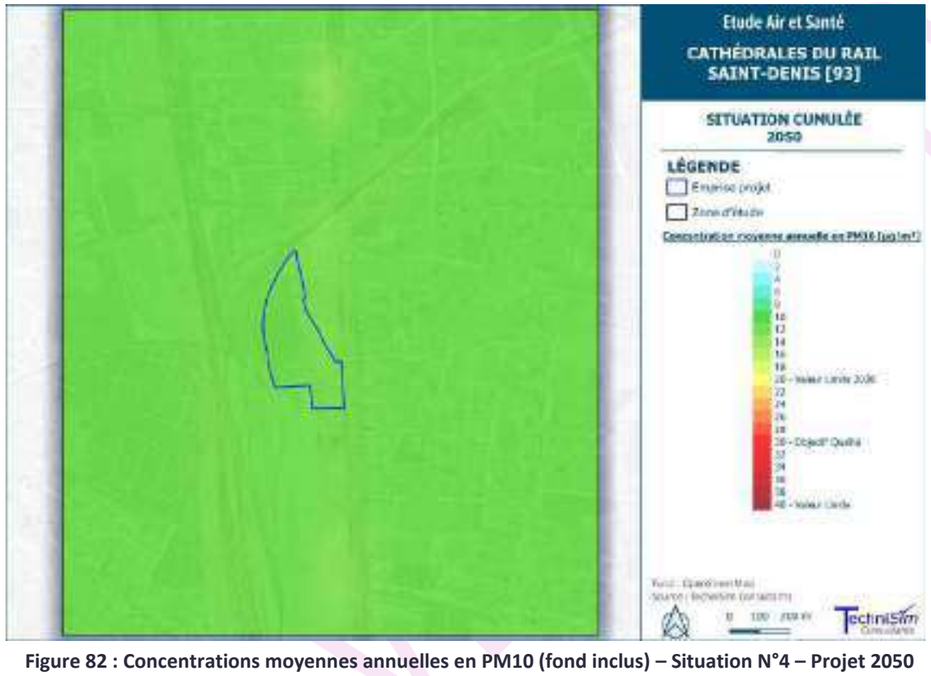


Figure 82 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (fond inclus) – Situation N°4 – Projet 2050

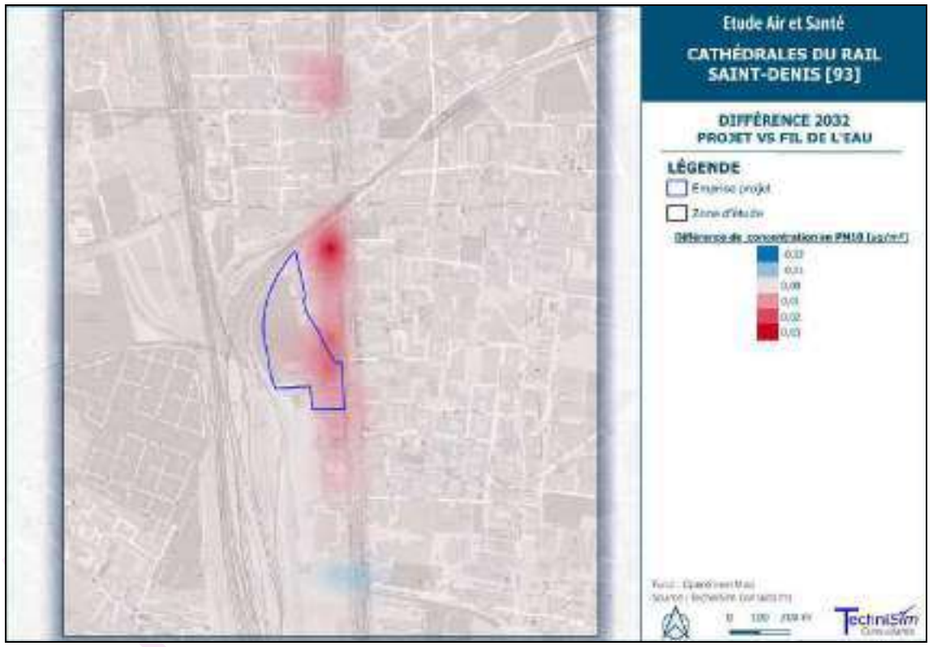


Figure 83 : Différences de concentrations en PM10 (fond inclus) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2032 (Situation 3-Situation 2)

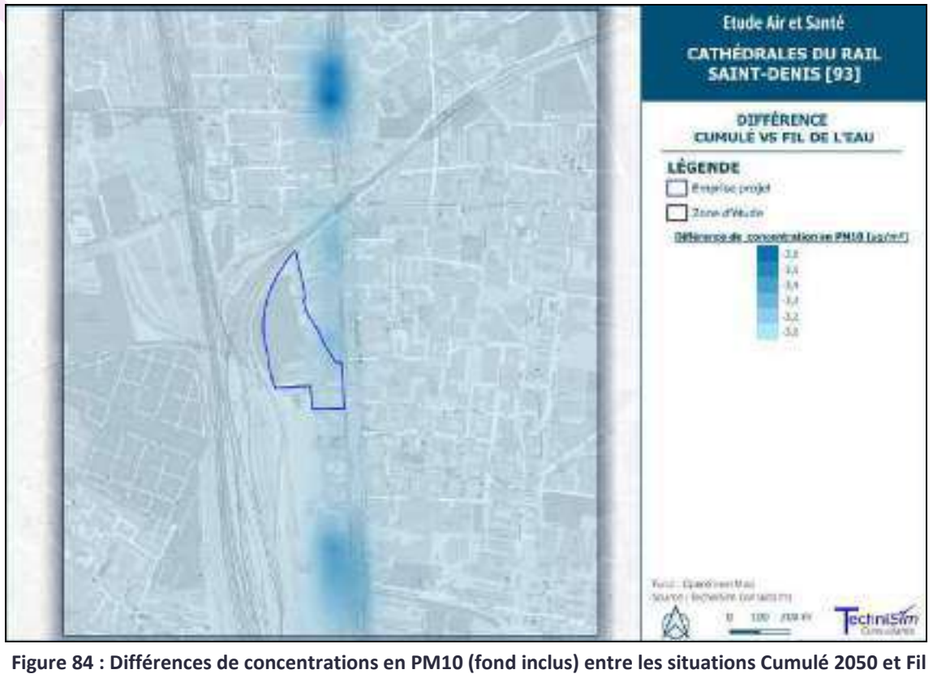


Figure 84 : Différences de concentrations en PM10 (fond inclus) entre les situations Cumulé 2050 et Fil de l'eau 2032 (Situation 4-Situation 2)

Contribution des émissions ferroviaires aux concentrations en PM10 sur la zone d'étude

Les concentrations en particules PM10 induites par les seules émissions dans l'air du passage des trains sont relevées au niveau de l'emprise projet et de la zone d'étude afin de visualiser l'impact du trafic ferroviaire. Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d'Homme.

Tableau 85 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 liées aux émissions ferroviaires – Concentrations moyennes annuelles

Valeur limite actuelle : 40 µg/m³ en moyenne annuelle				
Valeur limite applicable en 2030 : 20 µg/m³ en moyenne annuelle				
PM10 ferroviaire (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	0.77	0.82	0.82	0.82
Centile 90	0.23	0.25	0.25	0.25
Centile 50	0.02	0.02	0.02	0.02
Centile 10	0	0	0	0
Max Zone projet	0.33	0.37	0.37	0.38
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du passage des lignes ferroviaires (dont le CDG aux horizons 2032 et 2050).*			

Tableau 86 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 liées aux émissions ferroviaires – Concentrations moyennes journalières

Valeur limite actuelle : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90,4)				
Valeur limite applicable en 2030 : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (centile 95)				
PM10 ferroviaire (µg/m3) Horizon 2024 : centile 90,4 des concentrations moy. journalières Horizon 2032 : centile 95 des concentrations moy. journalières	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	0.94	1.08	1.08	1.08
Centile 90	0.34	0.39	0.39	0.39
Centile 50	0.04	0.07	0.07	0.07
Centile 10	0	0	0	0
Max Zone projet	0.43	0.53	0.53	0.53
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du passage des lignes ferroviaires (dont le CDG aux horizons 2032 et 2050).*			

Il est possible de constater que l'influence du transport ferroviaire sur l'exposition aux PM10 des populations de la zone d'étude et de l'emprise projet est négligeable. Les concentrations en PM10 dans l'air, sur l'emprise du projet, liées aux seules émissions ferroviaires sont extrêmement faibles.

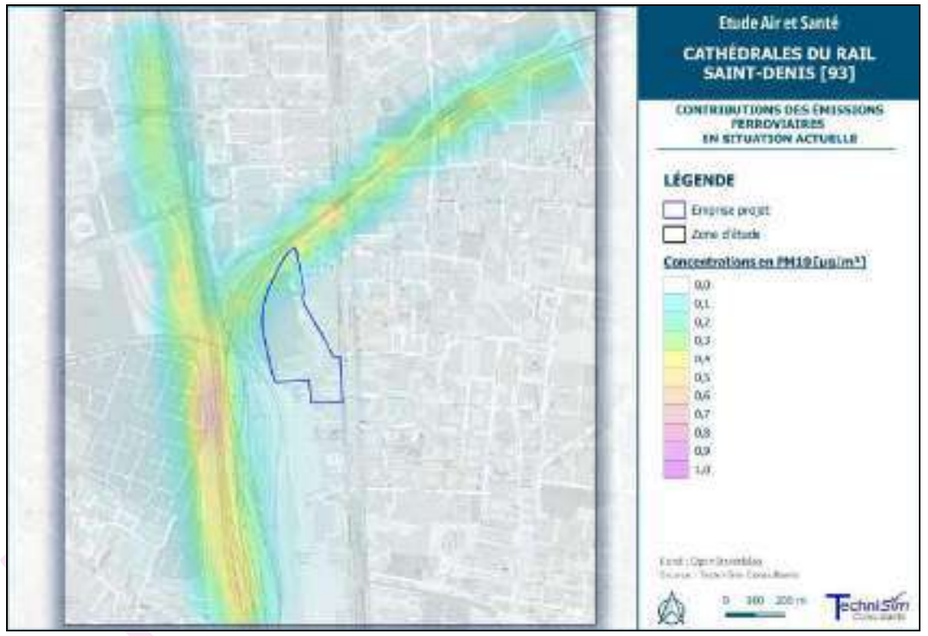


Figure 87 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation actuelle

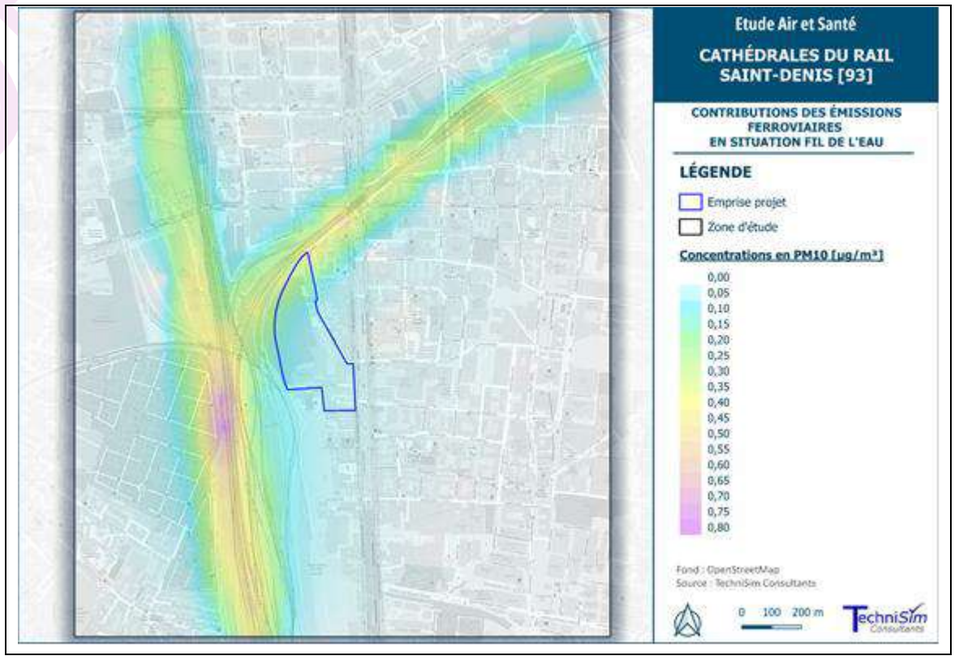


Figure 88 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation Fil de l'Eau 2032

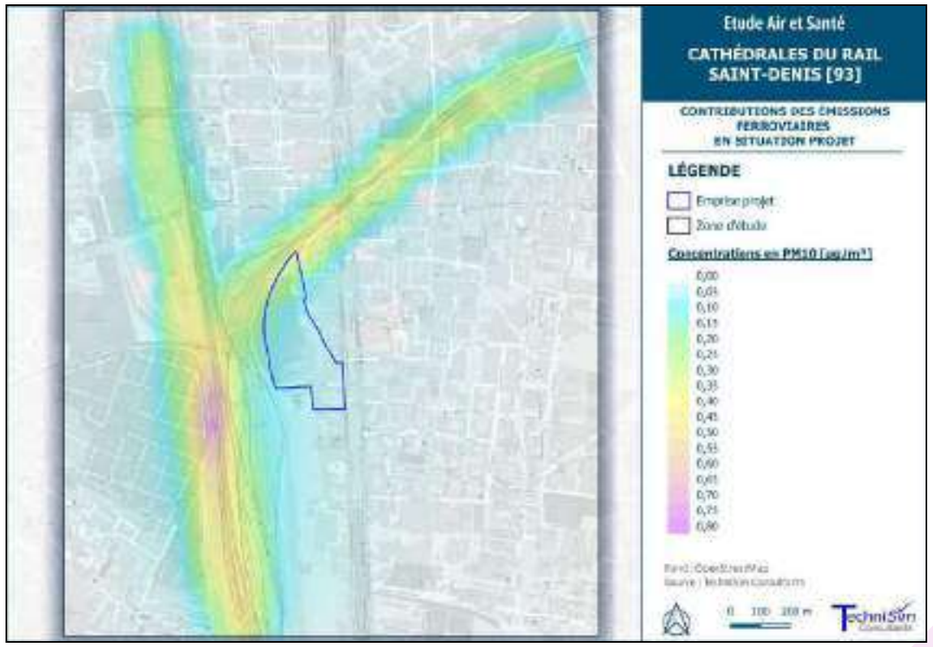


Figure 89 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation Projet 2032

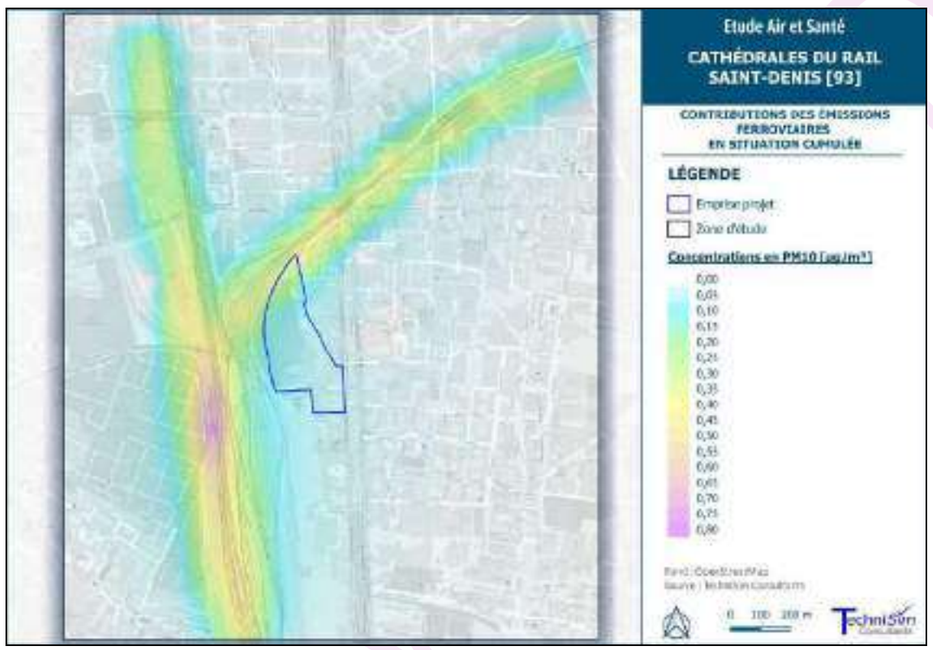


Figure 90 : Concentrations moyennes annuelles dans l'air en PM10 induites uniquement par le transport ferroviaire de la zone d'étude - Situation Cumulé 2050

Particules PM2,5

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en PM2.5 calculées en moyennes annuelles et journalières sont inférieures aux seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré au niveau des lieux vulnérables existants, de l'emprise projet et de la zone d'étude en général pour toutes les situations (actuelle, Fil de l'eau, projet et Cumulée).
Les concentrations en PM2,5 maximales sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés (notamment au niveau de l'autoroute A1).

En moyenne annuelle, les concentrations maximales sur la zone d'étude (conditions trafic) aux horizons futurs sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (-16,7 % pour la situation Fil de l'eau 2032, -16,7 % pour la situation Projet 2032 et -40,6 % en situation Cumulée 2050).

Par rapport à la situation **Fil de l'eau**, l'exploitation du **projet** induit :
Une évolution de la concentration maximale en PM2,5 calculée en moyenne annuelle sur la zone d'étude (conditions trafic) : +0,06 % soit +0,01 µg/m^3 en 2032 et -28,7 % soit -3,02 µg/m^3 en situation Cumulée 2050 ;
Une variation des concentrations en PM2.5 calculées en moyenne annuelle au niveau des bâtiments vulnérables hors projet (maximum +0,06 % soit +0,01 µg/m^3 en 2032 et maximum -30,0 % soit -2,66 µg/m^3 en situation Cumulée 2050) ;
Une évolution des concentrations en PM2.5 calculées en moyenne annuelle au niveau des bâtiments vulnérables de l'emprise projet (maximum +0,13 % soit +0,02 µg/m^3 en 2032 et maximum -29,8 % soit -2,69 µg/m^3 en 2050) ;
Une variation de la teneur maximale en PM2.5 calculée sur l'emprise projet : +0,17 % soit +0,02 µg/m^3 en 2032 et -29,6 % soit -2,72 µg/m^3 en situation Cumulée 2050.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en PM2,5 modélisées en situations « Fil de l'eau » et « Projet » en 2032 (cf. tableaux suivants incluant la pollution de fond) et de la valeur limite réglementaire applicable à l'horizon considéré, il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des lieux vulnérables, de l'emprise projet et de la zone d'étude en général.

Les diminutions de concentrations en particules à l'horizon 2032, comparativement à la situation « Actuelle » 2024, sont moins marquées que pour le NO_2 (polluant émis uniquement à l'échappement). En effet, les particules étant générées également par l'usure et l'abrasion des véhicules et revêtements routiers en sus de celles émises à l'échappement, le renouvellement du parc (disparition des véhicules anciens le plus polluants) et l'augmentation de la part de motorisations non carbonées, compensent de manière moins importante la hausse des trafics aux horizons futurs.

Le tableau ci-après résume les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 60 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

Valeur limite actuelle : 25 µg/m³ en moyenne annuelle				
Valeur limite applicable en 2030 : 10 µg/m³ en moyenne annuelle				
PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	12,64	10,52	10,53	7,50
Max Zone projet	10,70	9,20	9,22	6,48
Crèche emprise Projet	10,51	8,68	8,68	6,05
Ecole maternelle emprise Projet	10,12	8,75	8,75	6,11
Ecole élémentaire emprise Projet	10,06	8,70	8,70	6,07
Max crèches hors projet	10,11	8,73	8,73	6,09
Max Écoles maternelles hors projet	10,17	8,79	8,79	6,14
Max Écoles élémentaires hors projet	10,11	8,74	8,74	6,10
Max Écoles primaires hors projet	10,03	8,68	8,68	6,05
Max EHPAD hors projet	10,31	8,87	8,87	6,21
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Tableau 61 : Résultats des modélisations pour les particules PM2.5 – Concentrations moyennes journalières

Valeur limite actuelle : aucune				
Valeur limite applicable en 2030 : 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (centile 95)				
PM2,5 (µg/m³) Centile 95 des concentrations moy. journalières	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Zone d'étude (trafic)	13,14	10,90	10,90	7,80
Max Zone projet	10,83	9,31	9,33	6,57
Crèche emprise Projet	10,63	8,72	8,71	6,07
Ecole maternelle emprise Projet	10,20	8,81	8,81	6,16
Ecole élémentaire emprise Projet	10,12	8,76	8,76	6,12
Max crèches hors projet	10,26	8,84	8,84	6,18
Max Écoles maternelles hors projet	10,25	8,85	8,85	6,19
Max Écoles élémentaires hors projet	10,22	8,81	8,81	6,16
Max Écoles primaires hors projet	10,09	8,72	8,71	6,08
Max EHPAD hors projet	10,40	8,95	8,95	6,27
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et du réseau ferroviaire, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Les cartographies ci-après représentent les concentrations annuelles en PM2,5 issues du trafic routier, en addition de la pollution de fond, modélisées aux différents horizons et situations étudiés, ainsi que la différence entre les situations « Projet » et « Fil de l'Eau » à l'horizon 2032, et la différence entre les situations « Cumulé » 2050 et « Fil de l'Eau » 2032.

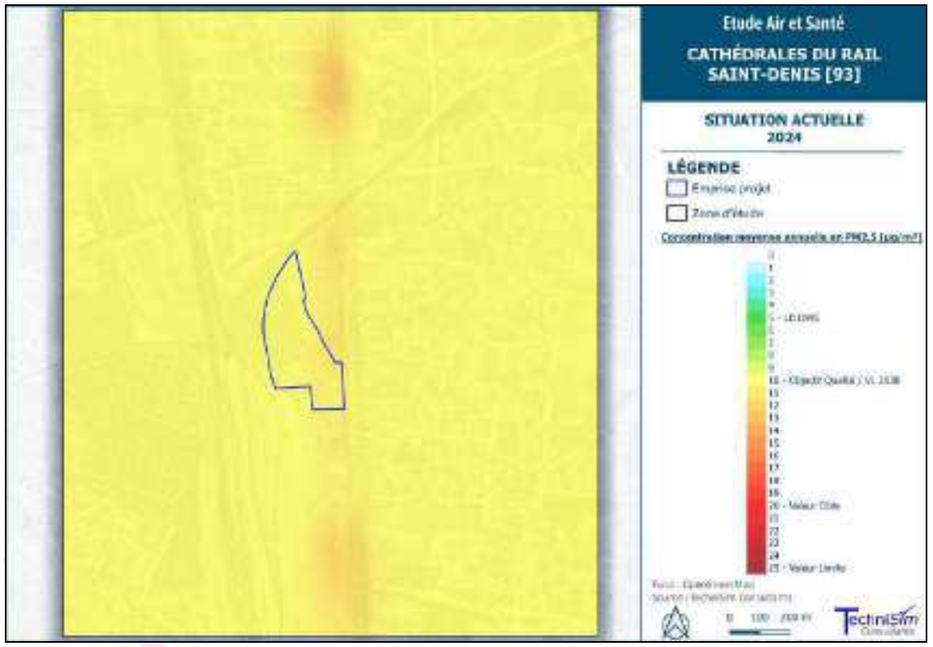


Figure 91 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°1 – Actuel 2024

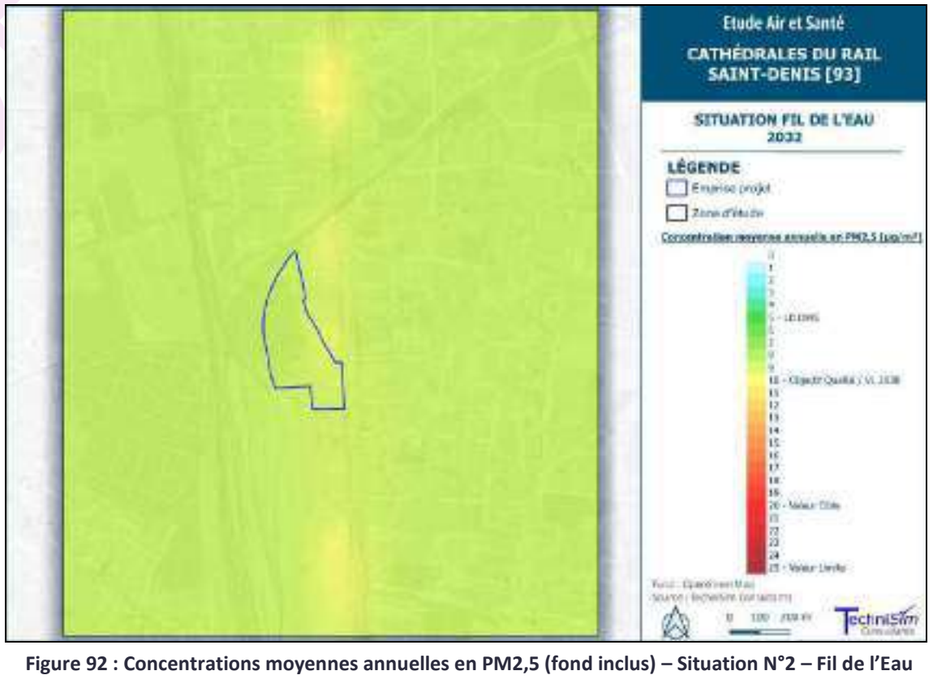


Figure 92 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2032

VERSION DRAFT

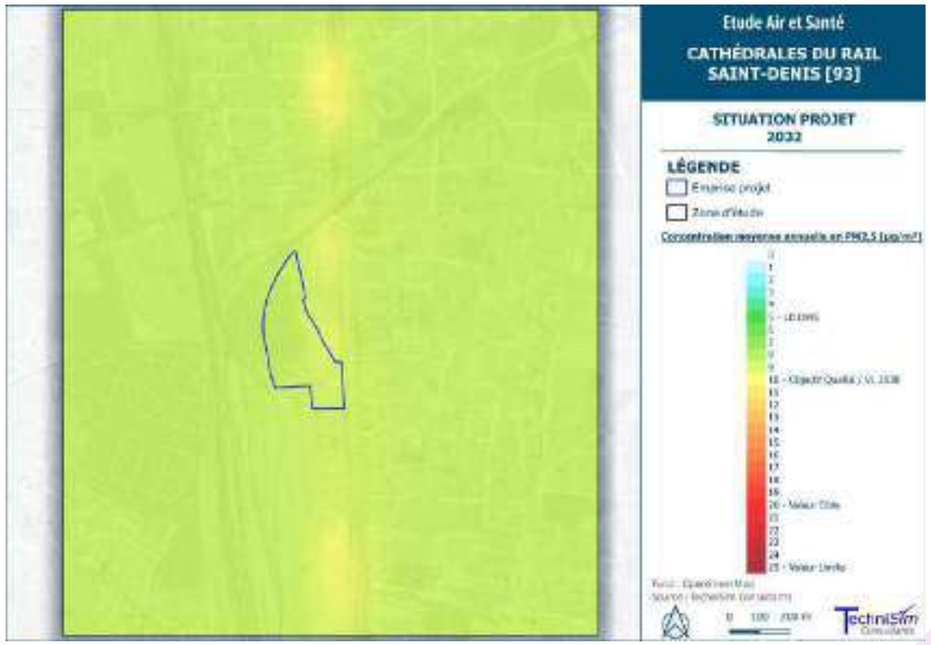


Figure 93 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°3 – Projet 2032

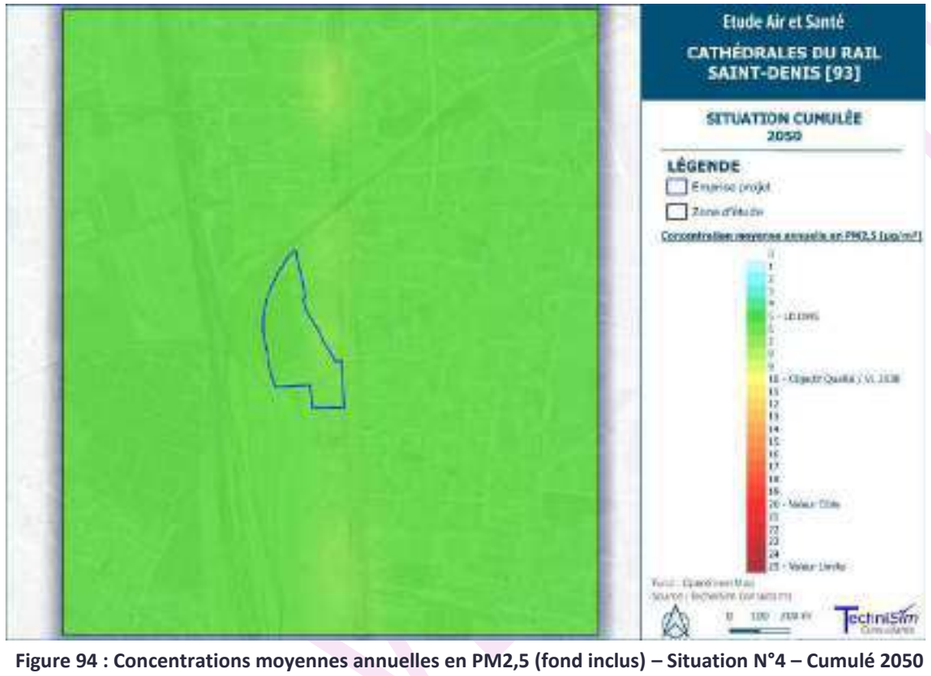


Figure 94 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (fond inclus) – Situation N°4 – Cumulé 2050

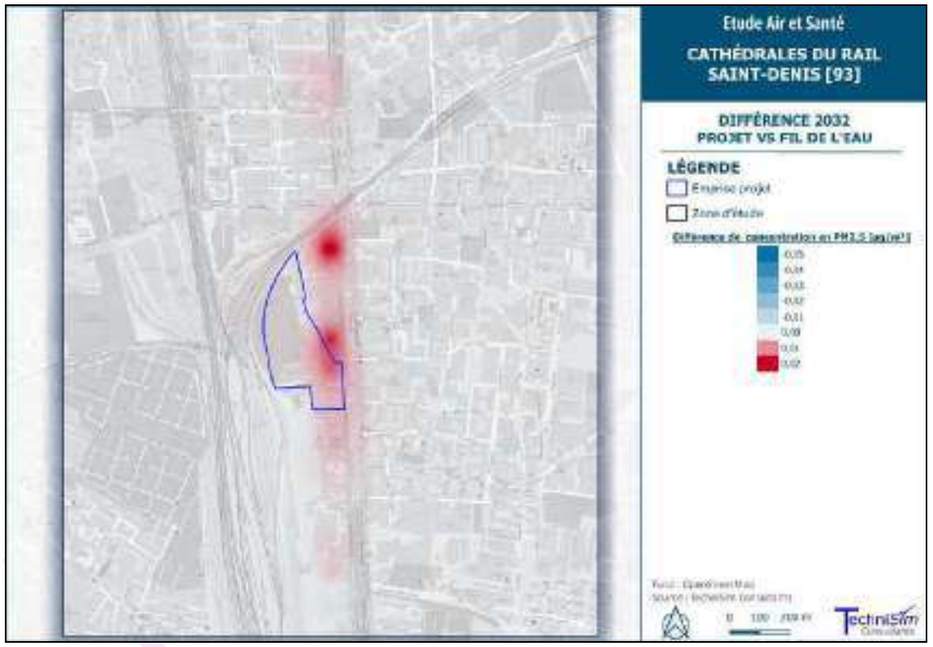


Figure 95 : Différences de concentrations en PM2,5 (fond inclus) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2032 (Situation 3-Situation 2)

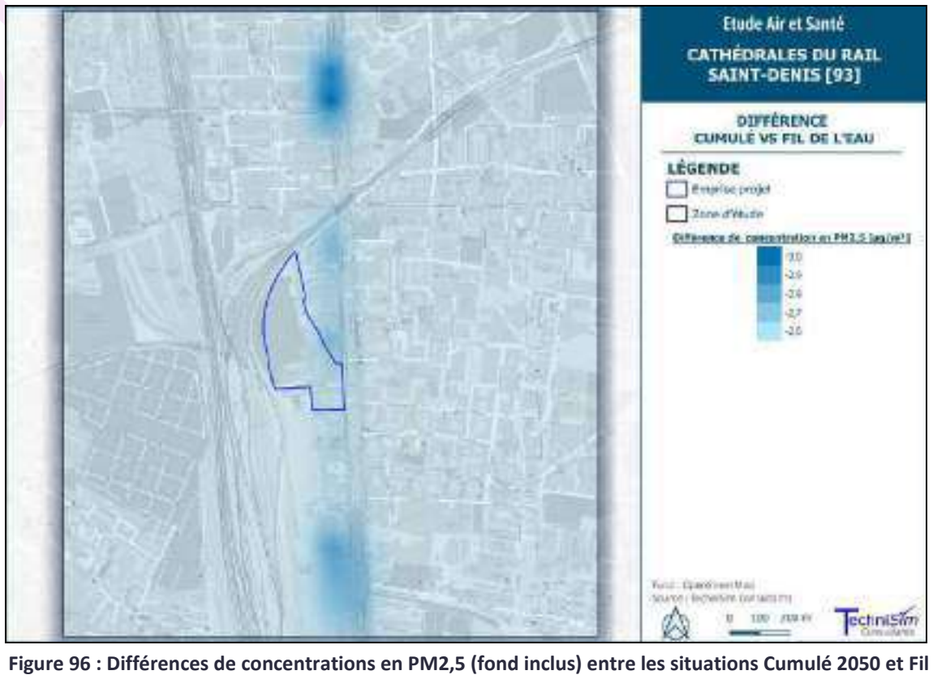


Figure 96 : Différences de concentrations en PM2,5 (fond inclus) entre les situations Cumulé 2050 et Fil de l'eau 2032 (Situation 4-Situation 2)

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, en considérant les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude (ainsi que la pollution de fond pour les NOx et le SO_2), les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l'air applicables à l'horizon considéré, et cela, pour tous les horizons et les situations simulées (excepté pour les NOx, connaissant des dépassements du niveau critique pour la protection de la végétation en 2024).
Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet en 2032 et en 2050 comparativement à la situation « Fil de l'eau » n'est pas de nature à impacter significativement la qualité de l'air en termes réglementaires pour ce qui est de ces composés.

Tableau 62 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française applicables jusqu'en 2029 inclus

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique pour la protection de la végétation	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 h consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 h : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo(a) pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³
Oxydes d'azote	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 30 µg/m³ (éq. NO_2)	-

Tableau 63 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française applicables à partir de 2030

POLLUANTS	Valeur limite applicable à partir de 2030
Benzène	Moyenne annuelle : 3,4 µg/m³
Dioxyde de soufre	Moyenne annuelle : 20 µg/m³
	Moyenne journalière : 50 µg/m³ (18 dépassements autorisés)
	Moyenne horaire :350 µg/m³ (3 dépassements autorisés)
Monoxyde de carbone	Maximum journalier : 4 000 µg/m³ (18 dépassements autorisés)
	Maximum journalier de la moyenne sur 8 h : 10 000 µg/m³
Arsenic	Moyenne annuelle : 6 ng/m³
Nickel	Moyenne annuelle : 20 ng/m³
Benzo(a)pyrène	Moyenne annuelle : 1 ng/m³

VERSION DE TRAVAIL

17.4.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air

La réalisation du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis va entraîner une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude par rapport à la situation actuelle 2024.

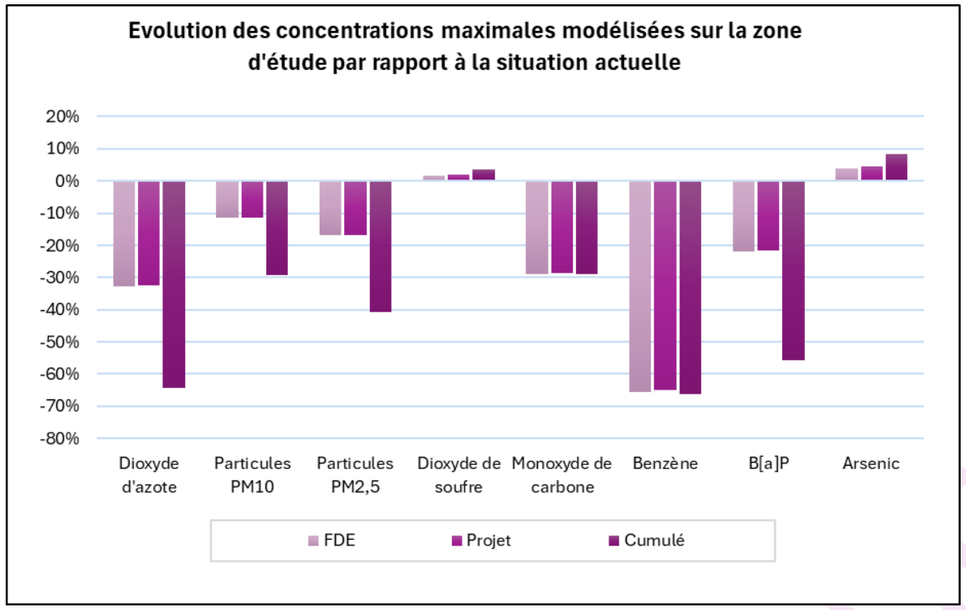


Figure 97 : Évolution des concentrations maximales (conditions trafic) modélisées sur la zone d'étude par rapport à la situation actuelle 2024

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude, ajoutées à la pollution de fond, pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré (2024, 2032, 2050) sont respectés pour toutes les situations et horizons au niveau du projet, des bâtiments vulnérables existants et des habitants hors projet.

Par rapport à la **situation actuelle 2024**, il est observé aux horizons futurs :
Pollution atmosphérique : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (conditions trafic) sauf pour, l'arsenic et le SO_2, qui voient leurs concentrations augmenter pour toutes les situations (cf. graphe précédent).
Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations de l'emprise projet, habitations hors projet) : une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO_2) et par l'abrasion (traceur PM10) pour toutes les situations.

Par rapport à la situation **Fil de l'eau**, la mise en œuvre du projet induit :
Pollution atmosphérique : une variation (cf. graphe précédent) des concentrations maximales (conditions trafic) en polluants sur la zone d'étude (+0,23 % en 2032 et -26,9 % en situation Cumulée 2050 en moyenne sur tous les polluants considérés). Les hausses les plus importantes des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation autour du projet (augmentations maximales respectivement de +0,12 µgNO_2/m^3, +0,03 µgPM10/m^3 et de +0,02 µgPM2,5/m^3 en 2032).

Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations de l'emprise projet, habitations hors projet) il est constaté une variation négligeable des concentrations en polluants en 2032 et une diminution nette des concentrations en polluants en situation Cumulée 2050.

Pour conclure, la réalisation du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis et les hausses de trafic associées sur la zone d'étude comparativement à la situation « Fil de l'eau » n'influent pas significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires à l'horizon 2032, que ce soit au niveau des habitations hors projet, des lieux vulnérables existants et de l'emprise projet. À l'horizon 2050, cette hausse de trafic est majoritairement compensée par le renouvellement du parc et de l'augmentation de la part des motorisations non carbonées.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ – ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Resarci Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :
« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation.
Il s'agit d'un outil de gestion et d'aide à la décision. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé. L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p. ;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone » - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- L'avis de l'Anses de juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ;
- La Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La planche suivante illustre le schéma conceptuel de l'EQRS réalisée dans ce document.

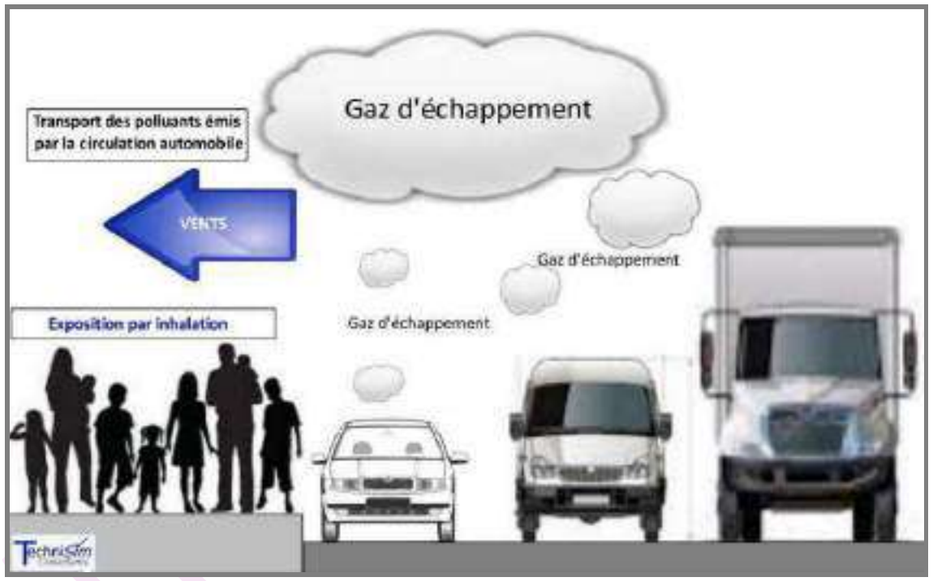


Figure 98 : Schéma conceptuel de l'ERS réalisée dans ce document

18.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL RETENUES

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic considéré sur l'ensemble des voies du réseau d'étude. Les concentrations utilisées sont les concentrations moyennes annuelles puisque l'on évalue le risque chronique. Pour le NO_2 et les particules PM10 et PM2.5, les données tiennent compte des concentrations de fond.
- La voie d'exposition privilégiée ici est la voie inhalation pour toutes les situations étudiées.
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome lié au émissions routières, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors qu'en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène). Pour le chrome lié aux émissions ferroviaires, la totalité du chrome émis est du chrome III.

18.2. CONTENU ET DÉMARCHE DE L'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée des quatre étapes listées ci-dessous :

- L'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- La définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;

VERSION DRAFT

- L'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- La caractérisation des risques sanitaires via le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque : Il convient de bien distinguer le « danger » du « risque ». Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.
On distingue les effets selon plusieurs critères.
La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au regard des effets, on distingue ceux-ci selon qu'ils sont « à seuils » ou « sans seuils » :

- Les effets toxiques **« à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxicologique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- Les effets toxiques **« sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse. La VTR est alors un Excès de Risque Unitaire (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.
Ici, les polluants considérés proviennent du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.
Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.
Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.
Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets « avec seuils » ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets « sans seuils ».

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite « NOEL » pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.
La VTR est ensuite calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.
La VTR prend alors la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m^3).
En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.
L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en ($\mu g/m^3$)-1. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de 1 $\mu g/m^3$ dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

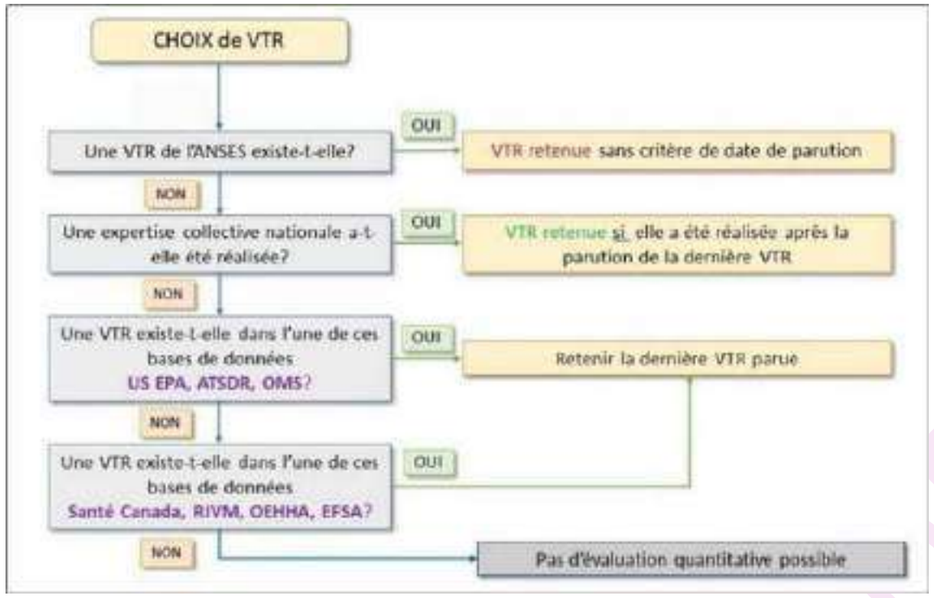


Figure 99 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux en pages suivantes.

Les facteurs d'équivalence toxique (FET) des HAP sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Tableau 64 : Facteurs d'équivalence toxique (FET) des HAP

Composé	FET	Source	Composé	FET	Source
Acénaphtène	0.001	INERIS	Chrysène	0.01	INERIS
Acénaphtylène	0.001	INERIS	Dibenzo[a,h]anthracène	1	INERIS
Anthracène	0.01	INERIS	Fluorène	0.001	INERIS
Benzo[a]anthracène	0.1	INERIS	Fluoranthène	0.001	INERIS
Benzo[a]pyrène	1	INERIS	Indéno[1,2,3-cd]pyrène	0.1	INERIS
Benzo[b]fluoranthène	0.1	INERIS	Phénanthrène	0.001	INERIS
Benzo[g,h,i]pérylène	0.01	INERIS	Pyrène	0.001	INERIS
Benzo[k]fluoranthène	0.1	INERIS	benzo(j)fluoranthène	0.1	AFSSA

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 65 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP										
Benzène	71-43-2	Inhalation	Diminution du nombre des lymphocytes	VTR	9,7	[µg/m³]	300	ASTDR	2007	VTR retenue par l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité	VTR	2	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2021	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Augmentation de la mortalité embryonnaire fœtale	RfC	0,002	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Effets neurologiques et troubles du comportement	REL	0,015	[µg/m³]	Extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Particulaires - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	TCA	0,03	[µg/m³]	300	OMS IPCS	2013	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	VTR	0,23	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l'OMS : 15 µg/m³ en moyenne annuelle							
Particules PM2.5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l'OMS : 5 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l'OMS : 10 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible							
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible							

Tableau 66 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP									
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémie aiguë myéloïde	ERUi	1,60E-06	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2024	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies lymphoïdes	ERU	7,50E-07	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2023	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	ERU	6,00E-04	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,5E-04	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2012	VTR retenue par l'INERIS
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Augmentation du risque de cancer pulmonaire	ERUi	2,0E-02	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA (IRIS)	2024	VTR retenue par l'INERIS (2024)
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,70E-04	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
AUTRES POLLUANTS									
Particules PM10	-	Inhalation	En l'absence de données de concentrations spécifiques des PM2.5 : Conversion en concentration de PM2,5 (avec le ratio PM10/PM2.5 de la zone géographique concernée ou la valeur de 0,65 considérée comme la moyenne pour la population européenne selon l'OMS en l'absence de donnée localisée) puis application de la VTR long terme pour les PM2,5.	-	-	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2025	Consigne de l'ANSES
Particules PM2,5	-	Inhalation	Le domaine de validité de cette VTR est la gamme de concentrations suivante : [4,9 ; 30] µg/m³ Décès toutes causes non accidentelles. Utilisation de l'ERU dans la gamme de concentration [4,9-15] µg/m3 ou de la fonction paramétrique pour affiner dans la gamme de concentration]15-30] µg/m3 : ELR = 2,19.10-5 . [PM2,5]3 - 1,51.10-3 . [PM2,5]2 + 3,61.10-2 . [PM2,5] - 8,83.10-2 ELR = Excess Lifetime Risk (Excès de risque vie entière)	VTR	1,28E-02	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2025	VTR de l'ANSES
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L'exposition d'une population à une substance toxique dépend des deux facteurs ci-après :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles. On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l'organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané). Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux. Le devenir d'une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.

À partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation. Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Voie d'exposition – Inhalation

- Effets à seuils
  - **Enfant en bas-âge** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / de l'emprise projet et fréquentant les crèches de la zone d'étude.
  - **Écolier de maternelle** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / de l'emprise projet et fréquentant les écoles maternelles de la zone d'étude / l'école maternelle de l'emprise projet.
  - **Écolier de l'élémentaire** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / de l'emprise projet et fréquentant les écoles élémentaires de la zone d'étude / l'école élémentaire de l'emprise projet.
  - **Écolier de primaire** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / de l'emprise projet et fréquentant les écoles primaires de la zone d'étude.
  - **Retraité** : ce scénario considère les personnes âgées vivant au sein des EHPAD de la zone d'étude.
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein de l'emprise projet.
  - **Travailleur** : ce scénario considère les personnes vivant au sein de la zone d'étude / de l'emprise projet et travaillant au sein de l'emprise projet

- Effets sans seuils
  - **Enfant** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / de l'emprise projet et fréquentant les crèches de la zone d'étude et les écoles de la zone d'étude / de l'emprise projet.
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein de l'emprise projet.

Voie d'exposition – Ingestion

- Effets à seuils et sans seuils
  - **Résident enfant** : ce scénario considère les enfants consommant exclusivement des légumes et fruits autoproduits provenant des jardins de la zone d'étude durant une période de 18 ans.
  - **Résident adulte** : ce scénario considère les adultes consommant exclusivement des légumes et fruits autoproduits provenant des jardins de la zone d'étude durant une période de 30 ans.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

INHALATION

Pour l'inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée. Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement.

Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti)\right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m^3]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée	[-]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[-]
T	Nombre d'années d'exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l'exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.
Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

VERSION DE TRAVAIL

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont fournis dans les tableaux suivants.

Tableau 67 : Scénario d'exposition « Enfant en bas âge » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT EN BAS ÂGE Durée d'exposition : 3 ans / Crèche	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	Crèche	10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des crèches présentes sur la zone d'étude -Concentrations maximales au niveau de la crèche au sein de l'emprise projet
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

Tableau 68 : Scénario d'exposition « Écolier » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER Durée d'exposition : 3 ans /Maternelle --- 5 ans / Élémentaire --- 8 ans / Primaire	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	École	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an 4 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des écoles présentes sur la zone d'étude -Concentrations calculées au niveau des écoles présentes dans l'emprise projet
	Domicile	14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an 20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

Tableau 69 : Scénario d'exposition « Retraité » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations considérées pour les calculs
RETRAITÉ Durée d'exposition : 10 ans	**EHPAD**	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 52 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude.

Tableau 70 : Scénario d'exposition « Travailleur » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
TRAVAILLEUR Durée d'exposition : 11 ans*	**En semaine**		
	Lieu de travail	8 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Domicile	16 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Week end		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

*Correspond au temps moyen passé sur un même poste en France (10,2 ans) en 2024 (OCDE), arrondi au supérieur

Tableau 71 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT Durée d'exposition : 12 ans*	**Domicile**	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	-Centile 99 des concentrations sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

*Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de Saint-Denis (12,0 ans) en 2022 (Insee).

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques. Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ».
Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.
Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR].

On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR :

QD = CMI/CAA

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]
CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [µg/m³]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.

Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] de cancer sur la vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

ERI = ERUi × CMI

CMI	Concentration Moyenne Inhalée	[µg/m^3]
ERUi	Excès de Risque Unitaire par inhalation	[µg/m^3]$^{-1}$

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10-6 (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10-4 comme le seuil de l'inacceptable en population générale.

En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10^{-5}. Ce seuil de 10^{-5} est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteur d'incertitude dans leur construction, **le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.**

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d'intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10^{-4} et/ou un QD > 10 ;
- Un domaine de vigilance active pour un 10^{-5} < ERI < 10^{-4} et/ou un 1 < QD < 10 ;
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10^{-5} et/ou un QD < 1.

Les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS. En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance. Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuils : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuils : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

18.3. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS À SEUIL – QUOTIENT DE DANGER (QD)

Les quotients de dangers, pour chaque scénario d'exposition, et pour chaque polluant sont disponibles dans les tableaux suivants et les quotients de danger calculés par organes-cibles sont représentés en figures suivantes.

En tenant compte uniquement des concentrations dans l'air induites par les émissions provenant des voies de circulation (routes) du réseau d'étude, il est possible de constater que :

- Les Quotients de Danger (QD) par composé sont tous situés dans le domaine de conformité, et cela, même en les additionnant par organe-cible, quels que soient les horizons, situations et scénarios d'exposition examinés.
- Les QD pour les résidents hors emprise projet les plus exposés sont légèrement plus élevés que ceux des résidents (actuels et futurs) de l'emprise projet les plus exposés.
- Les QD pour les résidents hors et dans l'emprise projet ne sont pas significativement différents en situation projetée comparativement à la situation Fil de l'eau.
- Les QD pour les écoles au sein de l'emprise projet sont équivalents à ceux des écoles hors projet.
- Les travailleurs habitant au sein de l'emprise projet seront légèrement moins exposés que les travailleurs habitant hors projet.

En ce qui concerne les effets à seuils, pour la voie inhalation, la réalisation du projet n'est pas de nature à exercer un impact significatif sur la santé des populations environnantes ou de l'emprise projet comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations Fil de l'Eau et Projet).
Les résidents (actuels et futurs) les plus exposés de l'emprise projet sont légèrement moins exposés que les résidents les plus exposés qui habitent hors emprise projet.
Les écoles au sein de l'emprise projet sont légèrement moins exposées comparées aux écoles hors projet.

VERSION DE TRAVAIL

Scénario « Enfant en bas âge »

Tableau 72 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - max Crèches hors projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ENFANT EN BAS ÂGE (Max Crèches hors projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	2,94E-05	3,01E-05	3,04E-05	3,11E-05	1,52E-05	1,53E-05	1,57E-05	1,52E-05
Benzène	1,06E-03	3,89E-04	3,91E-04	3,77E-04	8,48E-04	2,87E-04	2,94E-04	2,39E-04
1,3-butadiène	3,16E-03	2,29E-03	2,30E-03	3,87E-03	1,93E-03	1,54E-03	1,57E-03	2,78E-03
Chrome VI	7,56E-04	6,92E-04	6,94E-04	5,54E-04	3,35E-04	3,02E-04	3,08E-04	2,40E-04
16 HAP eq. BaP	6,32E-02	5,05E-02	5,06E-02	3,01E-02	2,32E-02	1,86E-02	1,90E-02	1,15E-02
Cuivre	4,09E-02	4,43E-02	4,23E-02	4,25E-02	2,78E-02	3,13E-02	2,93E-02	3,00E-02
Baryum	4,09E-03	4,43E-03	4,04E-03	4,05E-03	2,78E-03	3,13E-03	2,74E-03	2,80E-03
Chrome III	2,05E-03	2,21E-03	2,02E-03	2,03E-03	1,39E-03	1,56E-03	1,37E-03	1,40E-03
Nickel	1,78E-02	1,93E-02	1,76E-02	1,76E-02	1,21E-02	1,36E-02	1,19E-02	1,22E-02
Vanadium	4,09E-02	4,43E-02	4,04E-02	4,05E-02	2,78E-02	3,13E-02	2,74E-02	2,80E-02

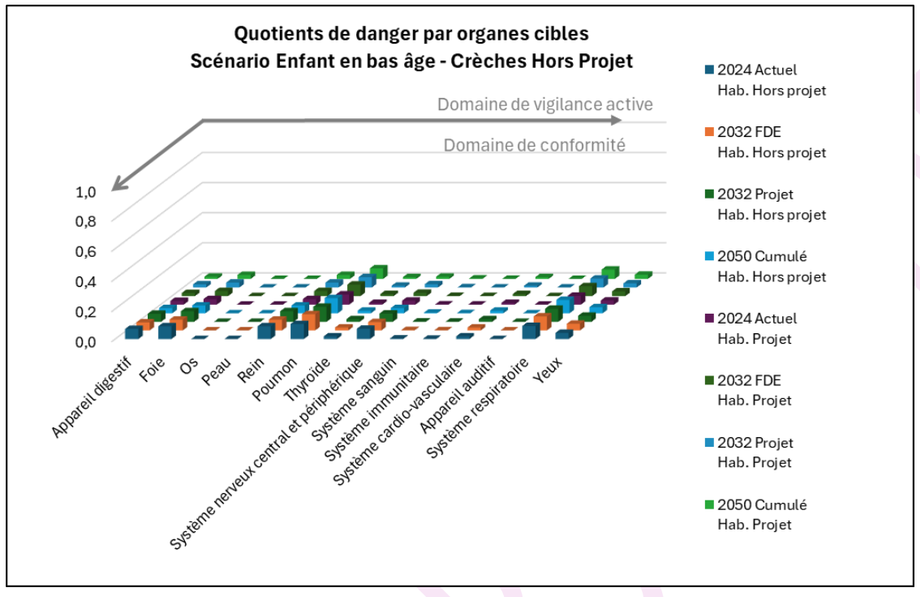


Figure 100 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – max Crèches hors projet

Tableau 73 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - Crèche emprise projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ENFANT EN BAS ÂGE (Max Crèches emprise projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,22E-05	2,86E-05	2,94E-05	2,97E-05	1,80E-05	1,46E-05	1,49E-05	1,45E-05
Benzène	1,24E-03	1,03E-03	3,82E-04	3,83E-04	1,03E-03	2,80E-04	2,87E-04	2,33E-04
1,3-butadiène	3,57E-03	3,10E-03	2,25E-03	2,27E-03	2,33E-03	1,50E-03	1,53E-03	2,70E-03
Chrome VI	8,14E-04	7,37E-04	6,75E-04	6,76E-04	3,93E-04	2,85E-04	2,91E-04	2,26E-04
16 HAP eq. BaP	6,67E-02	6,15E-02	4,91E-02	4,91E-02	2,66E-02	1,72E-02	1,76E-02	1,07E-02
Cuivre	3,81E-02	4,02E-02	4,33E-02	4,30E-02	2,49E-02	3,03E-02	3,03E-02	3,07E-02
Baryum	3,81E-03	4,02E-03	4,33E-03	4,30E-03	2,49E-03	3,03E-03	3,03E-03	3,07E-03
Chrome III	1,90E-03	2,01E-03	2,17E-03	2,15E-03	1,25E-03	1,52E-03	1,52E-03	1,53E-03
Nickel	1,66E-02	1,75E-02	1,88E-02	1,87E-02	1,08E-02	1,32E-02	1,32E-02	1,33E-02
Vanadium	3,81E-02	4,02E-02	4,33E-02	4,30E-02	2,49E-02	3,03E-02	3,03E-02	3,07E-02

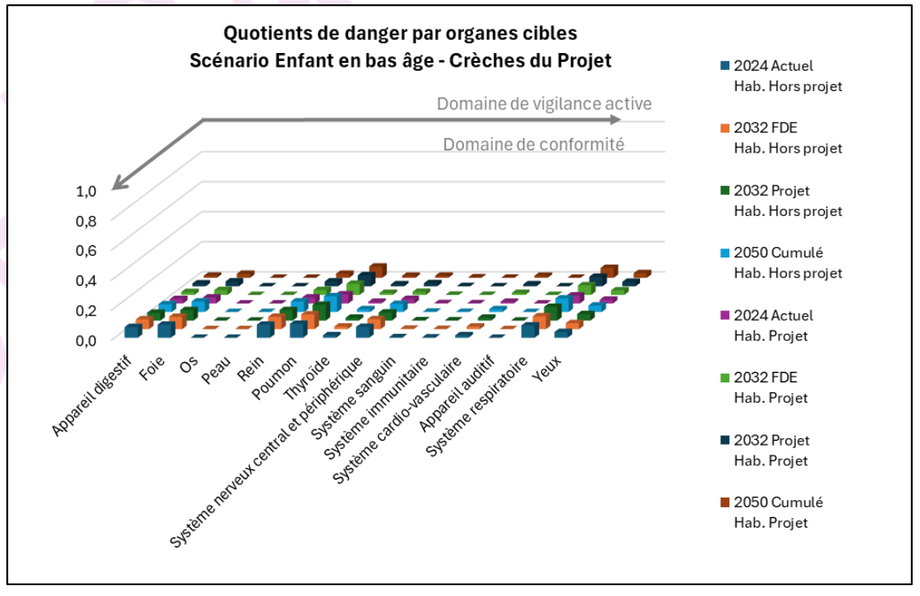


Figure 101 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche emprise projet

Scénario « Écolier »

Tableau 74 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - max Écoles maternelles hors projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ÉCOLIER (Max Écoles maternelles hors projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,27E-05	3,35E-05	3,38E-05	3,45E-05	1,68E-05	1,69E-05	1,73E-05	1,68E-05
Benzène	1,20E-03	4,38E-04	4,41E-04	4,25E-04	9,61E-04	3,25E-04	3,32E-04	2,70E-04
1,3-butadiène	3,56E-03	2,57E-03	2,59E-03	4,35E-03	2,18E-03	1,74E-03	1,77E-03	3,14E-03
Chrome VI	8,38E-04	7,66E-04	7,69E-04	6,14E-04	3,66E-04	3,30E-04	3,37E-04	2,62E-04
16 HAP eq. BaP	6,98E-02	5,56E-02	5,58E-02	3,32E-02	2,49E-02	1,99E-02	2,04E-02	1,23E-02
Cuivre	4,42E-02	4,78E-02	4,63E-02	4,65E-02	2,94E-02	3,33E-02	3,18E-02	3,25E-02
Baryum	4,42E-03	4,78E-03	4,63E-03	4,65E-03	2,94E-03	3,33E-03	3,18E-03	3,25E-03
Chrome III	2,21E-03	2,39E-03	2,32E-03	2,32E-03	1,47E-03	1,66E-03	1,59E-03	1,63E-03
Nickel	1,92E-02	2,08E-02	2,01E-02	2,02E-02	1,28E-02	1,45E-02	1,38E-02	1,41E-02
Vanadium	4,42E-02	4,78E-02	4,63E-02	4,65E-02	2,94E-02	3,33E-02	3,18E-02	3,25E-02

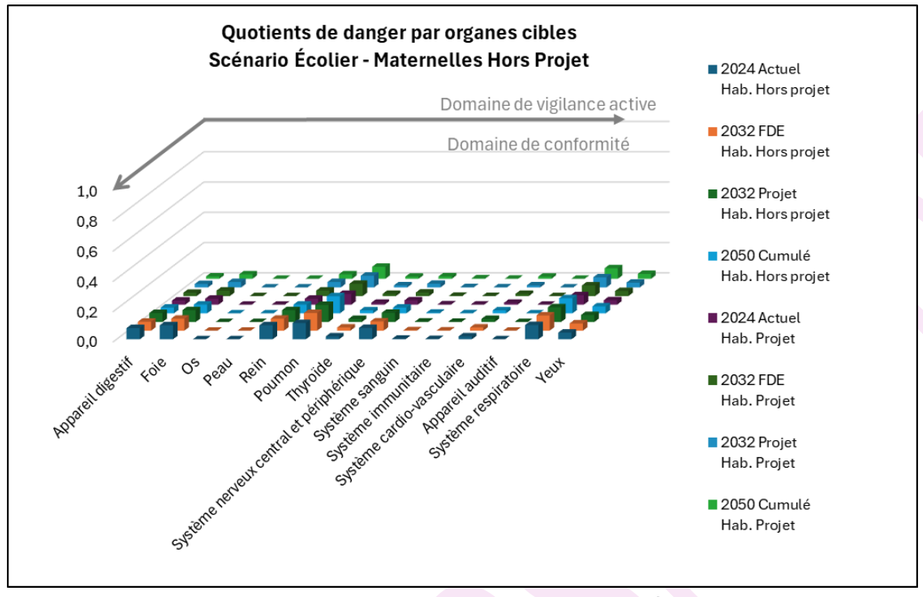


Figure 102 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – max Écoles maternelles hors projet

Tableau 75 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École maternelle emprise projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ÉCOLIER (Max Écoles maternelles emprise projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,24E-05	3,32E-05	3,36E-05	3,43E-05	1,66E-05	1,67E-05	1,71E-05	1,65E-05
Benzène	1,18E-03	4,34E-04	4,36E-04	4,21E-04	9,45E-04	3,20E-04	3,27E-04	2,67E-04
1,3-butadiène	3,53E-03	2,55E-03	2,56E-03	4,31E-03	2,14E-03	1,71E-03	1,75E-03	3,10E-03
Chrome VI	8,33E-04	7,62E-04	7,65E-04	6,10E-04	3,61E-04	3,26E-04	3,32E-04	2,58E-04
16 HAP eq. BaP	6,94E-02	5,54E-02	5,56E-02	3,31E-02	2,45E-02	1,96E-02	2,01E-02	1,22E-02
Cuivre	4,31E-02	4,72E-02	4,72E-02	4,74E-02	2,83E-02	3,26E-02	3,26E-02	3,34E-02
Baryum	4,31E-03	4,72E-03	4,72E-03	4,74E-03	2,83E-03	3,26E-03	3,26E-03	3,34E-03
Chrome III	2,15E-03	2,36E-03	2,36E-03	2,37E-03	1,42E-03	1,63E-03	1,63E-03	1,67E-03
Nickel	1,87E-02	2,05E-02	2,05E-02	2,06E-02	1,23E-02	1,42E-02	1,42E-02	1,45E-02
Vanadium	4,31E-02	4,72E-02	4,72E-02	4,74E-02	2,83E-02	3,26E-02	3,26E-02	3,34E-02

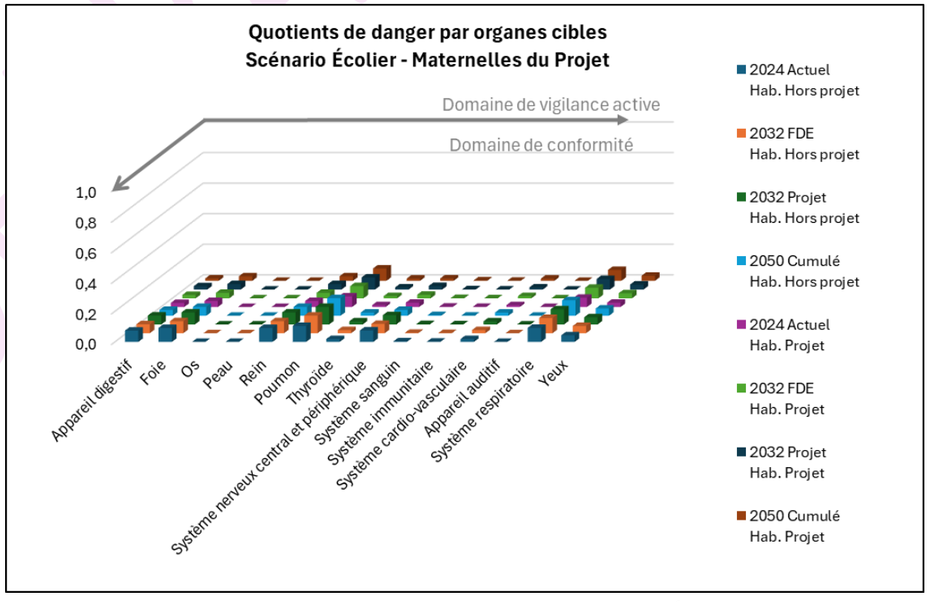


Figure 103 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – École maternelle emprise projet

VERSION DRAFT

Tableau 76 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - max Écoles élémentaires hors projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ÉCOLIER (Max Écoles élémentaires hors projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,24E-05	3,32E-05	3,36E-05	3,43E-05	1,66E-05	1,67E-05	1,71E-05	1,65E-05
Benzène	1,18E-03	4,31E-04	4,34E-04	4,19E-04	9,36E-04	3,18E-04	3,25E-04	2,65E-04
1,3-butadiène	3,52E-03	2,55E-03	2,56E-03	4,31E-03	2,14E-03	1,71E-03	1,74E-03	3,09E-03
Chrome VI	8,34E-04	7,63E-04	7,65E-04	6,11E-04	3,62E-04	3,26E-04	3,33E-04	2,59E-04
16 HAP eq. BaP	6,95E-02	5,55E-02	5,57E-02	3,32E-02	2,47E-02	1,98E-02	2,02E-02	1,23E-02
Cuivre	4,29E-02	4,66E-02	4,66E-02	4,68E-02	2,82E-02	3,20E-02	3,20E-02	3,28E-02
Baryum	4,29E-03	4,66E-03	4,66E-03	4,68E-03	2,82E-03	3,20E-03	3,20E-03	3,28E-03
Chrome III	2,15E-03	2,33E-03	2,33E-03	2,34E-03	1,41E-03	1,60E-03	1,60E-03	1,64E-03
Nickel	1,87E-02	2,03E-02	2,03E-02	2,03E-02	1,23E-02	1,39E-02	1,39E-02	1,42E-02
Vanadium	4,29E-02	4,66E-02	4,66E-02	4,68E-02	2,82E-02	3,20E-02	3,20E-02	3,28E-02

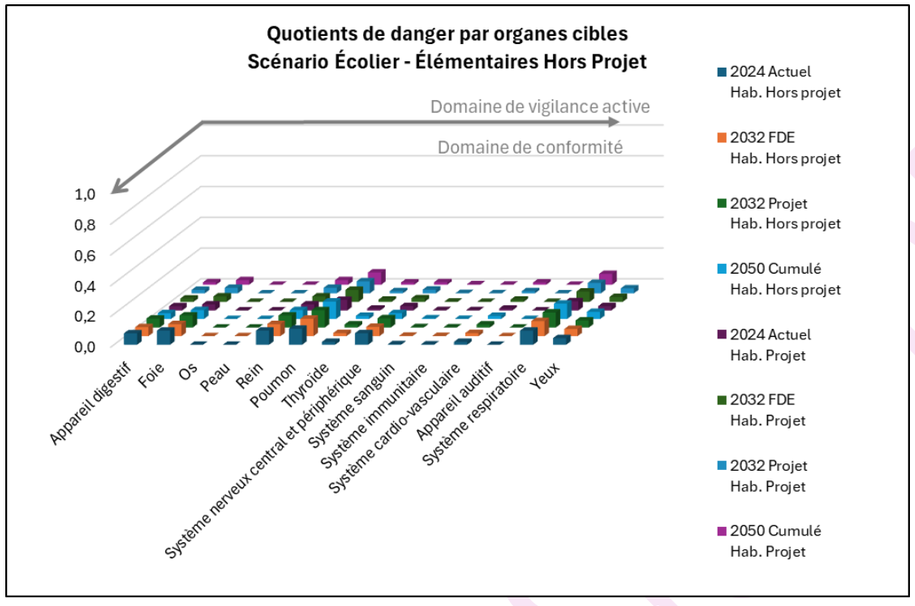


Figure 104 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – max Écoles élémentaires hors projet

Tableau 77 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École élémentaire emprise projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ÉCOLIER (Max Écoles élémentaires emprise projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,21E-05	3,29E-05	3,33E-05	3,40E-05	1,63E-05	1,64E-05	1,68E-05	1,62E-05
Benzène	1,17E-03	4,28E-04	4,30E-04	4,16E-04	9,28E-04	3,15E-04	3,22E-04	2,62E-04
1,3-butadiène	3,49E-03	2,52E-03	2,53E-03	4,25E-03	2,10E-03	1,68E-03	1,71E-03	3,04E-03
Chrome VI	8,26E-04	7,56E-04	7,59E-04	6,05E-04	3,54E-04	3,20E-04	3,26E-04	2,53E-04
16 HAP eq. BaP	6,89E-02	5,50E-02	5,52E-02	3,29E-02	2,41E-02	1,93E-02	1,97E-02	1,20E-02
Cuivre	4,25E-02	4,65E-02	4,65E-02	4,67E-02	2,77E-02	3,20E-02	3,20E-02	3,27E-02
Baryum	4,25E-03	4,65E-03	4,65E-03	4,67E-03	2,77E-03	3,20E-03	3,20E-03	3,27E-03
Chrome III	2,12E-03	2,33E-03	2,33E-03	2,33E-03	1,39E-03	1,60E-03	1,60E-03	1,63E-03
Nickel	1,85E-02	2,02E-02	2,02E-02	2,03E-02	1,21E-02	1,39E-02	1,39E-02	1,42E-02
Vanadium	4,25E-02	4,65E-02	4,65E-02	4,67E-02	2,77E-02	3,20E-02	3,20E-02	3,27E-02

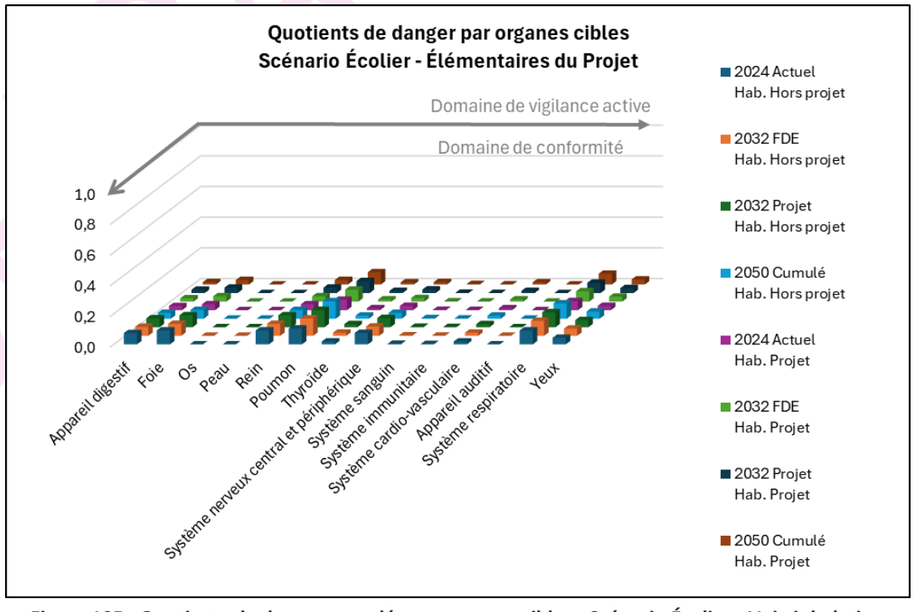


Figure 105 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – École élémentaire emprise projet

VERSION DRAFT

Tableau 78 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - max Écoles primaires hors projet

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO ÉCOLIER (Max Écoles primaires hors projet)	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,20E-05	3,28E-05	3,31E-05	3,38E-05	1,61E-05	1,62E-05	1,66E-05	1,61E-05
Benzène	1,16E-03	4,25E-04	4,27E-04	4,13E-04	9,18E-04	3,11E-04	3,18E-04	2,59E-04
1,3-butadiène	3,47E-03	2,50E-03	2,51E-03	4,22E-03	2,08E-03	1,66E-03	1,70E-03	3,01E-03
Chrome VI	8,23E-04	7,53E-04	7,56E-04	6,03E-04	3,51E-04	3,17E-04	3,23E-04	2,51E-04
16 HAP eq. BaP	6,88E-02	5,49E-02	5,50E-02	3,28E-02	2,39E-02	1,91E-02	1,96E-02	1,19E-02
Cuivre	4,20E-02	4,56E-02	4,56E-02	4,57E-02	2,73E-02	3,10E-02	3,10E-02	3,18E-02
Baryum	4,20E-03	4,56E-03	4,56E-03	4,57E-03	2,73E-03	3,10E-03	3,10E-03	3,18E-03
Chrome III	2,10E-03	2,28E-03	2,28E-03	2,29E-03	1,36E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,59E-03
Nickel	1,83E-02	1,98E-02	1,98E-02	1,99E-02	1,19E-02	1,35E-02	1,35E-02	1,38E-02
Vanadium	4,20E-02	4,56E-02	4,56E-02	4,57E-02	2,73E-02	3,10E-02	3,10E-02	3,18E-02

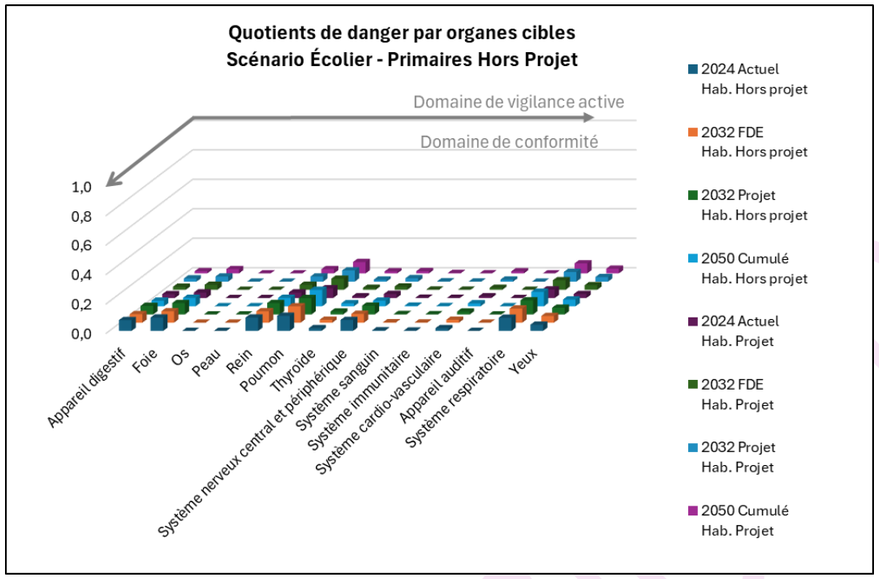


Figure 106 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier - Voie inhalation – max Écoles primaires hors projet

Scénario « Retraité »

Tableau 79 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Retraité » - max EHPAD

Quotient de danger – Seuil = 1				
SCÉNARIO Retraité (EHPAD hors projet)	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	8,51E-06	7,53E-06	7,70E-06	7,52E-06
Benzène	4,61E-04	1,36E-04	1,39E-04	1,14E-04
1,3-butadiène	1,07E-03	7,50E-04	7,60E-04	1,35E-03
Chrome VI	1,91E-04	1,52E-04	1,55E-04	1,21E-04
16 HAP eq. BaP	1,31E-02	9,29E-03	9,44E-03	5,73E-03
Cuivre	3,29E-03	5,33E-03	5,33E-03	5,33E-03
Baryum	3,29E-04	5,33E-04	5,33E-04	5,33E-04
Chrome III	1,64E-04	2,67E-04	2,67E-04	2,67E-04
Nickel	1,43E-03	2,32E-03	2,32E-03	2,32E-03
Vanadium	3,29E-03	5,33E-03	5,33E-03	5,33E-03

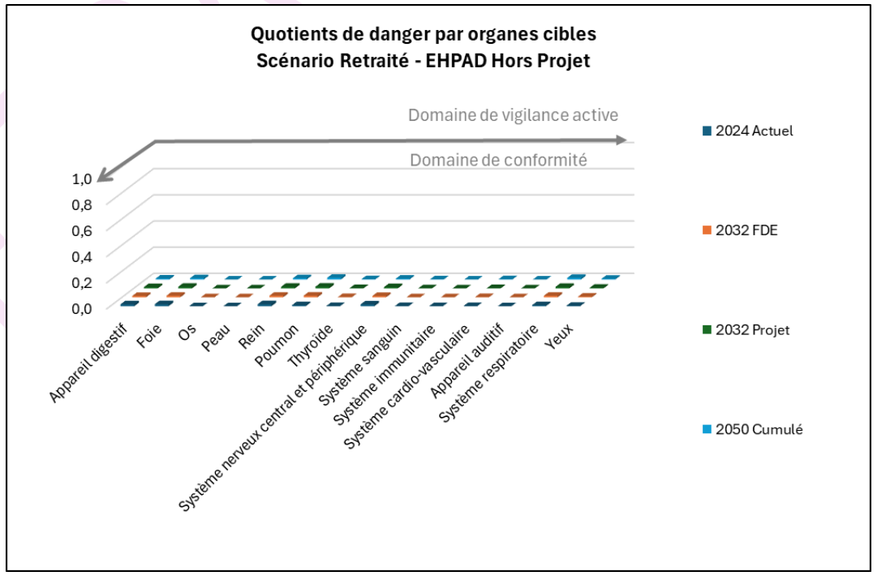


Figure 107 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario retraité - Voie inhalation – EHPAD

VERSION DRAFT

Scénario « Résident »

Tableau 80 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Résident »

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO RÉSIDENT	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3,88E-05	3,98E-05	4,02E-05	4,11E-05	1,95E-05	1,96E-05	2,00E-05	1,94E-05
Benzène	1,41E-03	5,16E-04	5,19E-04	5,02E-04	1,11E-03	3,77E-04	3,86E-04	3,14E-04
1,3-butadiène	4,21E-03	3,04E-03	3,06E-03	5,13E-03	2,52E-03	2,02E-03	2,06E-03	3,65E-03
Chrome VI	1,00E-03	9,15E-04	9,18E-04	7,32E-04	4,24E-04	3,82E-04	3,90E-04	3,03E-04
16 HAP eq. BaP	8,35E-02	6,66E-02	6,69E-02	3,98E-02	2,87E-02	2,30E-02	2,35E-02	1,43E-02
Cuivre	5,09E-02	5,52E-02	5,52E-02	5,54E-02	3,29E-02	3,74E-02	3,74E-02	3,83E-02
Baryum	5,09E-03	5,52E-03	5,52E-03	5,54E-03	3,29E-03	3,74E-03	3,74E-03	3,83E-03
Chrome III	2,54E-03	2,76E-03	2,76E-03	2,77E-03	1,64E-03	1,87E-03	1,87E-03	1,91E-03
Nickel	2,21E-02	2,40E-02	2,40E-02	2,41E-02	1,43E-02	1,63E-02	1,63E-02	1,66E-02
Vanadium	5,09E-02	5,52E-02	5,52E-02	5,54E-02	3,29E-02	3,74E-02	3,74E-02	3,83E-02

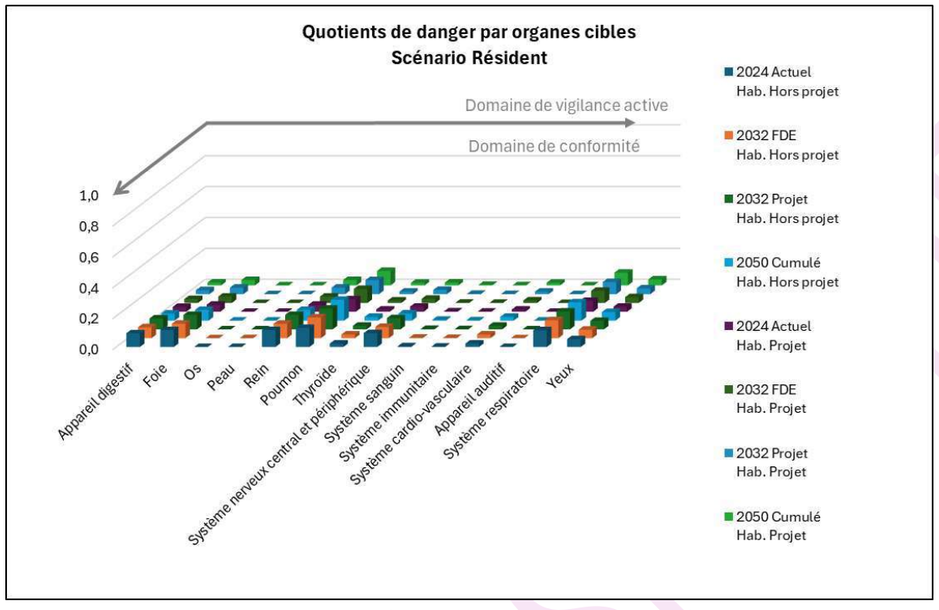


Figure 108 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Résident - Voie inhalation

Scénario « Travailleur sur l'emprise projet »

Tableau 81 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Travailleur sur l'emprise projet »

Quotient de danger – Seuil = 1								
SCÉNARIO TRAVAILLEUR	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	3.517E-05	3.600E-05	3.640E-05	3.701E-05	1.948E-05	1.956E-05	2.004E-05	1.941E-05
Benzène	1.351E-03	4.900E-04	4.937E-04	4.670E-04	1.114E-03	3.773E-04	3.857E-04	3.139E-04
1,3-butadiène	3.896E-03	2.849E-03	2.868E-03	4.853E-03	2.524E-03	2.018E-03	2.057E-03	3.647E-03
Chrome VI	8.915E-04	8.145E-04	8.186E-04	6.517E-04	4.235E-04	3.821E-04	3.900E-04	3.028E-04
16 HAP eq. BaP	7.321E-02	5.845E-02	5.872E-02	3.500E-02	2.872E-02	2.302E-02	2.354E-02	1.428E-02
Cuivre	4.750E-02	5.183E-02	5.183E-02	5.214E-02	3.290E-02	3.740E-02	3.740E-02	3.827E-02
Baryum	4.750E-03	5.183E-03	5.183E-03	5.214E-03	3.290E-03	3.740E-03	3.740E-03	3.827E-03
Chrome III	2.375E-03	2.591E-03	2.591E-03	2.607E-03	1.645E-03	1.870E-03	1.870E-03	1.914E-03
Nickel	2.065E-02	2.253E-02	2.253E-02	2.267E-02	1.430E-02	1.626E-02	1.626E-02	1.664E-02
Vanadium	4.750E-02	5.183E-02	5.183E-02	5.214E-02	3.290E-02	3.740E-02	3.740E-02	3.827E-02

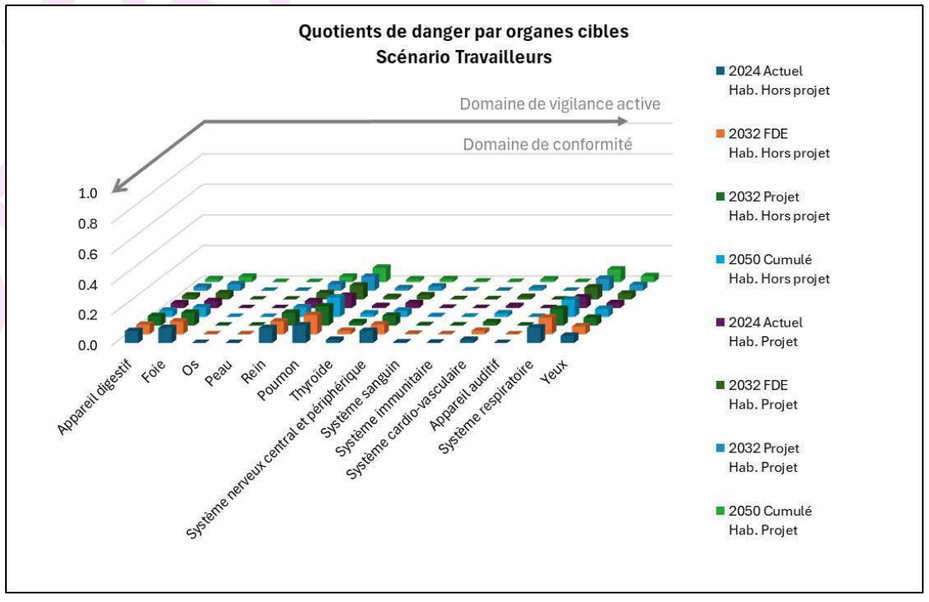


Figure 109 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Travailleur sur l'emprise projet – Voie inhalation

VERSION

18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuil – Excès de Risque Individuel (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit. On parle d'excès de risque car cette probabilité est liée à l'exposition au polluant considéré et s'ajoute au risque de base présent dans la population.
En France, l'INVS utilise la valeur de 10^{-5}, cette valeur est reprise dans la Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation. Ce seuil signifie que sur une population de 100 000 habitants exposée à un composé pour un niveau donné, il sera observé 1 cas de cancer supplémentaire par rapport à une population de même effectif non exposée.

Les ERI calculés concernent le scénario d'exposition « Enfant » (crèche et écoles au sein de la zone d'étude) et « Résident » (scénario plus majorant que le scénario « Travailleur »).

Scénario Enfant

Au total, 4 situations sont distinguées :

- Les enfants habitant hors projet, se rendant dans les crèches et les écoles hors projet ;
- Les enfants habitant hors projet, se rendant dans les crèches et les écoles de l'emprise projet ;
- Les enfants habitant dans l'emprise projet, se rendant dans les crèches et les écoles hors projet ;
- Les enfants habitant dans l'emprise projet, se rendant dans les crèches et les écoles de l'emprise projet ;

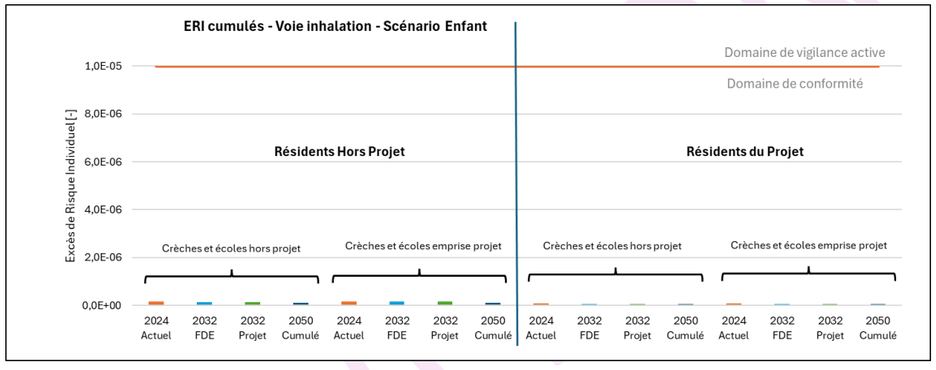


Figure 110 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Enfant »

Tableau 82 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » - Enfant fréquentant les Crèches et Écoles hors projet

Excès de risque individuel – Seuil = 10^{-5}								
SCÉNARIO ENFANT – Max Crèches et Écoles hors projet	Enfants habitant hors emprise projet				Enfants habitant l'emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	1,12E-11	1,15E-11	1,16E-11	1,18E-11	5,76E-12	5,78E-12	5,92E-12	5,75E-12
Benzène	2,81E-09	1,03E-09	1,03E-09	9,98E-10	2,24E-09	7,59E-10	7,76E-10	6,33E-10
1,3-butadiène	8,09E-10	5,86E-10	5,89E-10	9,90E-10	4,93E-10	3,94E-10	4,01E-10	7,12E-10
Chrome VI	7,67E-08	7,02E-08	7,04E-08	5,62E-08	3,35E-08	3,02E-08	3,09E-08	2,40E-08
16 HAP eq. BaP	1,28E-08	1,02E-08	1,03E-08	6,10E-09	4,59E-09	3,67E-09	3,76E-09	2,28E-09
Cumulé	**9,32E-08**	**8,20E-08**	**8,23E-08**	**6,43E-08**	**4,09E-08**	**3,51E-08**	**3,58E-08**	**2,76E-08**

Tableau 83 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » - Enfant fréquentant les Crèches et Écoles de l'emprise projet

Excès de risque individuel – Seuil = 10^{-5}								
SCÉNARIO ENFANT – Max Crèches et Écoles de l'emprise projet	Enfants habitant hors emprise projet				Enfants habitant l'emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	1,14E-11	1,13E-11	1,14E-11	1,17E-11	5,95E-12	5,64E-12	5,78E-12	5,60E-12
Benzène	2,91E-09	1,02E-09	1,02E-09	9,88E-10	2,34E-09	7,48E-10	7,65E-10	6,23E-10
1,3-butadiène	8,29E-10	5,78E-10	5,81E-10	9,77E-10	5,13E-10	3,87E-10	3,94E-10	6,98E-10
Chrome VI	7,78E-08	6,93E-08	6,96E-08	5,55E-08	3,45E-08	2,94E-08	3,00E-08	2,33E-08
16 HAP eq. BaP	1,29E-08	1,01E-08	1,01E-08	6,03E-09	4,69E-09	3,55E-09	3,63E-09	2,20E-09
Cumulé	**9,44E-08**	**8,10E-08**	**8,13E-08**	**6,35E-08**	**4,21E-08**	**3,41E-08**	**3,48E-08**	**2,68E-08**

En tenant compte uniquement des concentrations dans l'air induites par les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude, il est possible de constater que :

- Quel que soit l'horizon et la situation, les ERI par composé et cumulés sont tous inférieurs à 10^{-5} et donc tous situés dans le domaine de conformité ;
- Les ERI cumulés à l'horizon 2032 et 2050 sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle ;
- Les ERI cumulés calculés en situation Projet sont plus élevés que ceux en situation Fil de l'eau ;
- Les ERI cumulés calculés en situation Cumulée sont tous inférieurs à ceux en situation Fil de l'eau;
- Les enfants habitants au sein de l'emprise projet sont moins exposés que ceux habitant hors projet.

Scénario Résident

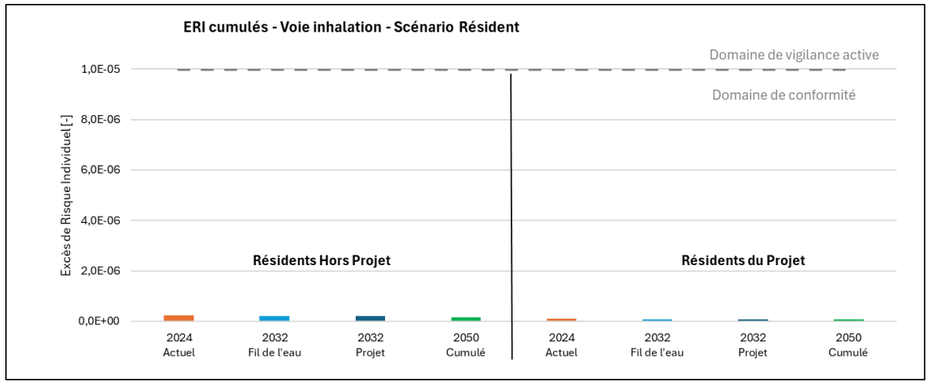


Figure 111 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Résident »

Tableau 84 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Résident »

Excès de risque individuel – Seuil = 10^{-5}								
SCÉNARIO RESIDENT	Habitants hors emprise projet				Habitants emprise projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Arsenic	1,50E-11	1,53E-11	1,55E-11	1,58E-11	7,52E-12	7,55E-12	7,73E-12	7,49E-12
Benzène	3,74E-09	1,37E-09	1,38E-09	1,34E-09	2,96E-09	1,00E-09	1,03E-09	8,35E-10
1,3-butadiène	1,08E-09	7,82E-10	7,86E-10	1,32E-09	6,49E-10	5,19E-10	5,29E-10	9,38E-10
Chrome VI	2,06E-07	1,88E-07	1,89E-07	1,51E-07	8,71E-08	7,86E-08	8,02E-08	6,23E-08
16 HAP eq. BaP	1,72E-08	1,37E-08	1,38E-08	8,18E-09	5,91E-09	4,74E-09	4,84E-09	2,94E-09
Cumulé	**2,28E-07**	**2,04E-07**	**2,05E-07**	**1,62E-07**	**9,67E-08**	**8,49E-08**	**8,66E-08**	**6,70E-08**

En tenant compte uniquement des concentrations dans l'air induites par les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude, il est possible de constater que :

- Quel que soit l'horizon et la situation, les ERI par composé et cumulés sont tous inférieurs à 10^{-5} et donc tous situés dans le domaine de conformité ;
- Les ERI cumulés aux horizons 2032 et 2050 sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle ;
- Les ERI cumulés calculés en situation Projet sont plus élevés que ceux calculés en situation Fil de l'eau
- Les ERI cumulés calculés pour les résidents de l'emprise projet sont inférieurs à ceux calculés pour les résidents hors projet, quel que soit l'horizon d'étude.

La réalisation du projet génère une augmentation de l'exposition des populations environnantes comparativement à la situation sans projet, quel que soit le scénario (Enfant, Résident) pour ce qui concerne les effets sans seuil. Cependant, les ERI cumulés demeurent très inférieurs à la valeur seuil.
Les résidents (actuels et futurs) de l'emprise projet sont légèrement moins exposés que les résidents hors emprise projet.

18.5. Évaluation de l'excès de risque individuel (ERI) de décès anticipé toutes causes non accidentelles pour les particules PM2,5

Pour les particules fines PM2,5, l'ANSES a mis en place une VTR en 2024. Cette VTR permet de calculer l'Excès de Risque vie entière de décès anticipés toutes causes non accidentelles du fait de l'exposition aux PM2.5 à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS (5 µg/m^3).

REMARQUE IMPORTANTE (*Source : Valeurs toxicologiques de référence - Avis complété de l'Anses - Rapport actualisé d'expertise collective - Septembre 2024 - Les particules de l'air ambiant extérieur*) :
« Les niveaux de risques acceptables traditionnellement considérés pour les substances chimiques cancérogènes sont de 10^{-5} ou 10^{-6}. À titre d'information, pour les rayonnements ionisants et pour le radon, les niveaux d'exposition acceptables correspondent à un niveau de risque de cancer de l'ordre de 10^{-3}. Pour les particules PM2,5 de l'air ambiant, les concentrations les plus faibles observées en France sont associées à un niveau de risque de l'ordre de 10^{-4} pour le cancer du poumon, le petit poids de naissance et l'asthme et de l'ordre de 10^{-3} pour les décès anticipés, par rapport à une concentration de fond de 5 µg/m^3 » (=valeur guide OMS).

Les ERI calculés pour les concentrations en PM2.5 d'exposition des « Résidents de l'emprise projet » et des « Résidents hors emprise projet » sont présentés dans le tableau et la figure ci-après. Pour rappel le domaine de validité du calcul de cet indicateur sanitaire est la gamme de concentrations en PM2.5 suivante : [4,9 ; 30] µg/m^3.

Tableau 85 : Excès de risque individuel vie entière de décès anticipé toutes causes non accidentelles - PM2.5 – Voie inhalation - scénario « Résident »

ERI décès anticipé toutes causes non accidentelles comparativement au respect de la valeur guide OMS	Résident Hors Emprise Projet				Résident Emprise Projet			
	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
ELR PM2,5 par rapport au respect de la valeur guide OMS (%)	10,1%	8,2%	8,3%	3,8%	9,5%	7,6%	7,6%	3,1%

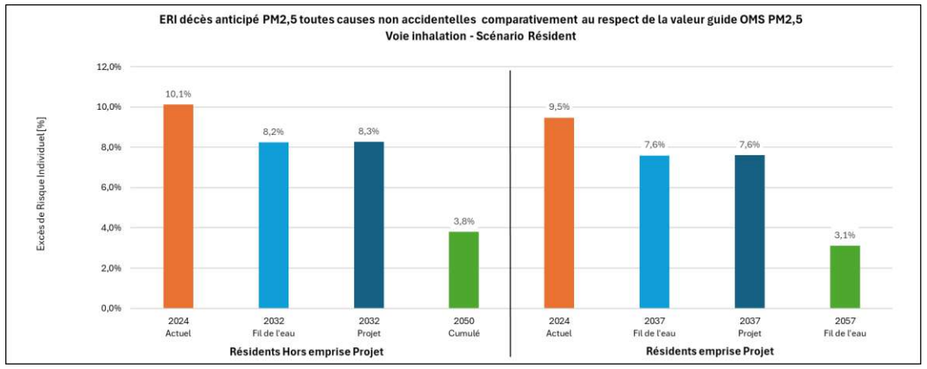


Figure 112 : ERI vie entière de décès anticipé toutes causes non accidentelles – Voie inhalation - scénario Résident – Particules PM2,5

En 2032, que ce soit AVEC ou SANS projet, les ERI de décès anticipés liés aux PM2.5 sont plus faibles qu'en situation actuelle 2024. De même à l'horizon 2050.
En 2050, les ERI de décès anticipés liés aux PM2.5 sont plus faibles qu'en situation Fil de l'eau 2032.
Les habitants de l'emprise projet (actuels et futurs) sont légèrement moins exposés que les habitants hors emprise projet, quel que soit la situation étudiée.
Les différences entre la situation Projet et Fil de l'eau sont négligeables.

18.6. EXPOSITION CHRONIQUE – COMPARAISON AUX RECOMMANDATIONS DE L'OMS POUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR. Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne annuelle avec les recommandations annuelles de l'OMS en ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO2) et les particules PM10 et PM2,5.
Les valeurs guide OMS sont reportées dans les tableaux suivants et comparées aux concentrations maximales calculées pour chaque type de lieu vulnérable (hors et dans l'emprise projet) et aux concentrations maximales calculées sur la zone d'étude (habitants hors projet) et calculées sur l'emprise projet (habitants emprise projet).
Rappel : les concentrations de fond sont ajoutées aux résultats des modélisations afin de tenir compte des autres sources d'émissions de la zone d'étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l'OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l'air.

Tableau 86 : Comparaison à la recommandation annuelle de l'OMS pour le NO_2

Recommandation annuelle de l'OMS : 10 µg/m³			Seuil respecté	Seuil dépassé
NO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	31,55	22,95	22,99	14,25
Max Emprise projet	26,06	20,00	20,04	13,73
Crèche emprise projet	24,94	18,05	18,07	13,36
Ecole maternelle emprise projet	22,73	18,32	18,33	13,41
Ecole élémentaire emprise projet	22,38	18,15	18,16	13,37
Max crèches hors projet	22,93	18,43	18,44	13,42
Max Écoles maternelles hors projet	23,04	18,45	18,47	13,43
Max Écoles élémentaires hors projet	22,79	18,35	18,36	13,41
Max Écoles primaires hors projet	22,24	18,07	18,07	13,36
Max EHPAD hors projet	23,80	18,75	18,77	13,49
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et des brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Tableau 87 : Comparaison à la recommandation annuelle de l'OMS pour les PM10

Recommandation annuelle de l'OMS : 15 µg/m³			Seuil respecté	Seuil dépassé
PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	19,89	17,71	17,70	14,16
Max Zone projet	17,96	16,23	16,25	12,96
Crèche emprise projet	17,71	15,53	15,54	12,37
Ecole maternelle emprise projet	17,24	15,64	15,64	12,47
Ecole élémentaire emprise projet	17,12	15,53	15,53	12,37
Max crèches hors projet	17,26	15,63	15,63	12,47
Max Écoles maternelles hors projet	17,27	15,64	15,65	12,47
Max Écoles élémentaires hors projet	17,21	15,59	15,59	12,42
Max Écoles primaires hors projet	17,05	15,43	15,43	12,28
Max EHPAD hors projet	17,44	15,75	15,76	12,55
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et des brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

VERSION DRAFT

Tableau 88 : Comparaison à la recommandation annuelle de l'OMS pour les PM2,5

Recommandation annuelle de l'OMS : 5 µg/m³			Seuil respecté	Seuil dépassé
PM2.5 (µg/m³) Moyenne annuelle	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	11,29	9,68	9,70	6,85
Max Zone projet	10,70	9,20	9,22	6,48
Crèche emprise projet	10,51	8,68	8,68	6,05
Ecole maternelle emprise projet	10,12	8,75	8,75	6,11
Ecole élémentaire emprise projet	10,06	8,70	8,70	6,07
Max crèches hors projet	10,11	8,73	8,73	6,09
Max Écoles maternelles hors projet	10,17	8,79	8,79	6,14
Max Écoles élémentaires hors projet	10,11	8,74	8,74	6,10
Max Écoles primaires hors projet	10,03	8,68	8,68	6,05
Max EHPAD hors projet	10,31	8,87	8,87	6,21
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et des brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

- Concernant le NO_2, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée sur toute la zone d'étude pour toutes les situations et pour tous les horizons.
- Concernant les PM10, la recommandation annuelle de l'OMS est respectée sur toute la zone d'étude uniquement en situation Cumulée à l'horizon 2050.
- Concernant les PM2,5, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée sur toute la zone d'étude pour toutes les situations et pour tous les horizons.

Comparativement, les situations « Fil de l'eau » et « Projet » ne présentent pas de différences significatives à l'horizon 2032. Néanmoins, les concentrations à l'horizon futur sont toutes inférieures à celles de la situation actuelle, que ce soit en situation Fil de l'eau, Projetée ou Cumulée.
Les habitations hors projet les plus exposées sont soumises à des concentrations en polluant très légèrement supérieures aux habitations de l'emprise projet les plus exposés, quelle que soit la situation.
Les écoles au sein de l'emprise projet sont soumises à des concentrations similaires aux écoles hors projet.

Il convient, par ailleurs, de retenir qu'en France, les seuils réglementaires applicables à la qualité de l'air ambiant sont définis à l'article R. 221-1 du Code de l'environnement. Pour rappel, les seuils réglementaires en moyenne annuelle sont de 40 µg/m³ pour le NO_2 et les PM10 et de 25 µg/m³ pour les PM2.5 (la nouvelle directive européenne officiellement adoptée le 14/10/2024 et parue au Journal Officiel de la Commission européenne le 15/10/2024 sera transposée en droit français sous 2 ans maximum et implique qu'en 2030, le seuil pour le NO_2 et les PM10 soit fixé à 20 µg/m³ et à 10 µg/m³ pour les PM2.5 avec l'objectif d'alignement aux recommandations de l'OMS en 2050). Il convient de noter également que les lignes directrices de l'OMS ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles apportent un référentiel commun au niveau international et permettent des comparaisons, et ce, malgré des règlementations nationales différentes.
Les réglementations françaises et les directives européennes sont quant à elles juridiquement contraignantes pour la gestion de la qualité de l'air.

18.7. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus – Comparaison avec les recommandations de l'OMS

Les concentrations horaires ou journalières calculées au niveau des lieux vulnérables (hors et dans l'emprise projet), les concentrations maximales sur la zone d'étude pour les habitants hors emprise projet et les concentrations maximales sur l'emprise projet pour les habitants de l'emprise projet sont comparées aux recommandations journalières et/ou horaires de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.

En considérant les émissions des brins du réseau d'étude, l'autoroute A1, les brins ferroviaires de la zone d'étude, additionnées aux valeurs de fond, pour les effets aigus :

- La recommandation journalière de l'OMS pour le NO_2 est dépassée pour les habitants hors et dans l'emprise projet en 2024, est respectée sur toute la zone d'étude (sauf pour les habitants hors emprise projet) en 2032 et en 2050.
- La recommandation horaire de l'OMS pour le NO_2 est respectée pour tous les horizons et toutes les situations ;
- La recommandation journalière de l'OMS pour les PM10 est respectée pour tous les horizons et toutes les situations ;
- La recommandation journalière de l'OMS pour les PM2,5 est respectée pour tous les horizons et toutes les situations.

La création du projet n'aura pas d'impact sur l'exposition des populations de la zone d'étude (différence faible entre les situations Projet et Fil de l'Eau).
Les concentrations en situation future (2032 et 2050) sont moins élevées qu'en situation actuelle 2024, quel que soit le polluant.
Les concentrations en situation Cumulée (2050) sont également moins élevées comparativement à la situation Fil de l'eau (2032).
Les habitants (actuels et futurs) de l'emprise projet sont légèrement moins exposés que les habitants hors projet les plus exposés.
Les écoles au sein de l'emprise projet sont soumises à des concentrations similaires aux écoles hors projet.

Tableau 89 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2

Recommandation journalière de l'OMS : 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 ou 4 jours par an (Centile 99)				
NO_2 (µg/m³) Centile 99 en moyenne journalière	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	39,98	27,31	27,42	15,08
Max Zone projet	27,38	20,69	20,73	13,86
Crèche emprise projet	26,11	18,38	18,37	13,41
Ecole maternelle emprise projet	23,60	18,75	18,77	13,49
Ecole élémentaire emprise projet	23,27	18,58	18,60	13,45
Max crèches hors projet	24,49	19,28	19,29	13,57
Max Écoles maternelles hors projet	24,67	19,36	19,33	13,60
Max Écoles élémentaires hors projet	24,45	19,17	19,18	13,57
Max Écoles primaires hors projet	23,03	18,44	18,45	13,43
Max EHPAD hors projet	24,97	19,33	19,41	13,61
Recommandation horaire de l'OMS : 200 µg/m³				
NO_2 (µg/m³) Maximum en moyenne horaire	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	53,92	35,20	34,74	16,30
Max Zone projet	37,42	25,36	23,95	14,60
Crèche emprise projet	31,18	20,41	20,83	13,93
Ecole maternelle emprise projet	26,32	20,12	20,32	13,75
Ecole élémentaire emprise projet	27,85	23,11	20,89	13,88
Max crèches hors projet	27,44	21,13	21,25	13,93
Max Écoles maternelles hors projet	29,95	22,43	22,39	14,14
Max Écoles élémentaires hors projet	28,62	23,11	22,25	14,06
Max Écoles primaires hors projet	26,90	20,08	21,03	13,90
Max EHPAD hors projet	31,57	21,29	21,65	14,02
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et des brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude. Seuil respecté Seuil dépassé			

Tableau 90 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10

Recommandation journalière de l'OMS : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 ou 4 jours par an (Centile 99)				
PM10 (µg/m³) Centile 99 en moyenne journalière	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	20,15	17,96	17,93	14,32
Max Zone projet	18,25	16,49	16,54	13,21
Crèche emprise projet	17,99	15,73	15,72	12,54
Ecole maternelle emprise projet	17,44	15,84	15,86	12,67
Ecole élémentaire emprise projet	17,30	15,75	15,76	12,57
Max crèches hors projet	17,44	15,79	15,79	12,62
Max Écoles maternelles hors projet	17,52	15,88	15,87	12,67
Max Écoles élémentaires hors projet	17,49	15,88	15,87	12,67
Max Écoles primaires hors projet	17,17	15,56	15,55	12,38
Max EHPAD hors projet	17,69	15,97	15,98	12,76
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et des brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude. Seuil respecté Seuil dépassé			

Tableau 91 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5

Recommandation journalière de l'OMS : 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 ou 4 jours par an (Centile 99)				
PM2,5 (µg/m³) Centile 99 en moyenne journalière	**2024 Actuel**	**2032 Fil de l'Eau**	**2032 Projet**	**2050 Cumulé**
Max Habitants hors projet	12,21	10,21	10,21	7,25
Max Zone projet	10,89	9,34	9,36	6,59
Crèche emprise projet	10,70	8,73	8,73	6,08
Ecole maternelle emprise projet	10,23	8,84	8,83	6,17
Ecole élémentaire emprise projet	10,15	8,79	8,79	6,14
Max crèches hors projet	10,29	8,88	8,88	6,21
Max Écoles maternelles hors projet	10,33	8,91	8,90	6,23
Max Écoles élémentaires hors projet	10,30	8,87	8,88	6,21
Max Écoles primaires hors projet	10,11	8,74	8,74	6,10
Max EHPAD hors projet	10,46	8,97	8,99	6,29
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et des brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude. Seuil respecté Seuil dépassé			

18.8. INCERTITUDE RELATIVE À L'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003]. Le tableau ci-dessous reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Tableau 92 : Incertitudes potentielles liées à la réalisation d'une EQRS [Hubert, 2003]

Étape 1 : Identification du danger *Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?*	• Interaction de mélanges de polluants • Produits de dégradation des molécules mal connus • Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal
Étape 2 : Choix de la VTR *Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?*	• Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations • Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme) • Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l'Exposition *Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?*	• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) • Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace • Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque *Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?*	• Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées) • Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat • Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.
À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.
Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.
Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission. Toutefois, la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes, et/ou la sévérité des effets sanitaires, amènent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l'Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.
Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'Homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des **V**aleurs **T**oxicologiques de **R**éférence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.
Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l'animal.
Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale s'effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.
Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.
Ces facteurs changent d'une substance à une autre.
Pour certaines d'entre elles, il n'y a purement pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition, à savoir :
L'incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

La caractérisation du risque est la dernière étape de l'EQRS et est définie ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.
Pour les produits cancérogènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d'exposition identifiées - les VTR et les doses d'exposition, cela afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, masse corporelle, etc.).

VERSION DE TRAVAIL

18.9. SYNTHÈSE DE L'EQRS

Voie d'exposition inhalation

En considérant les concentrations issues des émissions des brins routiers du réseau d'étude, additionnées à la pollution de fond (pour le NO_2 et les particules PM10 et PM2.5), il est constaté que :

- Quel que soit l'horizon et la situation étudiés, les Quotients de Dangers (QD) sont tous inclus dans le domaine de conformité (QD inférieur à 1) cela même en les additionnant par organe-cible.
- Quel que soit l'horizon et la situation étudiés, les indices d'Excès de Risques Individuels (ERI) sont tous inclus dans le domaine de conformité (ERI inférieur à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée).
- Pour les principaux polluants atmosphériques (NO_2, PM10 et PM2.5), il est possible de constater que :
  - Les recommandations annuelles de l'OMS pour le NO_2 et les PM2.5 sont dépassée sur toute la zone d'étude pour toutes les situations et pour tous les horizons tandis que celle des PM10 est respectée sur toute la zone d'étude pour la situation Cumulée à l'horizon 2050 (uniquement).
  - La recommandation journalière de l'OMS pour le NO_2 est dépassée pour les habitants hors et dans l'emprise projet en 2024 et est respectée sur toute la majorité de la zone d'étude en 2032 tandis que les recommandations journalières pour les PM10 et les PM2.5 ainsi que la recommandation horaire pour le NO_2 sont respectées pour tous les horizons et toutes les situations.
- En 2032, que ce soit AVEC ou SANS projet, les ERI de décès anticipés liés aux PM2.5 sont plus faibles qu'en situation actuelle 2024. Il en va de même à l'horizon 2050.
- À l'horizon 2050, les ERI de décès anticipés liés aux PM2.5 sont moindres comparativement à la situation Fil de l'eau 2032.

L'aménagement projeté à l'horizon 2032 n'est pas de nature à exercer d'impact significatif sur la santé des populations (différences faibles ou modérées pour les valeurs de tous les indicateurs sanitaires étudiés entre les situations « Fil de l'eau » et « Projet » demeurant sous le seuil d'acceptabilité pour les QD cumulés et ERi cumulés).
A l'horizon 2050, l'exposition des populations n'est pas aggravée par la mise en place du projet (différences significatives négatives entre les situations «Cumulée» 2050 et «Fil de l'Eau» 2032).
Le NO_2 demeure un enjeu en 2032 en termes de recommandations sanitaires de l'OMS, que cela soit en situations Fil de l'eau ou Projet. En 2050, la recommandation de l'OMS est respectée sur toute la zone d'étude.
Les habitants / travailleurs (actuels et/ou futurs) de l'emprise projet les plus exposés sont légèrement moins exposés que les habitants hors emprise projet les plus exposés, quelle que soit le scénario d'exposition étudié.

DOCUMENT DE TRAVAIL

19. IMPACTS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFETS DE SERRE

19.1. GÉNÉRALITÉS

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement. Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [CO_2] ;
- Le méthane [CH_4] ;
- Le protoxyde d'azote [N_2O].

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère. Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO2) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes équivalent CO2, quel que soit le GES considéré.

❖ **<u>Les GES en Île-de-France et pour la commune de Saint-Denis</u>**

Île-de-France

Les émissions de GES directes (hors énergie) et indirectes en 2021 en Île-de-France représentent 37 420 kteqCO_2 (Scope 1+2). La répartition par secteurs est illustrée en figure suivante.

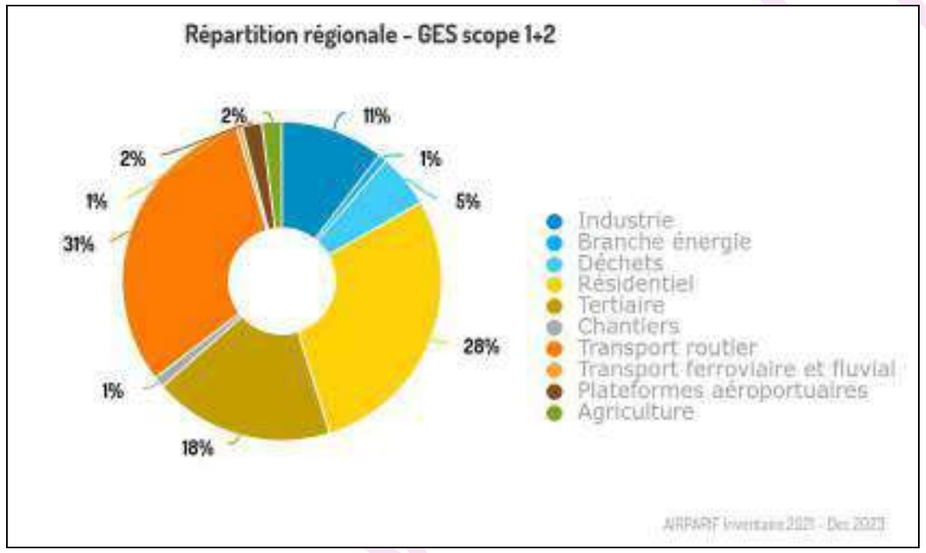


Figure 113 : Contribution par secteur (en %) aux émissions de GES (scope 1+2) en Île-de-France pour l'année 2021 (Source : Données Airparif)

En 2021, en Île-de-France, les bâtiments sont la première source d'émissions de GES directes et indirectes (GES scope 1 et 2) avec une contribution de 46 % (dont 28 % pour le résidentiel et et18 % pour le tertiaire), suivi par le transport routier avec 31 %. Viennent ensuite le secteur industriel (11 %) et les déchets (5 %) et les plateformes aéroportuaires (2 %). Les autres secteurs contribuent pour moins de 3 % chacun.

L'évolution des émissions de GES en Île-de-France entre 2005 et 2021 tous secteurs confondus, est fournie ci-dessous.

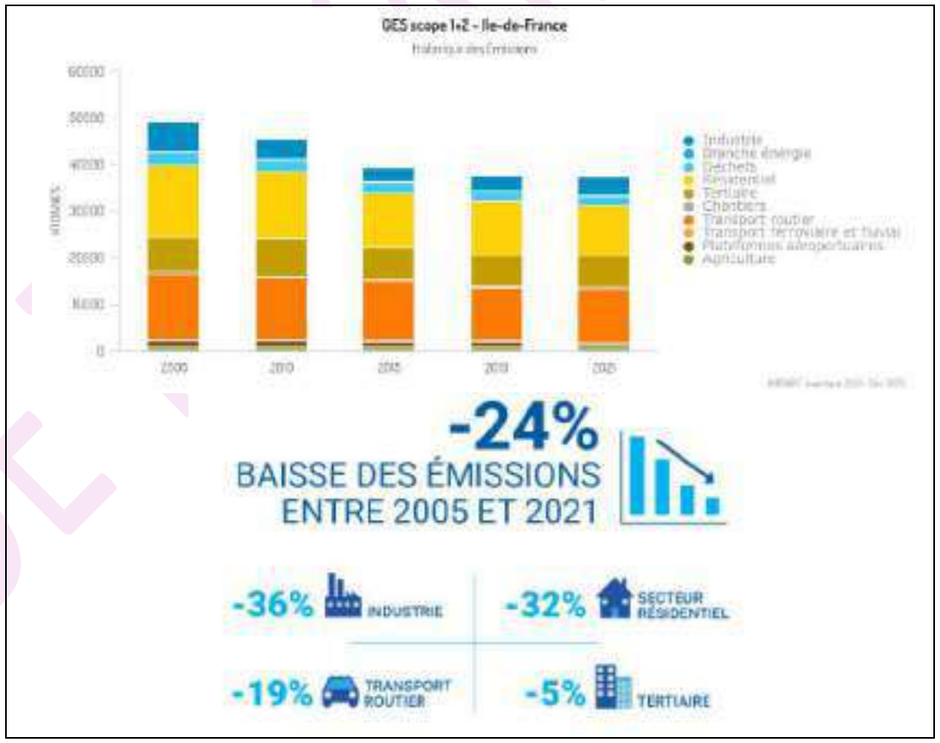
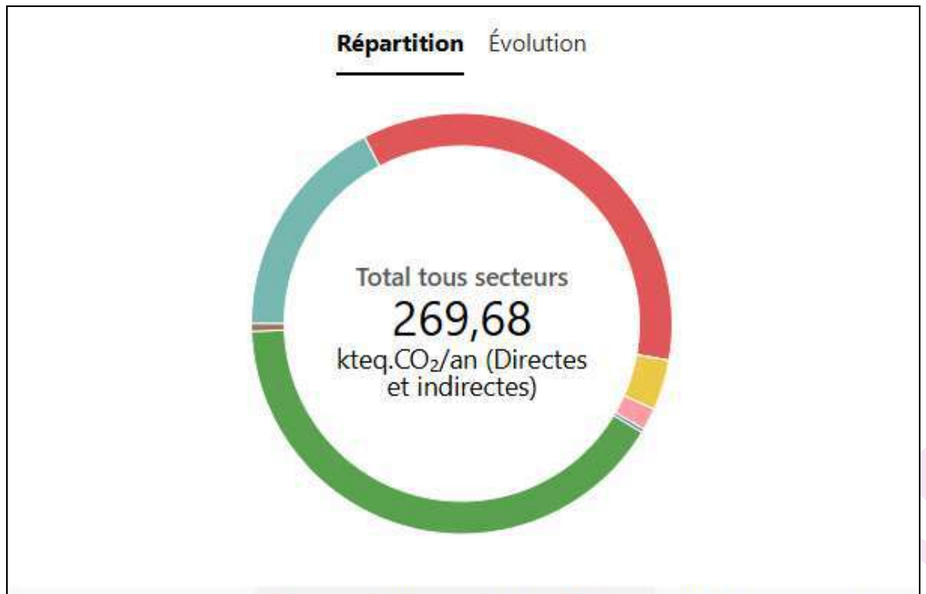


Figure 114 : Évolution des émissions de GES en Île-de-France entre 2005 et 2021 (source : Airparif)

Dans l'ensemble, les émissions directes et indirectes de Gaz à Effet de Serre en équivalent CO_2 ont diminué de 24 % entre 2005 et 2021 en Île-de-France.
L'évolution des émissions de GES, directement liées aux consommations d'énergie, est plus faible que celle des polluants atmosphériques (NOx, particules…), dont la baisse est accrue par les améliorations technologiques de dépollution à l'échappement. Ces dernières n'induisent pas de baisse des émissions de GES qui sont directement liées à la consommation énergétique.

Saint-Denis

Pour la commune de Saint-Denis, la répartition des émissions de GES (scopes 1 et 2) par secteur (cf. graphique suivant) est sensiblement différente de celle de la région. En 2022, 269,68 kteqCO_2 de GES ont été émises. Les secteurs prépondérants sont le transport routier (109,94 kteqCO_2), le tertiaire (95,6 kteqCO_2) et le résidentiel (46,78 kteqCO_2).



i	Directes et indirectes* (kteq.CO_2/an)	Directes* (kteq.CO_2/an)
Total tous secteurs	**269,68**	221,03
Résidentiel	46,78	36,73
Tertiaire	95,6	38,77
Agriculture	0,03	0,03
Industrie	10,4	6,23
Chantiers	4,61	4,61
Production d'énergie	0,75	23,16
Déchets	-	-
Transports routiers	109,94	109,93
Transports autres	1,58	1,58

Figure 115 : Répartition sectorielle des émissions directes et indirectes de GES en 2022 pour Saint-Denis (Source : Energif/ROSE36)

Entre 2005 et 2022, les émissions de GES pour la commune de Saint-Denis ont diminué de 416,74 kteqCO_2 à 269,68 kteqCO_2 (soit -35,3 %).

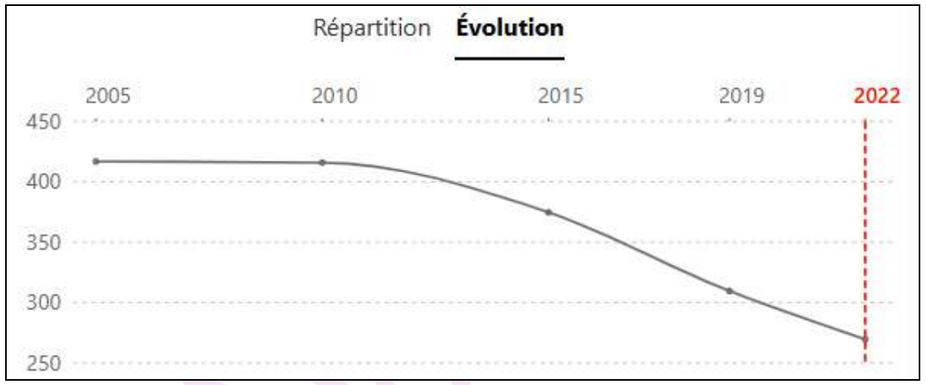


Figure 116 : Évolution des émissions de GES entre 2005 et 2022 pour Saint-Denis (source : Energif/ROSE)

❖ **Secteur résidentiel**

Le mix énergétique en 2021 du secteur résidentiel pour l'Île-de-France est précisé sur le diagramme suivant.

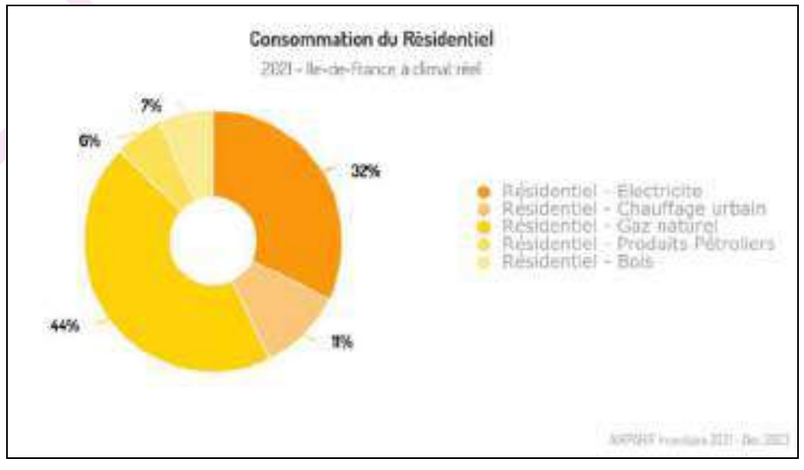


Figure 117 : Mix énergétique du secteur résidentiel en Ile de France en 2021 (source : Airparif)

Les énergies fossiles représentent 50 % des énergies consommées par ce secteur en Île-de-France en 2021. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel en Île-de-France pour l'année 2021 sont de 10 610 kilo tonnes équivalent CO_2 (10 610 ktCO_2e), soit 28 % des émissions régionales de GES.

La répartition des émissions de GES du secteur résidentiel en Île-de-France et leur évolution entre 2005 et 2021 est illustrée sur l'histogramme ci-après.

36 https://cartoviz2.institutparisregion.fr/?id_appli=atlasbilan&map=@2.5158088261108573,48.71977228110336,8z

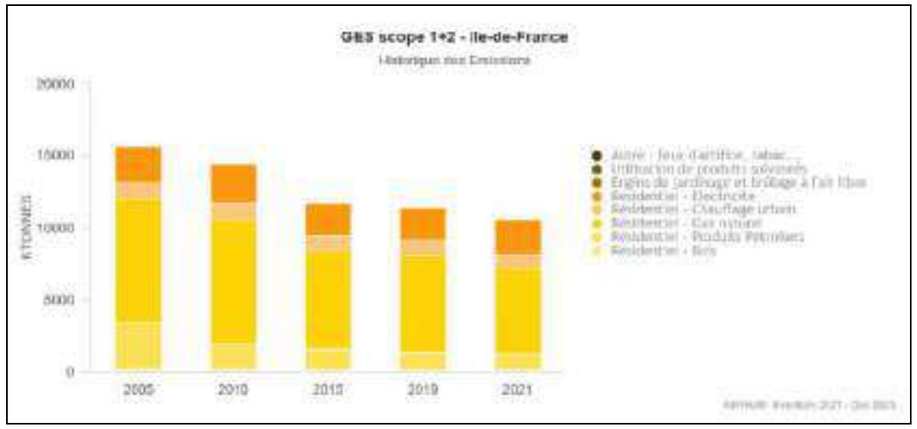


Figure 118 : Émissions de GES du secteur résidentiel en Ile-de-France entre 2005 et 2021 (Source : Airparif)

Une baisse de 32 % des émissions directes et indirectes de GES est observée en 16 ans pour ce secteur.
Les émissions directes et indirectes de GES sont liées à la consommation d'énergie, c'est pourquoi elles font apparaitre des émissions liées à l'électricité et aux réseaux de chaleur.
Le gaz naturel et l'électricité, énergies les plus consommées sur le territoire, représentent les principaux émetteurs de GES Scope 1+2. Sur 16 ans, leurs émissions sont en baisse, respectivement de 31 % et 6 % pour le gaz naturel et l'électricité. Les émissions dues aux réseaux de chaleur et aux produits pétroliers ont également diminué (-13 % et -64 %).

La baisse globale est liée à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et des équipements de chauffage, associée à des changements de combustible. La baisse relative à la consommation d'électricité est moindre, compte-tenu de l'augmentation des usages spécifiques.

❖ **Secteur tertiaire**

Le mix énergétique en 2021 du secteur tertiaire en Île-de-France est représenté ci-après.

Les énergies fossiles représentent près de 40 % des énergies consommées par le secteur tertiaire en Île-de-France, en 2021. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire en Île-de-France pour l'année 2021 sont de 6 850 kilo tonnes équivalent CO_2 (6 850 ktCO_2e), soit 18 % des émissions régionales de GES.

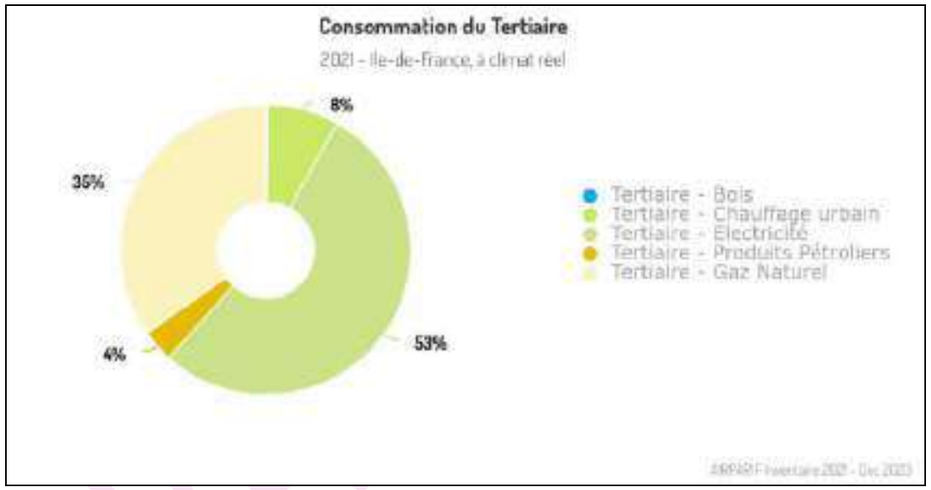


Figure 119 : Mix énergétique du secteur tertiaire en Ile de France en 2021 (source : Airparif)

La répartition des émissions de GES du secteur tertiaire en Île-de-France et l'évolution entre 2005 et 2021 est illustrée ci-après.

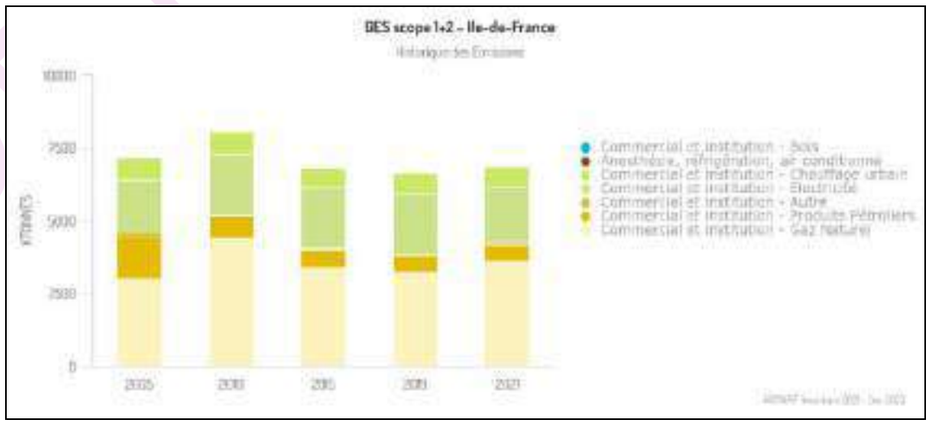


Figure 120 : Émissions de GES du secteur tertiaire en Ile-de-France entre 2005 et 2021 (Source : Airparif)

Une baisse de 5 % des émissions directes et indirectes de GES est observée en 16 ans pour ce secteur en Île-de-France. La baisse des émissions de GES du secteur tertiaire a été de 15 % entre 2010 et 2021, après une hausse de 12 % entre 2005 et 2010, en raison des variations des consommations de gaz et d'électricité.
Le gaz naturel et l'électricité, énergies les plus consommées du secteur tertiaire sur le territoire, sont les principaux émetteurs de GES scope 1+2. En lien avec leur consommation, leurs émissions évoluent sur 16 ans, respectivement de +19 % et +28 %, avec une hausse entre 2005 et 2010 de 45 % pour le gaz naturel, et de 17 % pour l'électricité, en partie liée à la rigueur de l'hiver 2010. Quant aux émissions dues aux réseaux de chaleur et aux produits pétroliers, elles ont diminué (-5 % et -62 %), en lien avec la baisse de leurs consommations (-8 % et -62 %).

VERSION DE TRAVAIL

❖ **Transport routier**

Selon les inventaires du CITEPA37, en faisant exception de l'année 2020 exceptionnelle du fait des mesures de restriction de déplacement liée à la lutte contre l'épidémie de Covid-19, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).

Cette baisse s'explique par la dédiésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

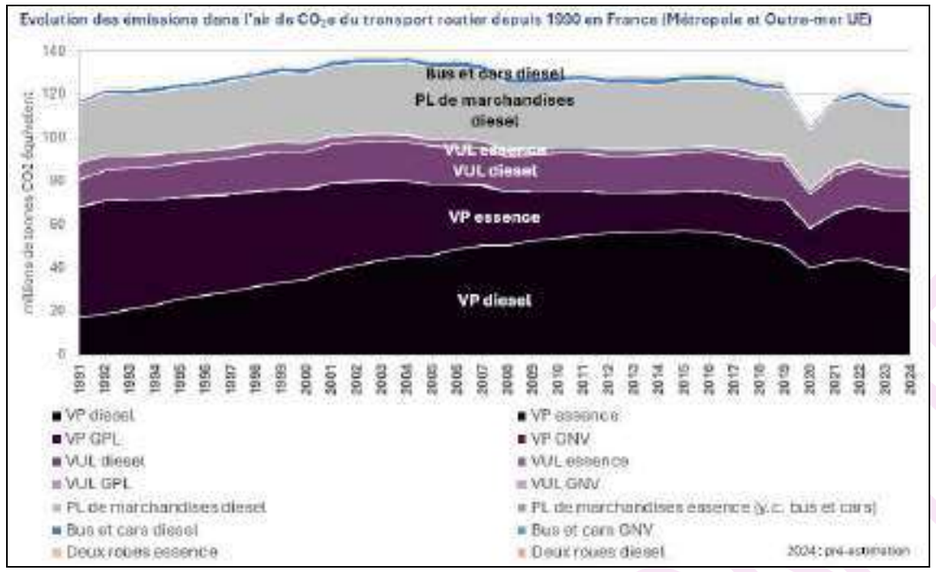


Figure 121 : Évolution des émissions dans l'air de GES en équivalent CO2 du transport routier en France (Source : Citepa, avril 2025 - Format SECTEN)

La figure suivante présente les émissions de GES par type de transports en France, en 2022.

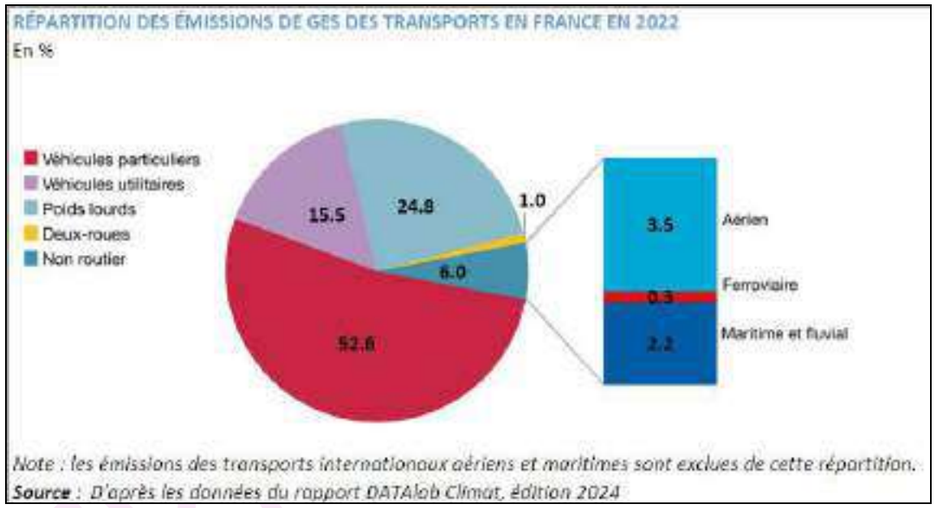


Figure 122 : Émissions de GES par type de transports en France en 2022 (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2024 ; Ministères Territoires Écologie Logement)

Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.
La répartition des émissions de GES du transport routier en Île-de-France et l'évolution entre 2005 et 2021 est schématisée ci-dessous.

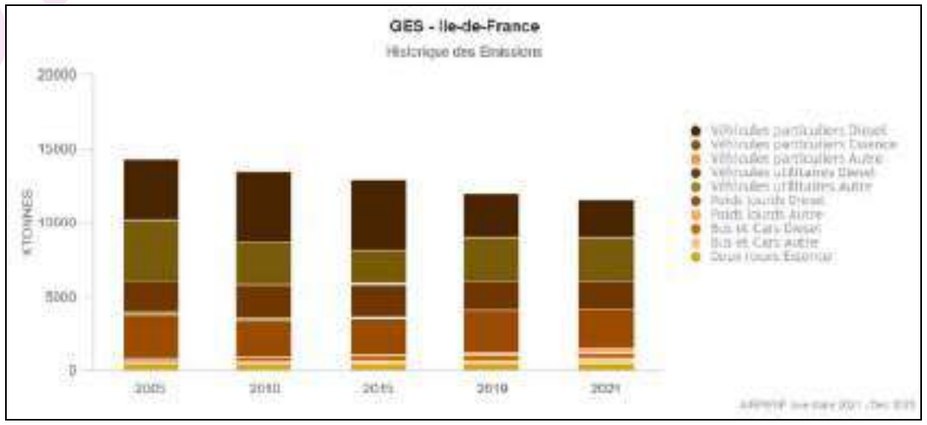


Figure 123 : Émissions de GES du transport routier en Ile-de-France entre 2005 et 2021 (Source : Airparif)

Selon Airparif, le transport routier représentait 31 % des émissions de GES en Île-de-France en 2021 (soit 11 550 kteqCO_2). Entre 2005 et 2021, les émissions de GES ont baissé de 18 % pour ce secteur.

Les émissions de GES liées aux véhicules particuliers (VP) diesel, principaux contributeurs, sont en baisse de 39 % entre 2005 et 2021 (-47 % depuis 2015), la part de ces véhicules ayant

37 Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

VERSION DE TRAVAIL

tendance à reculer dans le parc ces dernières années. Parmi les autres contributeurs notables, les émissions de GES des poids lourds diesels marquent une légère baisse de 7 % liée à une baisse des kilomètres parcourus, celles liées aux VP essence diminuent de 31 % et celles des VUL diesel diminuent de 12 %. L'évolution des émissions de GES des différents types de véhicules est liée d'une part à leur contribution aux kilomètres parcourus, mais également aux consommations unitaires des véhicules qui ont tendance à diminuer.

19.2. ÉMISSIONS DE GES DU RÉSEAU D'ÉTUDE (SECTEUR ROUTIER)

La quantification en GES a été effectuée au moyen du logiciel COPERT pour les émissions engendrées par le trafic du réseau d'étude.

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (2R / VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude sont reportées dans le tableau et la figure suivants.

Tableau 93: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude

[kilo équivalent 100 ans CO2/jour]	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
CO2 [PRG = 1]	4954	4631	4731	3899
CH4 [PRG = 30]	2	2	2	1
N2O [PRG = 265]	60	52	53	38
TOTAL	5016	4685	4786	3939
PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME via le 5e rapport du GIEC de 201338				

Les quantités de gaz à effet de serre sont dépendantes de la tendance des consommations de carburant. Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle :

- Par rapport à la situation actuelle 2024, les émissions de GES diminuent de -6,6 % en situation Fil de l'Eau 2032, de -4,6 % en situation Projet 2032 et de -21,5 % en situation Cumulé 2050.
- Par rapport à la situation Fil de l'Eau 2032, la réalisation du projet induit une hausse des émissions de GES de +2,7 %, et une diminution de -15,9 % en situation Cumulé 2050.

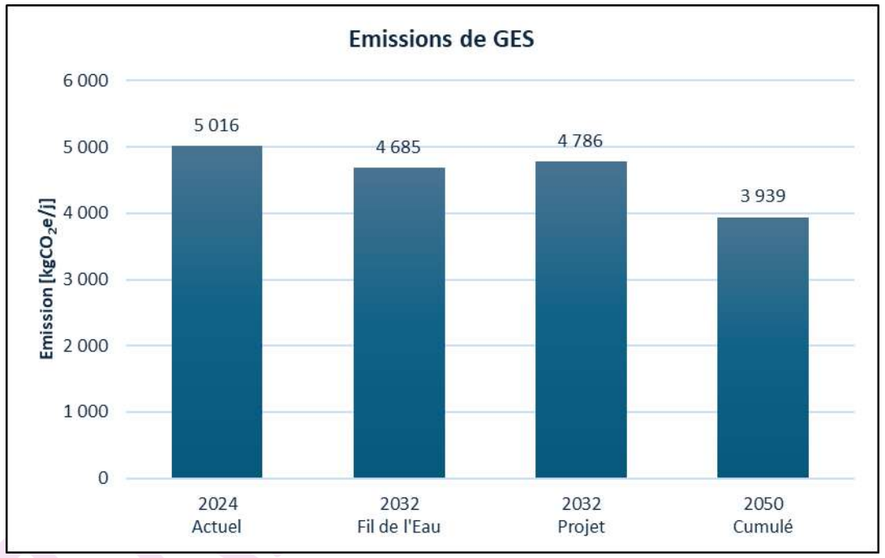


Figure 124 : Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une faible partie des émissions (cf. figure suivante).

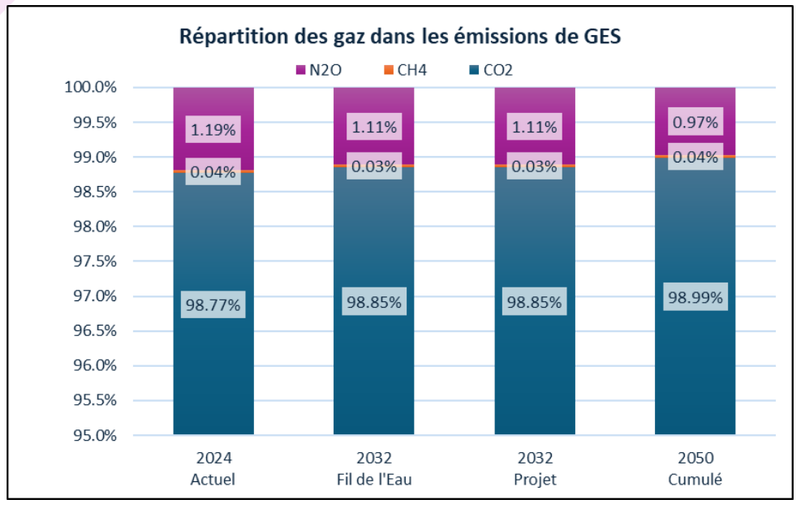


Figure 125 : Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

Le dioxyde de carbone provient de la combustion de combustibles fossiles. Il est utile de garder en mémoire que la réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

38 http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm

20. COÛTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

20.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

20.1.1. Généralités

Il est extrêmement complexe de calculer le coût social, économique et sanitaire, car selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenues, des écarts sont observés dans les résultats. Toutefois quelques résultats sont disponibles suite à la réalisation de quelques études :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.
- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction", le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an.

20.1.2. Coûts liés aux émissions du trafic routier du réseau d'étude

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.
La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.
Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 94 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €2015 / 100 véhicules x km)

	Densité de population	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Types de véhicule	Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €2015 / 100 véhicules x km)					
	Véhicule Particulier	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Compte tenu de la densité de population sur la zone d'étude (7 199 hab./km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu Urbain très dense.

Tableau 95 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab./km²]	> 4500	1500 -4500	450 -1500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab./km²]	6750	2250	750	250	25

Le document du CGSP précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et le taux d'inflation. La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population.
Pour la région Île-de-France, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,80 % par an.
Au cours de la dernière décennie (2015-2025), l'inflation a été en moyenne à 1,92 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts aux horizons futurs.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau (valeurs journalières et annuelles) et la figure ci-après.

Sur le réseau d'étude :
- Par rapport à la situation actuelle 2024, les coûts de la pollution atmosphérique augmentent de +2,2 % en situation Fil de l'Eau 2032, +4,2 % en situation Projet 2032 et de +70,4 % en situation Cumulé 2050.
- Par rapport à la situation Fil de l'Eau, la mise en place du projet engendre une hausse du coût de la pollution atmosphérique de +1,9 % en 2032, et de +66,2 % en 2050.

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 96 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier du réseau d'étude

Type de véhicules	2024 - Actuel (en €2024)	2032 - Fil de l'eau (en €2032)	2032 - Projet (en €2032)	2050 - Cumulé (en €2050)
Sur une journée				
VL	2 679 €	2 766 €	2 834 €	5 094 €
PL	1 121 €	1 118 €	1 125 €	1 379 €
Coût total/jour	**3 800 €**	**3 884 €**	**3 958 €**	**6 473 €**
Sur une année				
VL	980 k€	1 012 k€	1 037 k€	1 859 k€
PL	410 k€	409 k€	412 k€	503 k€
Coût total/an	**1 391 k€**	**1 422 k€**	**1 449 k€**	**2 363 k€**

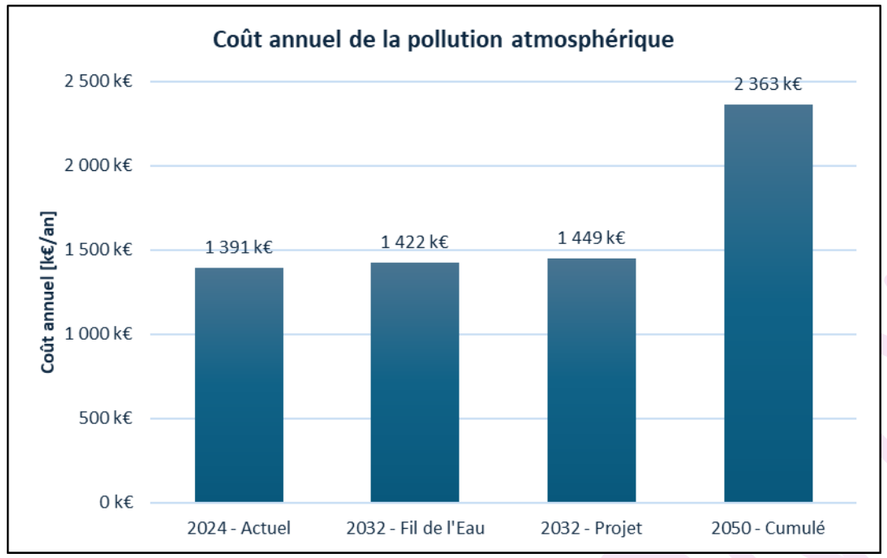


Figure 126 : Coût annuel de la pollution atmosphérique du réseau d'étude

À ce jour, il est nécessaire de prendre en compte le fait que, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.
Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Diverses études sont actuellement menées sur cette thématique.

20.2. Coûts liés aux émissions de Gaz à Effet de Serre

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO_2.
La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.
Selon le document de France Stratégie intitulé « La valeur de l'action pour le climat » de mars 2025, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO_2 émise sont de 173.2 $€_{2023}$ en 2024, de 319 $€_{2023}$ en 2032 et de 563 $€_{2023}$ en 2050.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V. Le tableau suivant présente l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 97 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2024 - Actuel (en €2024)	2032 - Fil de l'eau (en €2032)	2032 - Projet (en €2032)	2050 - Cumulé (en €2050)
Journalier	885 €	1 774 €	1 813 €	3 703 €
Annuel	**324 k€**	**649 k€**	**663 k€**	**1 352 k€**

Ces résultats sont illustrés ci-après, en valeur annuelle.

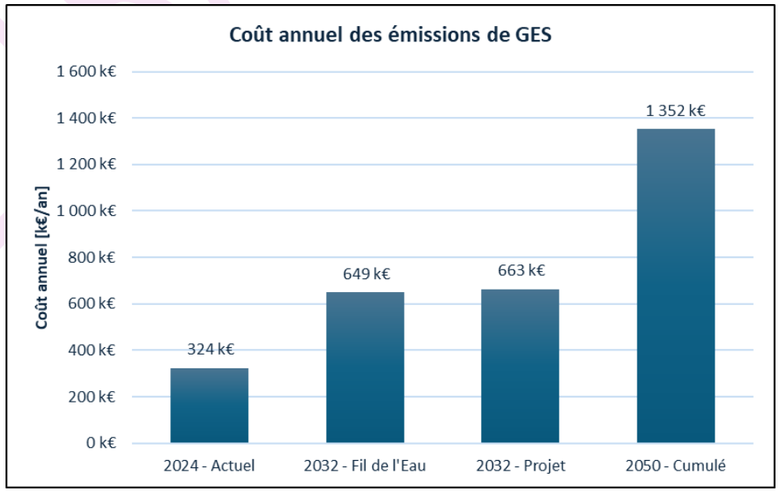


Figure 127 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude

Sur le réseau d'étude :

- Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison d'une part, de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée et d'autre part, de l'augmentation des émissions (+100,4 % en situation Fil de l'eau 2032, +104,7 % en situation Projet 2032 et +317,1 % en situation Cumulé 2050).
- Par rapport à la situation Fil de l'Eau, la réalisation du projet engendre une hausse des coûts des émissions de GES sur le réseau d'étude de +2,2 % en 2032, et de +108,1 % en 2050.

VERSION DRAFT

21. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

21.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution.
Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.
En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus. Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les polluants chimiques qui suscitent les plus fortes préoccupations en termes de santé publique sont listés ci-dessous :

- Les particules de l'air extérieur, classées comme cancérigènes pour l'Homme depuis 2013 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC). La toxicité de ces particules provient à la fois de leur composition et de leur taille ;
- Les particules fines PM2,5 de diamètre inférieur à 2,5 µm ont un impact sur la mortalité et la morbidité cardio-respiratoire ;
- L'ozone composé ayant un fort pouvoir oxydant est un gaz agressif qui, à fortes concentrations peut pénétrer jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et causer de graves problèmes sanitaires ;
- Le dioxyde d'azote substance fortement irritante des voies respiratoires et dont les principaux effets respiratoires décrits chez l'Homme sont des essoufflements, des obstructions bronchiques, des crises d'asthme, ou encore des bronchites ;
- Les composés organiques volatils (benzène, formaldéhyde, 1,3-butadiène, etc.) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP tels que le benzo[a]pyrène) ;
- Les métaux (tels que l'arsenic, le chrome et le cadmium) ;
- Des agents biologiques, tels que les pollens et moisissures, peuvent également être responsables d'effets sur la santé.

Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.

En sus, il existe plusieurs types d'interactions entre polluants de l'air et pollens puisque certains polluants chimiques de l'air peuvent favoriser la réaction allergique en abaissant le seuil de réactivité bronchique et/ou en accentuant l'irritation des muqueuses nasales ou oculaires et peuvent également agir sur les grains de pollen, par exemple via la déformation ou la rupture de la paroi du grain de pollen, qui leur permettrait ensuite de pénétrer plus profondément dans le système respiratoire que les grains de pollen entiers.

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les oxydes d'azote (NOx) regroupent essentiellement deux molécules : le monoxyde d'azote [NO] et le dioxyde d'azote [NO_2]. Les oxydes d'azote proviennent essentiellement de procédés fonctionnant à haute température.

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire. Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation) …
La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité…) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles). Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée car elle pénètre plus profondément dans le dans l'appareil trachéo-pulmonaire et dans l'organisme (cf. figure page suivante).

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.
La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.

VERSION DE TRAVAIL

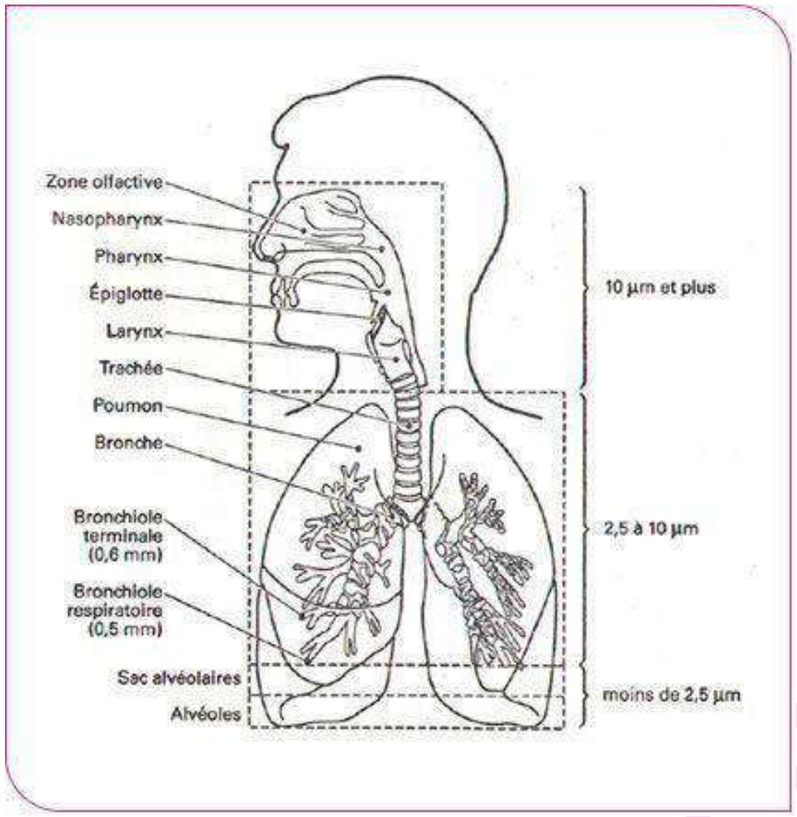


Figure 128: Pénétration des particules dans l'organisme

L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons). Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.
Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel).

En octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio–vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio–vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus ;
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue ;
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérogène
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique.

VERSION DE TRAVAIL

En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.
Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

L'ozone (O_3)

L'ozone dit 'troposphérique' est un polluant secondaire formé suite à des réactions chimiques entre COV et oxydes d'azote en présence d'ultra-violet (réaction photochimique).
Les enfants, les personnes âgées, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires sont particulièrement sensibles à la pollution par l'ozone. Des taux élevés de ce gaz irritant peuvent provoquer toux, inconfort thoracique, essoufflement, irritations nasale et oculaire. La présence importante d'ozone peut également augmenter la sensibilisation aux pollens.
En France, l'impact de l'ozone sur la mortalité a pu être évalué par plusieurs études. Santé publique France a montré que l'exposition chronique à l'ozone serait responsable de près de 500 décès pour causes respiratoires chaque année, avec un gradient croissant Nord-Sud très marqué.
Des études menées dans 18 villes françaises ont démontré que le risque de décès associé à l'ozone et aux particules fines était plus important les jours chauds. Il y a ainsi une synergie entre les effets négatifs des polluants et la température.

Le benzène (C_6H_6)

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.
L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation.
Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.
Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses.
Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pas d'effet ;
- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie ;
- À 500 ppm, les symptômes sont plus accentués ;
- A 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes ;
- A 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre est produit à partir de la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.). Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre (production d'acide sulfurique, production de pâte à papier, raffinage du pétrole, etc.). Ils peuvent également être émis par la nature (volcans).
Ce polluant provoque une irritation des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques).

Les métaux lourds

La majorité des éléments métalliques (dont le fer, le zinc, le nickel et le chrome) est indispensable à faibles doses à la vie animale et végétale (leur absence entraîne des carences en oligo-éléments). Cependant, à des doses plus importantes, ils peuvent se révéler très nocifs. D'autres éléments (plomb, cadmium et mercure) n'ont aucun effet bénéfique et sont seulement préjudiciables à la vie.
Les métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'Homme ou ingérés par celui-ci lorsque la chaîne alimentaire est contaminée (sols, eau, aliments). Ils s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et long termes.
Chez l'Homme, ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, etc.
Certains, comme le cadmium, l'arsenic, le nickel et le chrome hexavalent sont cancérigènes.

Plomb

Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.
On distingue deux types d'intoxication au plomb : intoxication après inhalation (poussières ou fumées) ou intoxication par ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée).

Cadmium

Le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain. Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Il peut provoquer des lésions des voies respiratoires et du rein. Les composés de cadmium sont également cancérigènes.

Arsenic

La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de :
L'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose).
Système cardiovasculaire (maladie de Raynaud).
La peau (hyperkératose et hyperpigmentation).
Système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).

Nickel

Les études chez l'Homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.

VERSION DRAFT

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont issus des combustions incomplètes, de l'utilisation de solvants, de dégraissants, et de produits de remplissage des réservoirs d'automobiles, de citernes, etc.
Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérogènes (benzène, benzo-(a)pyrène).

L'ammoniac [NH3]

L'ammoniac est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux).
C'est un gaz irritant qui possède une odeur piquante et qui brûle les yeux et les poumons.
Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

21.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Identiquement à l'échelle mondiale, l'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un net réchauffement depuis l'année 1900. Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980 (figure page suivante).

Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ + 0,3°C par décennie. En 2020, la température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale (référence 1961-1990) de 2,3°C, plaçant cette année-là au premier rang des années les plus chaudes observées en France métropolitaine depuis 1900, devant 2018 (13,9°C).
2021 ouvre la décennie avec des températures certes plus proches des normales, mais jalonnées de records chauds et d'épisodes extrêmes portant l'empreinte du changement climatique en cours39. 2021 se place néanmoins à la 20ème place des années les plus chaudes en France depuis 1900.

2022 détrône les précédents records en se plaçant en première position des années les plus chaudes avec 14,5°C en moyenne annuelle sur la France depuis 1900 (très loin devant 2020 qui détenait le précédent record). Ponctuée d'extrêmes climatiques, 2022 est un symptôme du changement climatique en France. Remarquable dans le climat actuel, elle pourrait devenir « normale » en 2050.
Dans la continuité de 2022, année la plus chaude que la France ait connue depuis le début du XXe siècle, l'année 2023 se classe au deuxième rang des années les plus chaudes sur notre territoire. Avec une température moyenne de 14,4 °C, l'anomalie thermique sur l'ensemble de l'année atteint + 1,4 °C (par rapport aux normales 1991–2020).
Avec une température moyenne de 13,9°C et une anomalie de +0,9°C par rapport à la normale 1991–2020, l'année 2024 se situe au 4e rang des années les plus chaudes, ex aequo avec 2018, derrière 2022, 2023 et 2020, depuis le début des mesures en 1900. Au cours de l'année 2024, les jours plus chauds que la normale ont été deux fois plus nombreux que les jours plus froids.

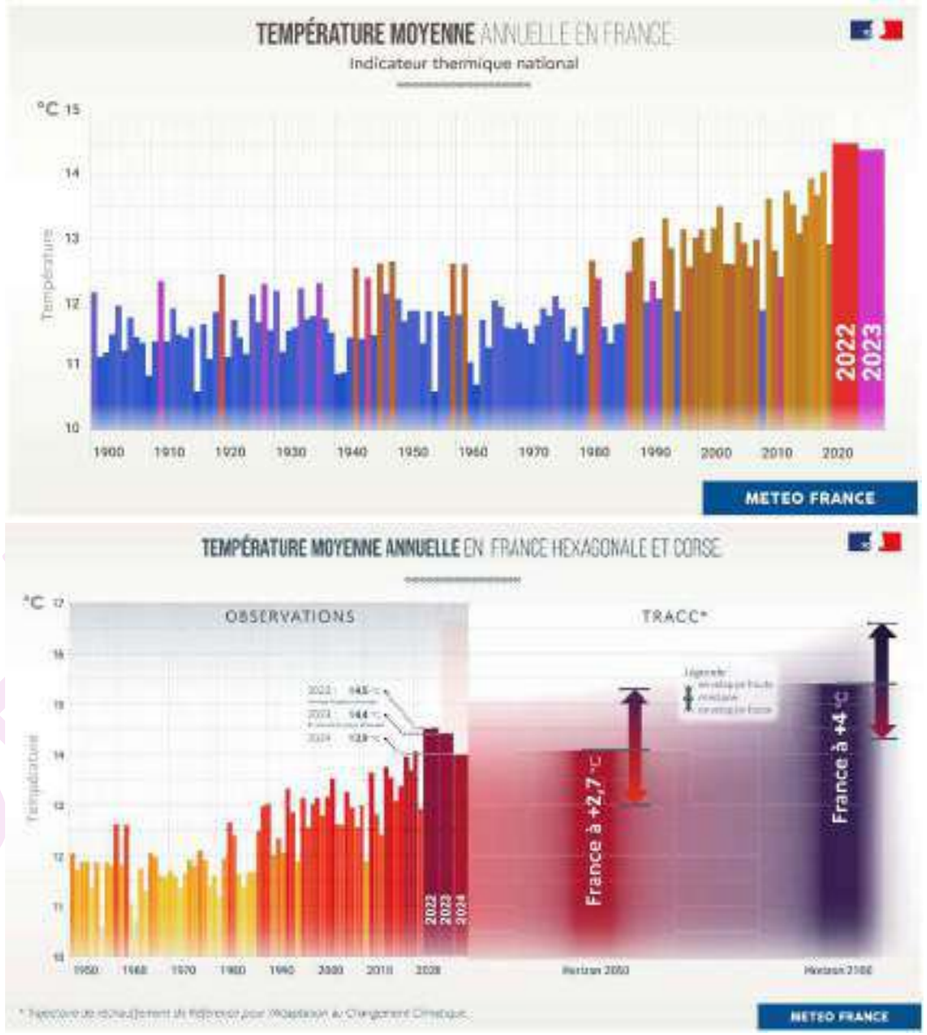


Figure 129 : Évolution des températures moyennes annuelles en France : 1900-2023 en haut et 1950-2024 accompagné de la projection à 2100 en bas (Source : Météo France)

Les années les plus chaudes depuis 1900 sont majoritairement des années très récentes : 9 des 10 années les plus chaudes depuis le début du XXe siècle sont postérieures à 2010 et les 3 années les plus chaudes sont depuis 2020 (cf. figure suivante).

39 https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/gel-en-avril-pluies-diluviennes-retour-sur-les-evenements

Figure 130 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France)

La figure suivante compare le climat des années 1970 (normales 1961-1990) à celui d'aujourd'hui (normales 1991-2020)40. Il est observé un net décalage du climat en 30 ans. À titre d'exemple, Strasbourg à aujourd'hui le climat de Lyon des années 1970, Lille celui de Rennes, … Le nord du territoire métropolitain retrouve un climat proche de celui de l'ouest de la France.

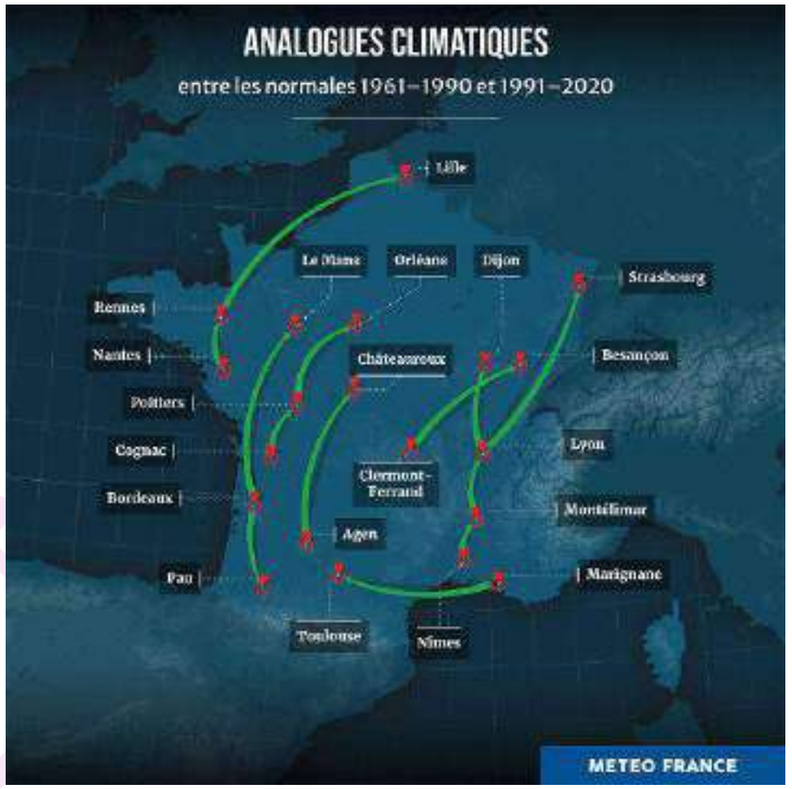


Figure 131 : Décalage du climat entre les normales 1961-1990 et 1991-2020

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 à l'échelle nationale ont été deux fois plus nombreuses au cours des 34 dernières années que sur la période antérieure.

Cette évolution se matérialise aussi par l'occurrence d'événements plus forts (durée, intensité globale) au cours des dernières années.

En France, selon le scénario intermédiaire du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], le nombre de jours anormalement chauds devrait augmenter dans le futur, avec vraisemblablement plus de 100 jours supplémentaires par an à l'horizon 2100.

Le sud et l'est de la France seraient les régions les plus affectées par ces changements. Cependant, la région Hauts-de-France, par exemple, a connu elle aussi une canicule l'été 2020.

40 https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/de-nouvelles-normales-pour-qualifier-le-climat-en-france#:~:text=Depuis%201900%2C%20la%20temp%C3%A9rature%20moyenne,d%C3%A9cennies%20en%20France%20depuis%201900.

VERSION DE TRAVAIL

21.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé

En France métropolitaine[41], l'été 2024 a été plus chaud que la normale de 0,7°C, avec des contrastes régionaux, le pourtour méditerranéen ayant été plus impacté. Il se classe comme le 8è été le plus chaud depuis 1900, d'après Météo-France. La principale canicule a eu lieu du 28 juillet au 14 août, avec 43 départements et 40 % de la population concernés pour une durée moyenne de 4,7 jours (figure suivante).

Synthèse des canicules de l'été 2024

Dates	Régions concernées	Nombre de départements concernés	Durée moyenne par départements (jours) [Min ; Max]	% de la population concernée
23 -25 juillet	Occitanie	1	3	0,8 %
28 juillet – 14 août	Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val-de-Loire, Corse, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays-de-Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur	43	4,7 [3 ; 11]	39,8 %
30 août – 1er septembre	Provence-Alpes-Côte d'Azur	1	3	1,7 %

Source : Météo-France, Insee

Figure 132 : Synthèse des canicules l'été 2024 en France métropolitaine (source : Santé Publique France)

La planche ci-après présente la part de la mortalité attribuable à la chaleur en région Ile-de-France[42] par département en 2024.

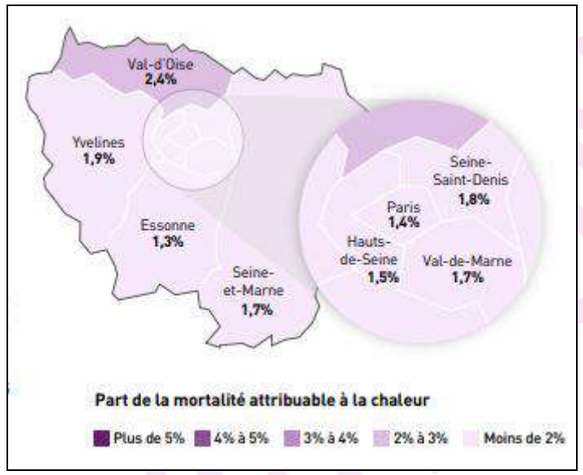


Figure 133 : Part de la mortalité attribuable à la chaleur entre le 1er juin et le 15 septembre ; par département en Ile-de-France ; été 2024 (Source : Santé publique France)

La région Ile-de-France n'a pas connu de canicule durant l'été 2024. Cependant, la chaleur a eu un impact sur la santé avec 350 décès attribuables à la chaleur sur l'ensemble de l'été (période de surveillance canicule : 01 juin au 15 septembre). Les 75 ans et plus représentent plus de 7 décès sur 10. Par ailleurs, 1 734 passages aux urgences (dont 1 189 suivis d'une hospitalisation) et 184 actes SOS Médecins pour iCanicule ont été observés.

Selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicule pourrait croître de façon significative.
À l'échelle de la France, la première vague de chaleur de juin/juillet 2025 a duré 16 jours (du 19/06 au 04/07) et a été remarquable par sa durée et sa précocité. La seconde vague de chaleur d'aout 2025 a duré 11 jours (08 au 18 aout) et a été très intense sur la moitié sud du pays43.

Au mois d'aout 2025, 51 vagues de chaleurs sont recensées à l'échelle de la France depuis 1947 :

- 4 avant 1960 ;
- 4 épisodes entre 1960 et 1980 ;
- 9 épisodes entre 1980 et 2000 ;
- 34 épisodes depuis 2000.

Avant 1989, on observait en moyenne une vague de chaleur tous les 5 ans dans notre pays. Depuis 2000, elles reviennent quasiment chaque année.
Il y a eu autant de vague de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020. Depuis 2010, seules les années 2014 et 2021 n'en ont pas subi.

La figure suivante fait état des vagues de chaleur en fonction de leur intensité et sévérité, en France entre l'année 1947 et aout 2025.

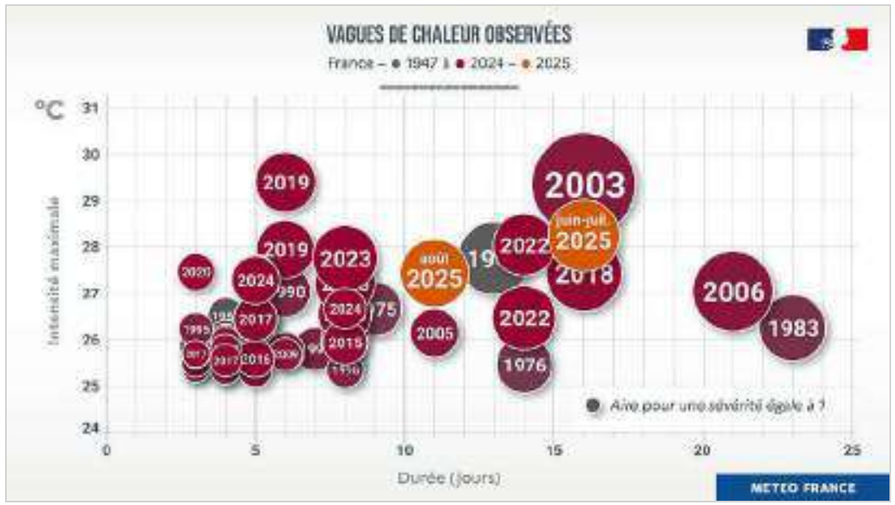


Figure 134 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947 – aout 2025 (source : météo France)

41 https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/documents/bulletin-national/chaleur-et-sante.-bilan-de-l-ete-2024
42 https://www.santepubliquefrance.fr/regions/ile-de-france/documents/infographie/chaleur-et-sante-en-ile-de-france-bilan-de-l-ete-2024-infographie
43 https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/lete-2025-au-3-rang-des-etes-les-plus-chauds

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur44 sur la période 1976-2005, on estime qu'il y a 3 chances sur 445 pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 10 jours supplémentaires dans le sud-est et de 0 à 5 ailleurs, à l'horizon 2021-2050.
Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du XXIe siècle.
Ainsi, on estime aussi que ce nombre n'augmenterait que faiblement au cours de la deuxième moitié du XXIe siècle dans un scénario avec politique climatique qui conduirait à stabiliser le réchauffement climatique avant la fin du siècle.
En revanche, sans politique climatique, il est possible de prédire que le nombre de jours de vagues de chaleur augmentera drastiquement par rapport à la période 1976-2005 (figure suivante).

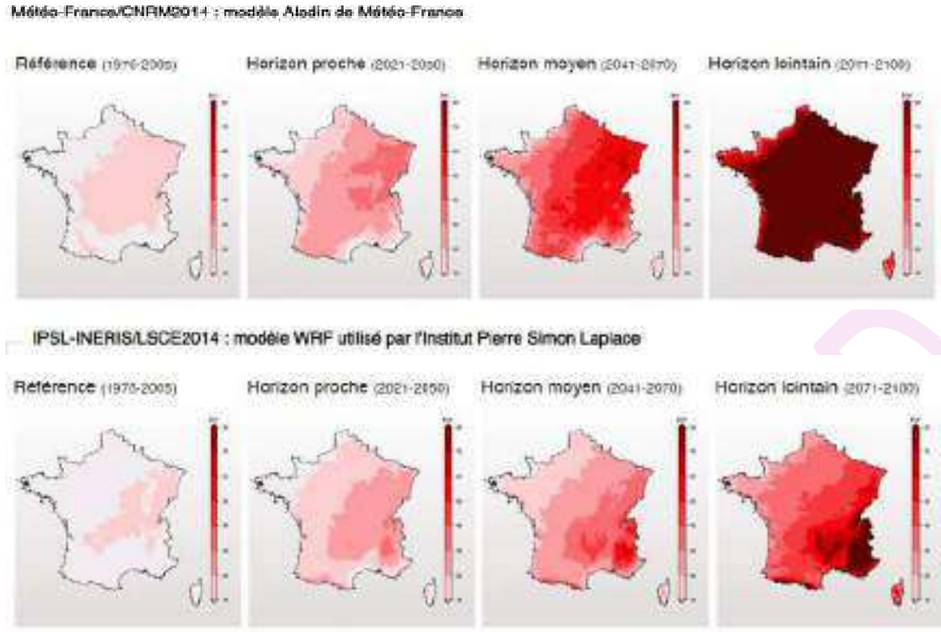


Figure 135 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr)

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules.
La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain.
Au-delà de l'augmentation significative de l'exposition de la région des Hauts-de-France aux canicules, c'est probablement l'augmentation de leur fréquence qui pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire, la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Hauts-de-France (vieillissement de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur faiblesse future ;
- Réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- Adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- Maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- Apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

Les épisodes caniculaires peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone, dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées).
Des liens entre la concentration en ozone et la surmortalité ont été établis : sur la période 1996-2003 en agrégeant les résultats obtenus pour 9 villes françaises, l'association correspond à une hausse de 1,01 % du risque de mortalité pour une augmentation de 10 µg/m3 de la concentration en ozone. Cependant, sur la période de la canicule de 2003, les excès de mortalité attribués à la température ou à l'ozone sont très disparates selon les villes. De même, la contribution de l'ozone à cet excès varie très fortement, allant de moins de 3 % à

44 Les vagues de chaleur sont définies ici comme 5 jours consécutifs avec une température maximale supérieure de 5 degrés à la normale 1976-2005, selon le « rapport sur les scénarios climatiques pour la France »
45 Rapport "Le climat de la France au 21e siècle" « Scénarios régionalisés édition 2014 » publié par le ministère de l'Écologie

Bordeaux, à plus de 85 % à Toulouse[46]. Néanmoins, les résultats confirment l'impact non négligeable sur la santé publique de la concentration d'ozone en zone urbaine.

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée en fonction des zones géographiques. L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants.
Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu'il en soit, il demeure complexe de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu'au regard des politiques d'amélioration de la qualité de l'air et d'atténuation du changement climatique menées aujourd'hui.

21.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques

Les allergies respiratoires se classent à la 4ème position des maladies chroniques à l'échelle mondiale. Parmi elles, les allergies aux pollens concernent 20 % des enfants à partir de 9 ans et 30 % des adultes[47]. Les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles.
Les chercheurs ont déjà pu observer des effets liés au réchauffement, tels qu'une augmentation de la période d'exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces, à un allongement de la période de pollinisation et à une modification de la répartition des végétaux sur le territoire. En outre, l'accentuation de la pollution atmosphérique stresse les plantes qui, en réaction, se mettent à produire davantage de pollens.
Les études épidémiologiques récentes laissent voir une augmentation de la fréquence de l'allergie pollinique, peut-être induite par la pollution atmosphérique. Le pollinose se développerait par augmentation de l'agressivité des pollens sous l'influence des polluants atmosphériques. La pollution agit de plus en plus sur les voies respiratoires en les fragilisant et en les rendant plus réceptives aux pollens.
La pollution atmosphérique stimule les effets des pollens :

- Elle rend les pollens plus allergènes ;
- La sensibilité des individus aux pollens augmente lors des épisodes de pollution ;
- Elle peut contribuer à l'accroissement de la période de pollinisation.

En Île-de-France, la saison pollinique 2025 s'est étalée de janvier à septembre (figure suivante).

Note : L'histogramme à gauche du calendrier permet de visualiser les proportions des pollens allergisants présents par rapport au total de tous les taxons polliniques confondus.

46 Relation entre température, ozone et mortalité dans neuf villes françaises pendant la vague de chaleur de 2003 – Analyse commentée de l'article paru dans Environ Health Perspect. 2006 ; 114 :1344-47
47https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la-sante#:~:text=L'exposition%20de%20la%20population,ann%C3%A9es%20dans%20les%20pays%20industrialis%C3%A9s.

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s'allonger davantage. La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s'accroître. Les professionnels de santé s'attendent dès lors à une hausse du nombre de pathologies, sans qu'il soit possible d'en évaluer l'ampleur.

La vulnérabilité future des populations est susceptible d'évoluer à la hausse. Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L'enjeu majeur consiste à éviter l'aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l'asthme.

Figure 136 : Calendrier pollinique 2025 issu des mesures de pollens en Ile-de-France (source : RNSA / République Française / ALK)

Le tableau suivant rappelle les principaux pollens allergisants.

Tableau 98: Principaux pollens allergisants (source : RNSA)

Potentiel allergisant								
Arbres								
Cyprès	Bouleau	Chêne	Charme	Frêne	Platane	Peuplier	Saule	Noisetier
FORT	FORT	MODÉRÉ	FORT	FORT	MODÉRÉ	FAIBLE/ négligeable	MODÉRÉ	FORT
Hêtre	Olivier	Tilleul	Aulne	Mûrier à papier	Châtaignier	Orme	Pin	
MODÉRÉ	FORT	MODÉRÉ	FORT	FORT	FAIBLE/ négligeable	FAIBLE/ négligeable	FAIBLE/ négligeable	
Herbacées								
Graminées	Ambroisie	Armoise	Pariétaire	Chénopode	Plantain	Oseille	Ortie	
MODÉRÉ à FORT selon l'espèce	FORT	FORT	FORT	MODÉRÉ	MODÉRÉ	MODÉRÉ	FAIBLE/ négligeable	

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes[48].

48 http://www.vegetation-en-ville.org/ (site du RNSA)

VERSION DRAFT

21.5. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

Toujours à cause du changement climatique, l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter. Entre autres, l'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.
Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un évènement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Cela dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des micro-organismes infectieux ou parasitaires.
Le changement climatique peut impacter la distribution de maladies infectieuses et vectorielles de diverses manières, notamment49 :

- Directement, en termes de développement du vecteur et/ou du parasite ;
- Indirectement, en termes de distribution et d'abondance des vecteurs ;
- Indirectement, à travers des modifications d'ordre socio-économiques susceptibles de modifier le contact homme-vecteur ;
- Indirectement ; à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs).

Par exemple : l'apparition d'Aedes albopictus (le 'moustique tigre') sur le territoire métropolitain depuis 2004 (liée à la densification des transports) qui sévit (au 1er janvier 2025) dans 81 des 96 départements métropolitains[50].

Le moustique tigre est essentiellement urbain. Son caractère anthropophile (qui aime les lieux habités par l'Homme) explique que, une fois installé dans une commune ou un département, il est pratiquement impossible de l'en déloger.

L'implantation du moustique Aedes albopictus n'est pas homogène pour chaque département. Début 2025, l'implantation du moustique tigre a été constatée et confirmée sur 6 574 communes de métropole.

Aedes albopictus est installé durablement en Seine-Saint-Denis depuis 2018. Au 1er janvier 2025, plus de 40 % des communes du département sont colonisées et plus de 40 % des habitants du département sont exposés.

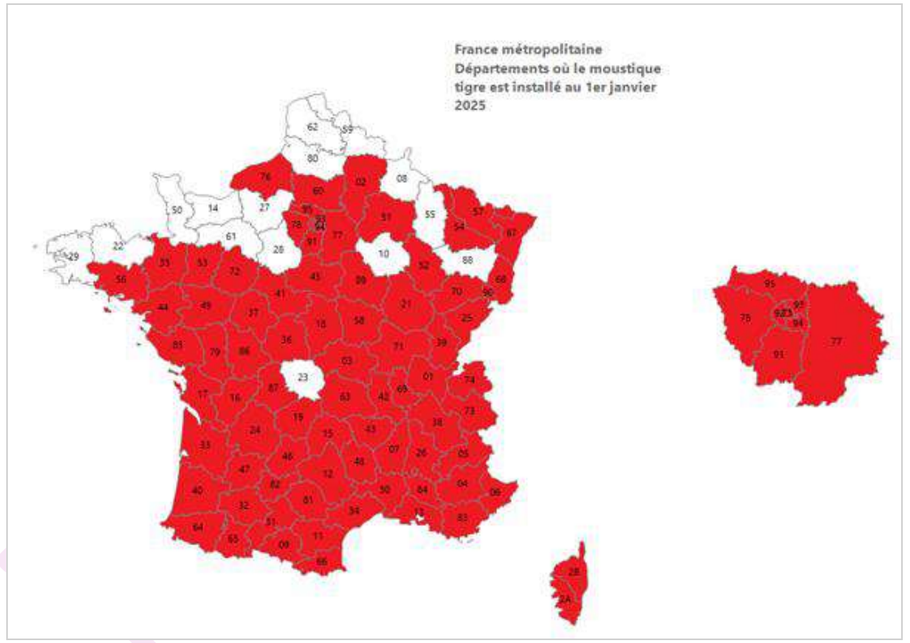


Figure 137 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2025 en France métropolitaine

De 2010, année des premiers cas autochtones de dengue et de chikungunya, à 2024, 53 épisodes de transmission des virus de la dengue, du chikungunya et du Zika, transmis par le moustique vecteur Aedes albopictus ont été identifiés : 48 de dengue, 4 de chikungunya et 1 de Zika.
Ils ont affecté au total 277 cas : 242 cas de dengue, 32 cas de chikungunya et 3 cas de Zika.

Les figures suivantes présente l'évolution du nombre de cas autochtones de transmission et la localisation des foyers de transmission.

49 Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs – Centre national d'expertise sur les vecteurs – 23 février 2016
50 https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine

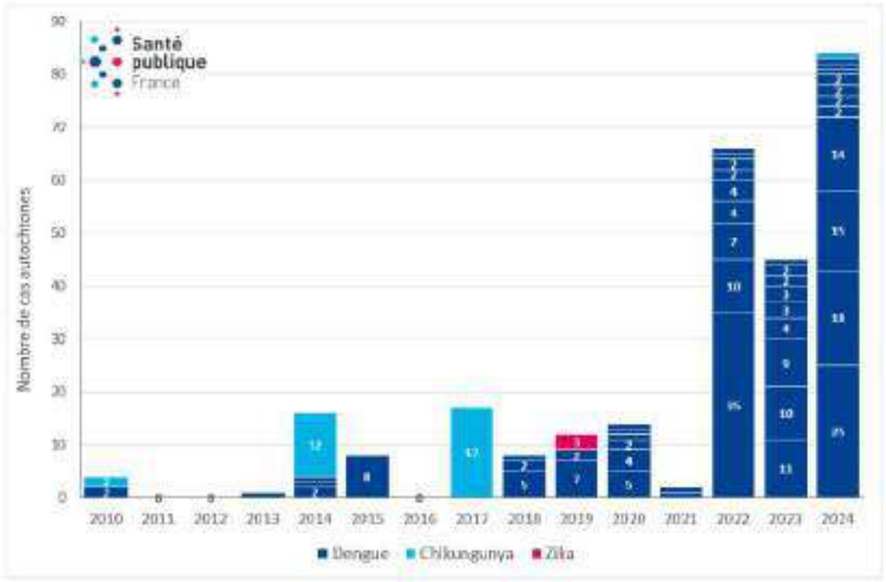


Figure 138 : Nombre de cas autochtones de dengue, chikungunya et Zika, identifiés par épisode de transmission, France hexagonale, 2010-2024 (Source : Santé Publique France)

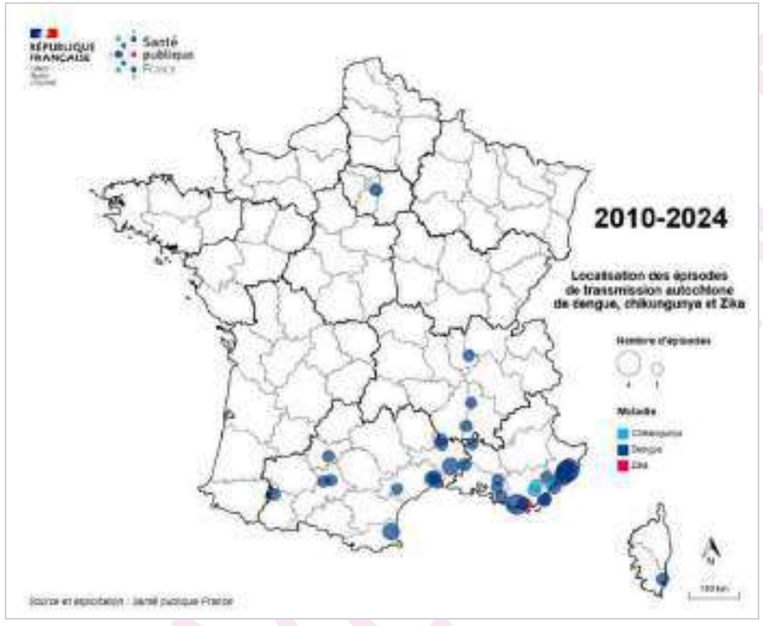


Figure 139 : Localisation des épisodes autochtones de dengue, chikungunya et Zika, France hexagonale, 2010-2024 ; Les épisodes pour lesquels plusieurs zones de transmission possibles ont été identifiés ne sont pas présentés (Source : Santé Publique France)

21.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques

Le projet franco-italien CLIMAERA[51] (2017-2020) sur le territoire ALCOTRA (3 régions italiennes : Piémont, Ligurie, Vallée d'Aoste et 2 françaises : Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) s'est intéressé à rechercher les meilleures solutions visant à améliorer la qualité de l'air tout en réduisant l'impact sur le changement climatique ainsi que les interactions entre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Évaluer la qualité de l'air entre plusieurs régions françaises et italiennes en tenant compte des changements climatiques
- Élaborer des préconisations pour diminuer les gaz à effet de serre et polluants, grâce à des scénarios d'émissions à l'horizon 2030 et 2050 et à une hiérarchisation des mesures à prendre en compte. Ces modélisations pourront aider les décideurs politiques de ces territoires à anticiper des actions adaptées (renouvellement des équipements de chauffage et du parc automobile, développement des transports collectifs…)
- Mieux comprendre les freins du grand public face aux changements des comportements et définir les messages et outils les plus adaptés pour y répondre

Les partenaires du projet, face à la thématique du changement climatique, ont fait appel au CMCC (Centre euro-Méditerranéen sur le Changement Climatique) pour modéliser à l'échelle du territoire ALCOTRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

- L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 µg/m^3 sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

51 Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports

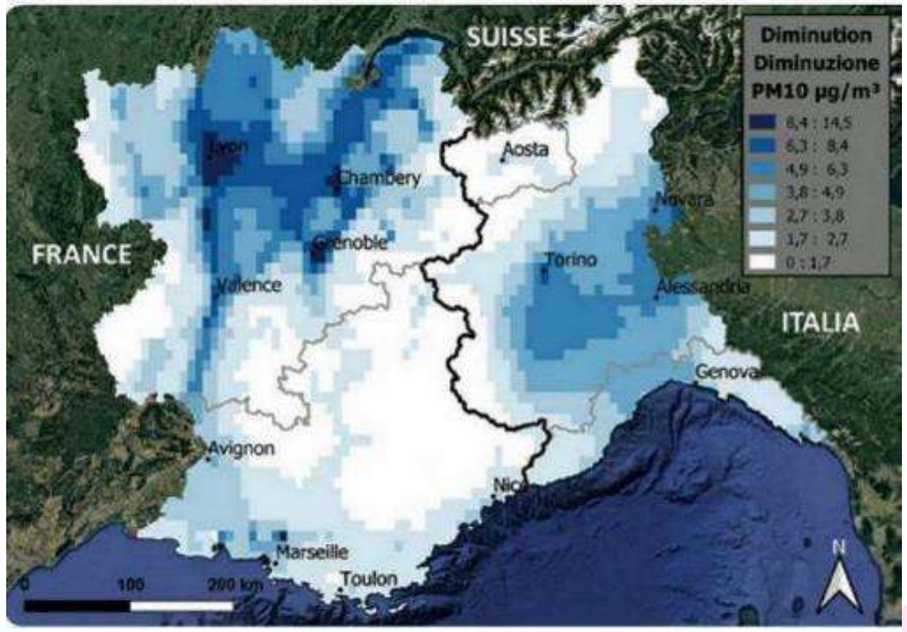


Figure 140 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA)

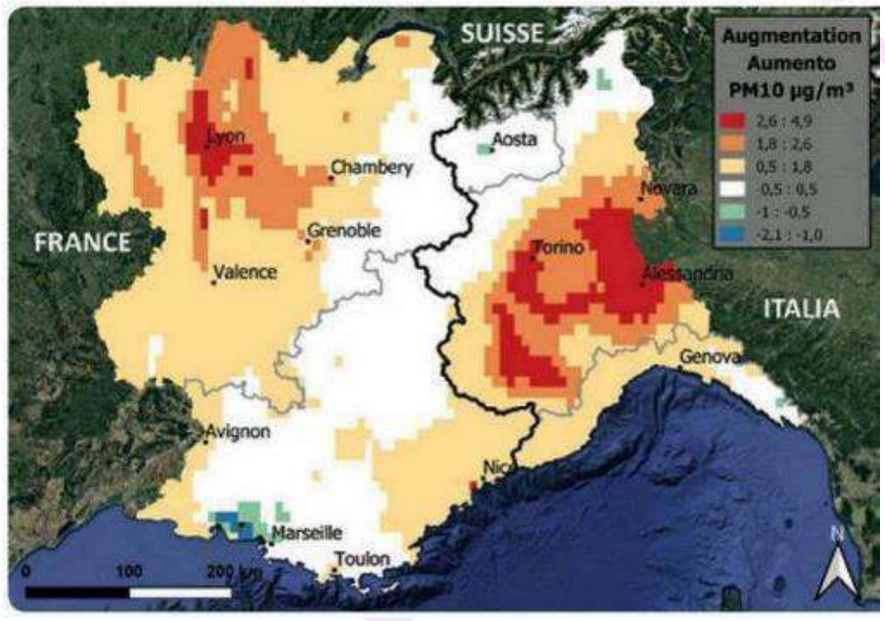


Figure 141 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)

Face à ces résultats, un outil capable de trouver des solutions pour contrebalancer l'impact du changement climatique a été testé. L'outil RIAT+, logiciel développé dans le cadre d'un projet européen antérieur (Programme LIFE), hiérarchise les mesures les plus efficaces pour réduire les concentrations annuelles de particules fines PM10, PM2,5 et/ou de dioxyde d'azote NO2. Il permet également de répondre aux attentes de collectivités et de décideurs. En effet, chaque action est associée à un coût en euro et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il est possible de sélectionner les meilleures actions réduisant les émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre et de visualiser le bénéfice sur la qualité de l'air en 2030. Le chauffage au bois résidentiel et le trafic routier sont visiblement les deux secteurs sur lesquels il convient d'agir pour améliorer au mieux la qualité de l'air dans la plupart des régions partenaires du projet.

22. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BÂTIMENTS

22.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.

Des études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la voie. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études portant sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Les résultats indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).

Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes, comme par exemple :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (sec et humide) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).

L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.

Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

22.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.

La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.

La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.

Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres, comme par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain. Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.

En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O_3)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes). L'ozone peut entrainer des dégâts foliaires entrainant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée. L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

VERSION DE TRAVAIL

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus. Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer des stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres.
Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.
La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles. Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes. Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote.
Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.
On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes. Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sècheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

Impact sur la végétation de la pollution atmosphérique sur la zone d'étude

Dans la réglementation française, 2 polluants (en sus de l'ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation. Il s'agit des NOx avec un niveau critique à 30 µg/m³ (exprimé en équivalent NO_2) en moyenne annuelle et du SO_2 avec un niveau critique à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale.

En considérant les émissions liées au trafic routier du réseau d'étude additionnées aux concentrations de fond :
-Pour le SO_2 : quels que soient l'horizon et la situation, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la zone d'étude.
-Pour les NOx : le niveau critique pour la protection de la végétation est dépassé jusqu'au centile 10 des concentrations modélisées sur la zone d'étude uniquement en 2024 (notamment dû à la présence d'autoroute).

Tableau 99 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – Concentrations moyennes annuelles

NOx (µg/m³) - Moyenne annuelle en équivalent NO_2 Niveau critique pour la protection de la végétation : 30 µg/m³	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Zone d'étude - Maximum	94,17	61,53	61,73	32,71
Centile 90	34,15	27,48	27,48	20,43
Centile 80	32,10	26,36	26,35	20,00
Centile 70	31,64	26,09	26,10	19,90
Centile 60	31,47	25,99	25,99	19,87
Centile 50	31,36	25,94	25,94	19,84
Centile 40	31,29	25,90	25,90	19,83
Centile 30	31,23	25,86	25,86	19,82
Centile 20	31,18	25,83	25,83	19,81
Centile 10	31,00	25,73	25,73	19,77
Max emprise Projet	44,38	33,04	33,20	22,60
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Seuil respecté Seuil dépassé

VERSION DRAFT

Tableau 100 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – Concentrations moyennes annuelles

SO_2 (µg/m³) - Moyenne annuelle Niveau critique pour la protection de la végétation : 20 µg/m³	2024 Actuel	2032 Fil de l'eau	2032 Projet	2050 Cumulé
Zone d'étude - Maximum	0,70	0,71	0,71	0,72
Centile 90	0,11	0,12	0,12	0,13
Centile 80	0,04	0,04	0,04	0,04
Centile 70	0,01	0,01	0,01	0,01
Centile 60	0,00	0,00	0,00	0,00
Centile 50	0,00	0,00	0,00	0,00
Centile 40	0,00	0,00	0,00	0,00
Centile 30	0,00	0,00	0,00	0,00
Centile 20	0,00	0,00	0,00	0,00
Centile 10	0,00	0,00	0,00	0,00
Max emprise Projet	0,51	0,51	0,51	0,49
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, de l'autoroute A1 et brins ferroviaires, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.			

Seuil respecté Seuil dépassé

22.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons :

- Elle détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent
- Elle diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire

Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

Effets de la pollution atmosphérique sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagasinent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.
Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.

Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur succès de reproduction et en causant possiblement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce, causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influer sur l'abondance et la santé des espèces dépendantes. Par exemple, la perte de certaines espèces de poissons due à l'augmentation des concentrations d'aluminium peut permettre aux populations d'insectes de s'accroître, ce qui peut être avantageux pour certains types de canards qui se nourrissent d'insectes, mais cette perte peut être préjudiciable aux aigles, aux balbuzards pêcheurs et à bon nombre d'autres animaux qui comptent sur le poisson pour s'alimenter.

VERSION DE TRAVAIL

Il est très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d'autres espèces de l'écosystème.

En bref

La pollution de l'air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir. Elle modifie la physiologie des organismes, l'anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

22.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO_2, NOx, CO, CO_2 ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.
La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO_2 les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcareux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.
Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

VERSION DE TRAVAIL

23. QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

23.1. PRÉSENTATION

Le projet prévoyant la création de logements, la problématique de la pollution de l'air intérieur dans les habitations est donc un sujet à prendre en considération. En effet, en France, une personne passe en moyenne 80 à 90 % de son temps en milieu clos, que ce soit en habitat, au travail ou dans les transports. Chaque année en France, la pollution de l'air intérieur est responsable du décès d'environ 20 000 personnes et engendre un coût socio-économique évalué à 19,5 milliards d'euros[52]. Aussi, la question de la qualité de l'air intérieur est un sujet faisant l'objet de plus en plus d'études sanitaires et scientifiques.

Les polluants susceptibles d'affecter la qualité de l'air intérieur et la santé sont nombreux et de plusieurs types : composés toxiques (formaldéhyde, monoxyde de carbone, …), biologiques (acariens, pollens, moisissures, …), radioactifs (radon) ou physiques (particules fines, amiante).
L'origine de ces polluants est multiple. En effet, certains polluants proviennent de l'interaction avec l'air extérieur, mais la plupart sont émis à l'intérieur même des bâtiments, que ce soit par les équipements, les matériaux de construction ou les activités humaines.
La pollution de l'air intérieur peut avoir des effets sur la santé plus ou moins graves : toux, céphalées, irritation des yeux et de la gorge, fatigue, nausées, cancer.

Figure 142 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe)

23.2. POLLUANTS

Dans les habitations, le **formaldéhyde** est un des polluants les plus répandus du fait des nombreuses sources potentiellement présentes en environnement intérieur : bois agglomérés et contreplaqués (meuble et matériaux de construction), colle, vernis, produits ménagers, cosmétiques, fumée de tabac, … Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures, classé cancérogène certain chez l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Le **monoxyde de carbone** provient de la combustion incomplète de matériaux carbonés, donc en général d'installations de chauffage mal réglées ou mal entretenues. Il est responsable de nombreuses morts par asphyxie en se liant à l'hémoglobine à la place du dioxygène, d'autant plus qu'il s'agit d'un gaz incolore et inodore.

Les **oxydes d'azote** (NOx) sont une famille de gaz formés d'azote et d'oxygène, comprenant principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Émis lors de combustions à haute température, la pollution intérieure provient essentiellement des appareils de chauffage ou de production d'eau chaude, des gazinières, du tabagisme ou de la circulation automobile (transfert de la pollution extérieure à l'intérieur des bâtiments).

Les **Composés Organiques Volatils** (COV) sont des substances pouvant facilement se trouver sous forme gazeuse dans l'atmosphère. Ils correspondent à plusieurs familles chimiques : alcanes, alcènes, aldéhydes, cétones, esters, alcools, terpènes… Les sources intérieures de COV sont les activités humaines (tabagisme, produits d'entretien, bricolage, utilisation de bougies, d'encens…), les matériaux de construction, l'ameublement (vernis, peinture, colles…) et les équipements (imprimantes, appareils de chauffage…).

Les **particules en suspension** sont des solides de nature très diverse qui restent longtemps dans l'air compte tenu de leur petite taille. Les particules sont considérées comme substances hautement prioritaires par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). Elles peuvent provenir de la fumée de tabac, de la cuisson des aliments, de bougies, d'encens, de feux de cheminée, …

Le **dioxyde de carbone** est issu principalement de la respiration. Il ne présente pas un grand danger sanitaire, mais peut être utilisé pour déterminer le niveau de confinement d'un local et l'efficacité de la ventilation.

52 ANSES (avril 2014) « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur »

VERSION DE TRAVAIL

Les **polluants biologiques** sont constitués de l'ensemble des micro-organismes et des vecteurs particulaires en suspension dans l'air. Ils sont omniprésents et très divers, il s'agit des bactéries (dont certaines produisent des endotoxines), des virus, des moisissures (dont certaines produisent des mycotoxines), des allergènes d'animaux (chats, chiens), d'insectes (blattes) ou d'acariens, ou des pollens. Les effets sanitaires de ces micro-organismes, pollens, ou résidus de micro-organismes pour les allergènes, vont dépendre des espèces présentes, de leurs concentrations et de la durée d'exposition et des personnes exposées. Outre le risque infectieux, il existe des risques allergiques et toxiniques non négligeables.

23.3. RECOMMANDATIONS

La ventilation et l'aération jouent un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution de l'air intérieur. En effet, elles permettent d'évacuer l'air chargé en pollution ou en humidité et d'apporter de l'air neuf. Le renouvellement de l'air d'un logement est la résultante de plusieurs facteurs : la perméabilité à l'air du bâtiment, l'ouverture des fenêtres et des portes et la présence de dispositifs spécifiques de ventilation (naturelle ou mécanique). Une maintenance régulière des systèmes de ventilation est donc primordiale pour réduire les problèmes de pollution intérieure.

Le taux d'humidité est un facteur important de la pollution de l'air intérieur. Un air trop humide tend à favoriser le développement de moisissures et bactéries dont les spores et toxines peuvent affecter la santé, tandis qu'un air trop sec fragilise les muqueuses respiratoires et les rend plus sensibles à la pollution. L'OQAI recommande un taux d'humidité relative compris entre 40 et 60 % pour une température de 18 à 22°C.
Il est donc conseillé de maintenir une humidité aux alentours de 50 %, dans un premier temps par une bonne ventilation des locaux, et dans un second temps par l'installation d'un humidificateur ou déshumidificateur d'air.

Une attention particulière doit être appliquée dans l'aménagement des logements afin de limiter les matériaux, peintures et meubles dégageant de composés toxiques comme le formaldéhyde ou les COV. Les produits de construction et de décoration (matériaux d'isolation, peinture, papiers peints, colle, vernis, moquette, …) doivent être choisis en fonction de leur niveau d'émissions de COV indiqué sur l'étiquette « émissions dans l'air intérieur » obligatoire depuis 2013.

Figure 143 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration

L'emploi de produits d'entretien doit respecter les dosages et les consignes d'utilisation indiquées sur l'étiquette et ils doivent être stockés, flacon fermé, dans une zone ventilée. Les appareils de combustion (chauffage et gazinière) doivent être entretenus et vérifiés périodiquement. Enfin, le tabagisme, ainsi que l'utilisation de bougies, d'encens et de parfums d'intérieur est déconseillé.

Afin de remédier à une pollution de l'air persistante, il existe des dispositifs de décontamination par effet photochimique, oxydation photocatalytique ou photoplasma. Ces appareils présentent cependant des inconvénients (efficacité en situation réelle, coût élevé, bruit, …) et de ce fait, ne doivent être envisagés qu'après mise en place d'actions préventives.

VERSION DE TRAVAIL

24. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

24.1. PRÉAMBULE SUR L'AMÉNAGEMENT URBAIN ET LA MOBILITÉ

Il est important de souligner les grands centres urbains, en général, sont concernés par un ou plusieurs dépassements des recommandations de l'OMS concernant la qualité de l'air. Il n'en reste pas moins que le logement est également souvent un enjeu fort de ces mêmes territoires avec une forte demande en logements et une offre faible de logements disponibles. L'augmentation du nombre de logements sur un territoire où l'offre foncière se raréfie, est nécessaire pour répondre aux besoins des populations. Par ailleurs, densifier les zones urbaines permet de ne pas aller à l'encontre de la politique du « zéro artificialisation nette ».

Concernant le transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation de la norme Euro 6 et l'arrivée[53] de la norme Euro 7 (intégrant des restrictions sur les émissions hors échappement) fin 2026 pour les VP et VUL nouvellement homologués ; fin 2027 pour les VP et VUL neufs, 2028 pour les PL et mi 2030 pour tous les véhicules de petits constructeurs (la norme Euro 7 sera applicable également aux véhicules électriques contrairement à la norme Euro 6 en imposant des critères de durabilité sur les batteries) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme (postérieurs à 2030), il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : vote du 08 juin 2022 du Parlement européen interdisant les ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2032 (sachant qu'en 2020 ces derniers [motorisations 100 % essence ou diesel] représentent encore 54 % des ventes[54] de véhicules neufs ; 74 % si l'on inclus les motorisations hybrides essence et hybrides diesel) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules.
- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur.
- L'évolution des pratiques personnelles de transport.

À l'égard des projets de mobilités alternatives, déjà en service ou en développement, visant la réduction du transport routier individuel, il est plausible d'envisager que dans le futur long terme, la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui soit révolutionnée et que les émissions polluantes liées à la combustion des véhicules thermiques diminuent fortement et plus drastiquement que dans les perspectives actuelles.

53 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401257 (Journal Officiel du 08/05/2024)
[54] http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/venteParTypeEnergie

24.2. GÉNÉRALITÉS DE LA SÉQUENCE ERC DANS LE CADRE DE LA THÉMATIQUE AIR / SANTÉ

Les impacts d'un projet, d'un plan ou d'un programme sur l'environnement peuvent se traduire par une dégradation de la qualité environnementale. La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits (schéma suivant)[55].

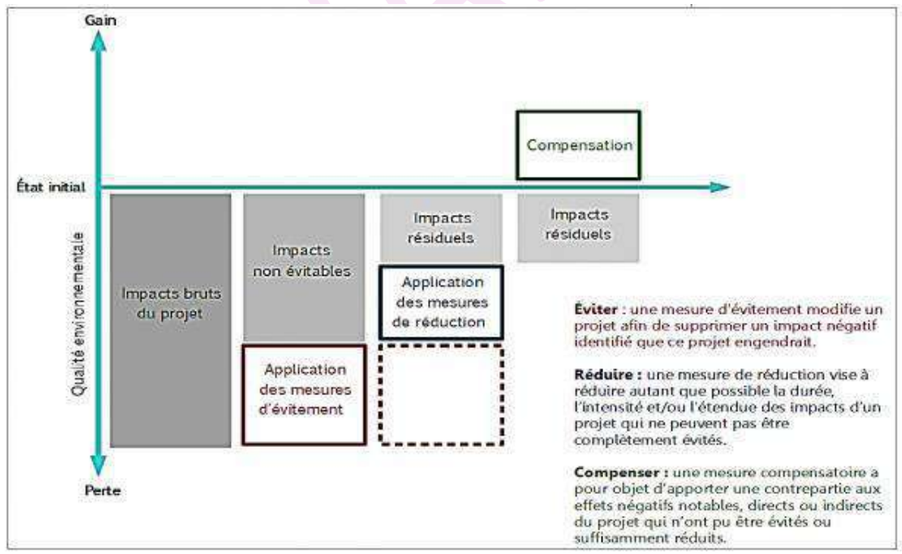


Figure 144 : Bilan écologique de la séquence ERC

24.2.1. Évitement

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs.
Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou vulnérables.

Il est pour autant difficile d'éviter la construction de programmes mixtes intégrant de l'habitat, et potentiellement des établissements vulnérables le long d'axes urbains très fréquentés en cœur de ville. La conception des programmes doit donc minimiser l'exposition des populations par une conception adaptée notamment en mettant en œuvre des mesures de réduction.

55 https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/evaluation/article/eviter-reduire-compenser-erc-en-quoi-consiste-cette-demarche

24.2.2. Réduction

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

Éloignement

L'éloignement consiste à installer les populations à distance des sources d'émissions, et particulièrement les populations vulnérables pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.
Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière, car elles représentent une part importante des émissions de polluants (en moyenne en France, plus de 55 % pour le dioxyde d'azote et entre 15 et 20 % pour les PM10 et PM2,5).

Les mesures d'éloignement vis-à-vis des sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu, en termes d'exposition des personnes, peut rapidement se montrer important. Il est judicieux d'éloigner au maximum les zones de vie extérieure comme les jardins, les terrains de sports, les cours de récréation des rues émettrices de polluants.
Un autre levier est un éloignement vertical, en ne programmant pas de logements / lieux vulnérables en rez-de-chaussée ou étages bas ou encore en choisissant de réaliser des bâtiments avec rez-de-chaussée surélevés.

Par ailleurs, l'efficacité de la mise en place d'un éloignement significatif par rapport aux axes routiers ainsi que la décroissance de la pollution en fonction des étages (cf. figures suivantes) sont mentionnées par les AASQA[56] :

- « Au sein d'un même secteur géographique, les niveaux les plus élevés sont relevés à proximité immédiate des axes routiers. En effet, le long des routes, les polluants issus du trafic routier s'ajoutent à la pollution urbaine dite « de fond » que l'on respire dans l'ensemble de l'agglomération parisienne. ***Les niveaux décroissent très vite en s'éloignant de l'axe, en particulier dans les 10 premiers mètres.*** »
- « Les niveaux de pollutions varient en fonction des étages. À proximité directe d'un axe routier, les niveaux de pollution sont les plus élevés au rez-de-chaussée, et diminuent lorsque l'on monte dans les étages. Cependant, la décroissance n'est pas linéaire entre les étages : la différence est importante entre le RDC et 1er étage, puis de moins en moins importante entre 1er et 2ème étage, etc. avec des niveaux qui s'homogénéisent au-delà d'un certain étage. » **Une diminution de l'ordre de -20 % à -30 % peut être attendue entre les teneurs en RDC et au 2ème étage dans le cas de bâtiment en bordure directe (à quelques mètres) d'axe routier.**

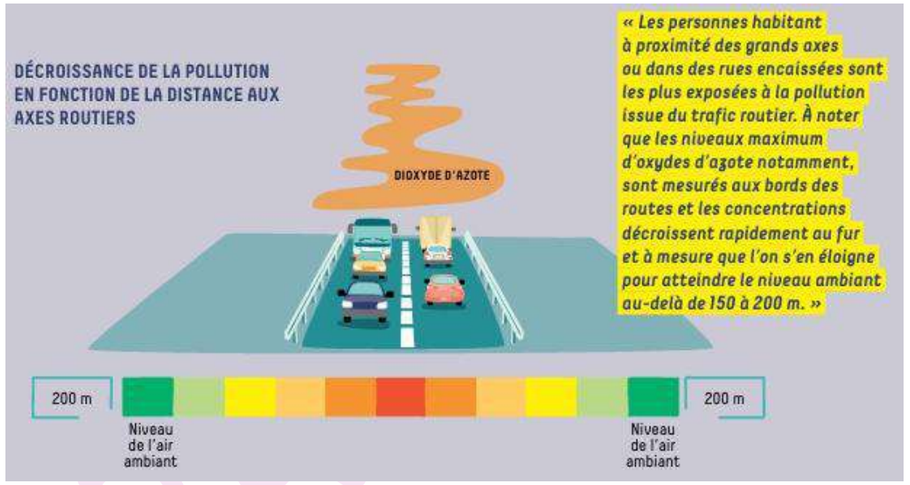


Figure 145 : Décroissance de la pollution atmosphérique en fonction de la distance aux axes routiers (source infographie : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

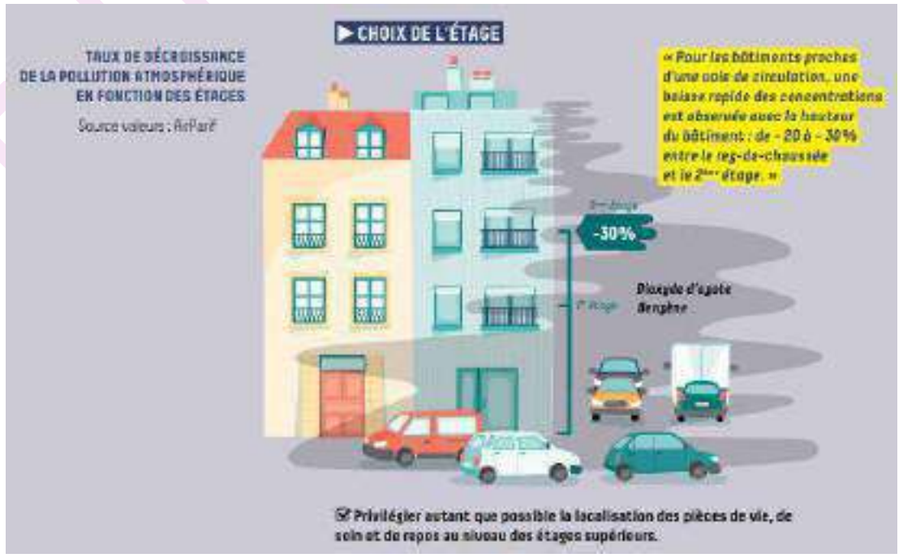


Figure 146 : Taux de décroissance de la pollution atmosphérique en fonction des étages (source infographie : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

56 https://www.airparif.asso.fr/airparif/faq#collapse44
https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/sites/aura/files/medias/documents/2023-05/Guide_Qualite_de_l%27air_B%C3%A2timents%20expos%C3%A9s_BD.pdf

Adaptation de la morphologie urbaine

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air afin de, soit :

- Favoriser la dispersion des polluants en prévoyant des espaces de circulation d'air entre les bâtiments et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations.
    - Éviter la création de rues « canyons » (configurations propices à l'accumulation des polluants et à leur transfert dans les bâtiments).
    - Privilégier des linéaires bâtis discontinus.
    - Privilégier des hauteurs différenciées des constructions (construire en gradin dans le sens du vent avec des rues larges), réfléchir au positionnement des parkings.

Figure 147 : Illustration des morphologies urbaines à éviter / privilégier (source infographie : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

- Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles tels que (écrans anti-bruit, écran végétaux, merlons, bâtiment écran, …), afin que les zones à enjeux ou vulnérables soient protégées des sources d'émission.

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Les activités polluantes mais également les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs…) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.

Les espaces ouverts (nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) constituent des espaces permettant la circulation de l'air et la dispersion des polluants contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres.
Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines.
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, …). Selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO_2 et de 1 % pour les PM10.
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- Les alignements d'arbres ont une capacité de captation mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé).
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes, cela est à prendre en considération dans le choix des espèces (le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes[57]).

Recommandations constructives sur les bâtiments et gestion du bâtiment au quotidien

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Les projets ou les opérations de rénovation ou de réhabilitation de bâtiments situés en zone exposée à la pollution doivent faire l'objet d'une réflexion sur l'organisation fonctionnelle du bâtiment et son renouvellement d'air.

Pour limiter la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur dans les bâtiments, il est possible d'agir, par exemple, sur :

- Le positionnement et l'implantation des ouvrants : dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des pièces de vie, soin, repos, comportant des ouvertures généralement plus larges sur cour, et les pièces de service (buanderie, salle de bain, cuisine) sur la façade côté voirie. Dans la pratique, ces recommandations sont complexes à mettre en œuvre, car elles peuvent aller à l'encontre de la RT2012 et de la RE2020 qui imposent de concevoir des bâtiments bioclimatiques, privilégiant les apports solaires.
- Le positionnement des bouches de prise d'air neuf : les règles de l'art applicables aux installations de ventilation mécanique contrôlée du secteur résidentiel sont exposées dans le document technique unifié NF-DTU 68.3 qui fournit l'ensemble des règles de conception et de dimensionnement du système, ainsi que les prescriptions de mise en œuvre et d'exécution de l'installation. De manière générale, privilégier le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé des bâtiments, loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée.
- La ventilation : mise en place d'une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double flux comprenant une filtration de l'air entrant. Deux types de filtres sont

[57] http://www.vegetation-en-ville.org/ (site du RNSA)

VERSION DE TRAVAIL

généralement installés : un filtre gravimétrique, retenant les pollens et un filtre retenant les poussières fines (taux d'abattement allant jusqu'à 30 % selon les filtres). Ces filtres doivent être changés très régulièrement pour maintenir l'efficacité du système, 1 fois par an pour les pollens (après la saison pollinique) et 1 à 2 fois par an pour les particules fines. Cependant, en fonction de la performance des filtres et de la localisation géographique (à proximité immédiate de routes très circulées), ces derniers peuvent vite s'encrasser et doivent être changés à une fréquence plus élevée (tous les 2 à 3 mois). Au-delà du changement de filtre, une VMC double flux demande un entretien régulier pour éviter qu'elle ne s'encrasse et qu'elle ne perde en efficacité (nettoyage des bouches d'extraction, dépoussiérage des bouches de soufflage tous les trois mois, et entretien complet tous les trois ans par un professionnel). Les systèmes VMC double flux sont intrinsèquement très efficaces. Cependant la qualité des installations est encore trop souvent négligée et le changement des filtres peut s'avérer délicat, voire impossible.

Pour limiter les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

24.2.3. Compensation

La pollution atmosphérique est une nuisance pour laquelle **il n'existe pas** de mesures compensatoires quantifiables.

24.3. Mesures ERC Air/Santé appliquées au projet

24.3.1. Mesures d'évitement et de réduction en phase programmation

Évitement

- *Incitation aux mobilités alternatives à la voiture individuelle*

Selon le plan guide, la programmation du projet prévoit la construction de « Traverses Modes Doux » et « Cheminements piétons » au cœur de l'emprise projet, notamment au niveau du parc.

Réduction

- *Éloignement des populations vulnérables*

La relocalisation de la crèche « Maison du Petit Enfant La Marelle » en retrait de l'avenue du Président Wilson contribue à réduire l'exposition des populations vulnérables.
Cette relocalisation de la crèche (actuellement située au 153 Avenue du président Wilson 93200 Saint-Denis) en situation projetée à l'horizon 2032, vers son futur emplacement au Nord-Est de l'emprise projet se traduit par une baisse de l'exposition à la pollution : -6,6 % sur la concentration en NO_2 ; -2,9 % sur la concentration en PM10 et -4,0 % sur la concentration en PM2,5.

- Abattement des poussières par la végétation

La programmation du projet prévoit l'implantation d'espaces végétalisés (création d'un parc de 1,8 ha au cœur de l'emprise projet), d'une lisière de 0,5 ha à proximité de la voie ferrée (à l'ouest de l'emprise projet) et la plantation d'au moins 650 arbres (notamment le long des voies routières existantes et/ou créées). Le projet prévoit également la végétalisation des toitures/façades en proximité de voie routière.

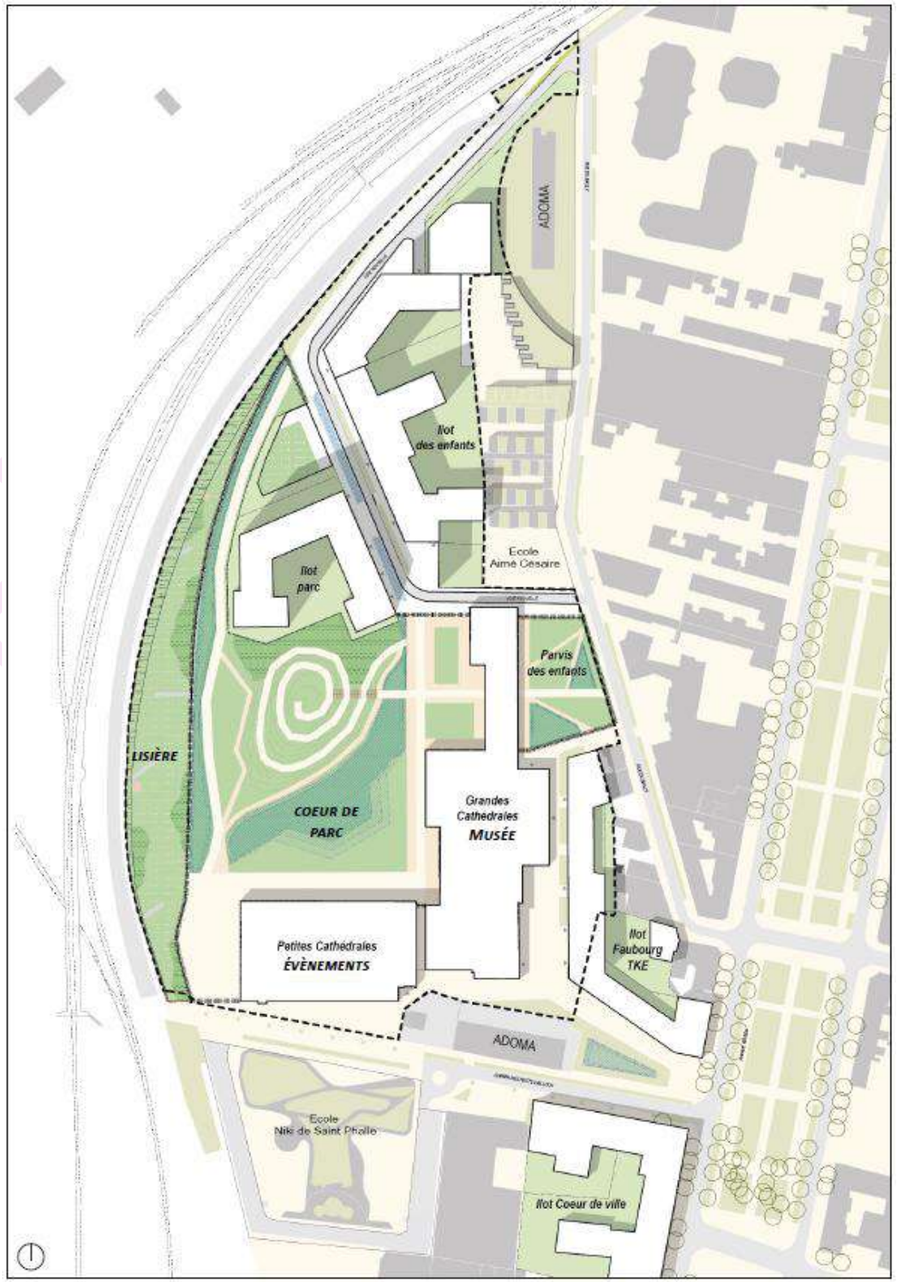


Figure 148 : Plan paysager général de l'aménagement (*Source : Permis d'aménager, décembre 2025***)**

24.3.2. Mesures d'évitement et de réduction en phase exploitation

Réduction

- Gestion du bâtiment au quotidien

Les bâtiments construits seront économes en énergie (RE2020 ou RT2012 pour les bâtiments ne relevant pas de la RE2020 et les rénovations).

- Incitation aux mobilités actives, à l'utilisation des transports en communs, aux véhicules « propres »

La programmation du projet prévoit la mise en place de stationnements vélo.
Le projet est situé à proximité immédiate de plusieurs voies ferrées desservant des gares de transport en communs (Station « La Plaine Saint-Denis » du RER B à environ 600 m au nord-est, « Stade de France – Saint-Denis » du RER D à environ 500 m au nord du projet, la future ligne du CDG Express à quelques mètres à l'Ouest du projet) et de plusieurs lignes de bus (ligne 153, ligne 302, ligne 353).

24.4. LUTTE CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Avec le réchauffement climatique, les vagues de chaleur devraient s'intensifier significativement en Europe dans les décennies à venir. Pour contrecarrer le phénomène des îlots de chaleur urbains, plusieurs solutions sont envisagées : de l'aménagement des espaces verts à l'arrosage des chaussées, en passant par la mise en œuvre de revêtements adaptés.
En effet, augmenter la couverture végétale au sol permet de rafraîchir plus efficacement les rues. Cet effet de rafraîchissement est d'autant plus efficace si la surface végétalisée est importante et si la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C, et la combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement[58].

La programmation du projet prévoit l'implantation d'espaces végétalisés (création d'un parc au cœur de l'emprise projet), d'une lisière et la plantation d'au moins 650 arbres. Les pieds d'immeubles seront végétalisés permettant, entre autres, de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur.

58 Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

VERSION DE TRAVAIL

25. CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Cette partie du rapport a traité l'analyse des impacts du volet Air & Santé concernant le projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis [93].

L'analyse des impacts a été menée en prenant pour cadre la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

Au total, 28 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches, écoles, EHPAD) sont recensés sur la zone d'étude retenue pour l'analyse des impacts dont 3 (crèche, écoles) présents sur l'emprise projet.

Le projet d'aménagement urbain va générer des émissions atmosphériques lors des phases chantier et exploitation.

Les bâtiments créés respecteront a priori la RE2020 (ou la RT2012 pour les bâtiments ne relevant pas de la RE2020 et les rénovations). Les émissions liées au bâti s'avéreront ainsi minimes comparées aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

La réalisation du projet va entraîner une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude par rapport à la situation actuelle 2024 et Fil de l'eau 2032. La hausse de trafic par rapport à la situation actuelle et Fil de l'eau sera compensée par le renouvellement du parc automobile et les émissions globales de polluants atmosphérique du transport routier sur la zone d'étude seront plus faibles en situation projetée 2032 (et cumulée 2050) qu'en situation actuelle.

Comparativement à la situation Fil de l'eau, l'influence de la hausse de trafic en situation projetée sur la qualité de l'air est non significative en termes réglementaires (les concentrations en polluants dans l'air au niveau des lieux vulnérables et des riverains de la zone d'étude respectent la réglementation applicable à l'horizon considéré en situation Fil de l'eau et Projet).
A l'horizon 2050, la hausse du trafic n'aggrave pas l'exposition des riverains du projet par rapport aux situations Actuelle 2024 et Fil de l'Eau 2032.

En définitive, l'aménagement projeté n'entraîne pas de modification significative de l'exposition des populations à la pollution atmosphérique émise par le transport routier, comparativement aux situations Fil de l'Eau 2032 et Actuelle 2024.
A l'horizon 2050, l'exposition des populations n'est pas aggravée par la mise en place du projet (différences significatives négatives entre les situations «Cumulée» 2050 et «Fil de l'Eau» 2032).

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet, comparativement à la situation actuelle 2024 et à la situation Fil de l'eau 2032.

VERSION DE TRAVAIL

Tableau 101 : Synthèse des impacts du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis

THÈMES		Évolution des indicateurs Par rapport à la situation actuelle 2024			Impact du projet Par rapport à la situation Fil de l'eau 2032	
		2032		2050	Situation Projet 2032	Situation Cumulée 2050
		Fil de l'eau	Projet	Cumulé		
Indice VK		Augmentation : +2,3 %	Augmentation : +4,7 %	Augmentation : +6,0 %	Augmentation : +2,4 %	Augmentation : +3,7 %
Consommation de carburant		Diminution : -6,4 %	Diminution : -4,4 %	Diminution : -21,2 %	Augmentation : +2,2 %	Diminution : -15,7 %
Émissions polluantes	**Moyenne tous polluants**	Diminution : -38 %	Diminution : -37 %	Diminution : -59 %	Augmentation : +2,2 %	Diminution : -33,7 %
	NO_2	Diminution : -49,3 %	Diminution : -48,1 %	Diminution : -90,1 %	Augmentation : +2,4 %	Diminution : -80,4 %
	PM10	Diminution : -9,7 %	Diminution : -7,7 %	Diminution : -12,2 %	Augmentation : +2,2 %	Diminution : -2,7 %
	PM2.5	Diminution : -15,9 %	Diminution : -14,1 %	Diminution : -21,5 %	Augmentation : +2,2 %	Diminution : -6,6 %
Concentration dans l'air ambiant incluant la pollution de fond		Une baisse des concentrations maximales moyennes annuelles en NO_2 sur la zone d'étude (conditions trafic) pour toutes les situations. En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude, des voies de circulation ferroviaire (incluant le CDG Express) et l'autoroute A1, ajoutées à la pollution de fond, pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, les seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré (2024, 2032, 2050) sont respectés pour toutes les situations et horizons au niveau du projet, des bâtiments vulnérables existants et des habitants hors projet. **Pollution atmosphérique** : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (conditions trafic) sauf pour, l'arsenic, le SO_2, qui voient leurs concentrations augmenter pour toutes les situations. Pour les horizons futurs, le renouvellement du parc automobile avec les améliorations technologiques apportées aux véhicules routiers (moteurs, systèmes épuratifs des gaz, progression de la part des véhicules électriques ou hybrides, …) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc vont entraîner une baisse des émissions à l'échappement et donc des concentrations. Cette compensation est moins importante pour les polluants émis également par l'abrasion pour lesquels les teneurs diminuent de manière moins importante voire augmentent. **Enjeux populationnels** (lieux vulnérables existants, habitations actuelles et/ou futures de l'emprise projet, habitations hors projet) : une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO_2) et par l'abrasion (traceur PM10) pour toutes les situations.			**Pollution atmosphérique** : une variation des concentrations maximales (conditions trafic) en moyenne sur tous les polluants considérés sur la zone d'étude négligeable en 2032 (+0,23 %), et importante en 2050 (-26,9 %). Les hausses les plus importantes des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation autour du projet et de l'autoroute (augmentations maximales de +0,12 µgNO_2/m^3, +0,03 µgPM10/m^3 et de +0,02 µgPM2,5/m^3 en 2032). **Enjeux populationnels** (lieux vulnérables existants, habitations de l'emprise projet, habitations hors projet) il est constaté une variation négligeable des concentrations en polluants. La réalisation du projet comparativement à la situation « Fil de l'eau » n'influe pas significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires à l'horizon 2032, que ce soit au niveau des habitations hors projet, des lieux vulnérables existants et de l'emprise projet.	

EQRS Exposition des populations		En considérant les concentrations issues des émissions des brins routiers du réseau d'étude, additionnées à la pollution de fond (pour le NO_2 et les particules PM10 et PM2.5), il est constaté que :
		• Quel que soit l'horizon et la situation étudiés, les Quotients de Dangers (QD) sont tous inclus dans le domaine de conformité (QD inférieur à 1) cela même en les additionnant par organe-cible.
		• Quel que soit l'horizon et la situation étudiés, les indices d'Excès de Risques Individuels (ERI) sont tous inclus dans le domaine de conformité (ERI inférieur à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée).
		• Pour les principaux polluants atmosphériques (NO_2, PM10 et PM2.5), il est possible de constater que :
		  • Les recommandations annuelles de l'OMS pour le NO_2 et les PM2.5 sont dépassée sur toute la zone d'étude pour toutes les situations et pour tous les horizons tandis que celle des PM10 est respectée sur toute la zone d'étude pour la situation Cumulée à l'horizon 2050 (uniquement).
		  • La recommandation journalière de l'OMS pour le NO_2 est dépassée pour les habitants hors et dans l'emprise projet en 2024 et est respectée sur toute la majorité de la zone d'étude en 2032 tandis que les recommandations journalières pour les PM10 et les PM2.5 ainsi que la recommandation horaire
					L'aménagement projeté à l'horizon 2032 n'est pas de nature à exercer d'impact significatif sur la santé des populations (différences faibles ou modérées pour les valeurs de tous les indicateurs sanitaires étudiés entre les situations « Fil de l'eau » et « Projet » demeurant sous le seuil d'acceptabilité pour les QD cumulés et ERi cumulés).
					A l'horizon 2050, l'exposition des populations n'est pas aggravée par la mise en place du projet (différences significatives négatives entre les situations «Cumulée» 2050 et «Fil de l'Eau» 2032).
					Le NO_2 demeure un enjeu en 2032 en termes de recommandations sanitaires de l'OMS, que cela soit en situations Fil de l'eau ou Projet. En 2050, la recommandation de l'OMS est respectée sur toute la zone d'étude.
					Les habitants / travailleurs (actuels et/ou futurs) de l'emprise projet les plus exposés sont légèrement moins exposés que les habitants hors emprise projet les plus exposés, quelle que soit le scénario d'exposition étudié.

THÈMES	Évolution des indicateurs Par rapport à la situation actuelle 2024			Impact du projet Par rapport à la situation Fil de l'eau 2032	
	2032		2050	Situation Projet 2032	Situation Cumulée 2050
	Fil de l'eau	Projet	Cumulé		
	pour le NO_2 sont respectées pour tous les horizons et toutes les situations. • En 2032, que ce soit AVEC ou SANS projet, les ERI de décès anticipés liés aux PM2.5 sont plus faibles qu'en situation actuelle 2024. Il en va de même à l'horizon 2050. • À l'horizon 2050, les ERI de décès anticipés liés aux PM2.5 sont moindres comparativement à la situation Fil de l'eau 2032.				
Coût des effets de la pollution atmosphérique	Augmentation : +2,2 %	Augmentation : +4,2 %	Augmentation : +70,4 %	Augmentation : +1,9 %	Augmentation : +66,2 %
Émissions de gaz à effet de serre	Diminution : -6,6 %	Diminution : -4,6 %	Diminution : -21,5 %	Augmentation : +2,2 %	Diminution : -15,9 %
Coût des gaz à effet de serre	Le coût des émissions de gaz à effet de serre augmente sur le réseau d'étude pour les situations futures en raison de l'augmentation de la consommation de carburant et de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.			Augmentation : +2,2 %	Augmentation : +108,2 %
	Augmentation : +100,4 %	Augmentation : +104,7 %	Augmentation : +317,1 %		
Mesures ERC				La programmation du projet prévoit l'implantation d'espaces végétalisés (création d'un parc de 1,8 Ha au cœur de l'emprise projet), d'une lisière de 0,5 Ha à proximité de la voie ferrée (à l'ouest de l'emprise projet) et la plantation d'au moins 650 arbres. Les bâtiments construits seront économes en énergie (RE2020 ou RT2012 pour les bâtiments ne relevant pas de la RE2020 et les rénovations). La programmation du projet prévoit la mise en place de stationnements vélo. Le projet est situé à proximité immédiate de plusieurs voies ferrées desservant des gares de transport en communs (Station « La Plaine Saint-Denis » du RER B à environ 600m au nord-est, « Stade de France – Saint-Denis » du RER D à environ 500 m au nord du projet, la future ligne du CDG Express à moins de 100 m à l'Ouest du projet) et de plusieurs lignes de bus (ligne 153, ligne 302, ligne 353). Les pieds d'immeubles seront végétalisés permettant, entre autres, de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur.	

VERSION DE TRAVAIL

Annexes

VERSION DE TRAVAIL

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Agence Européenne de l'Environnement
ALD	Affections Longues Durées
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Ba	Baryum
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes
CAA	Concentration Admissible dans l'Air
Cd	Cadmium
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès
Centile	Les centiles correspondent à des valeurs qui divisent un ensemble d'observations en 100 parties égales. C'est-à-dire, par exemple, le centile 90 correspond à la valeur pour laquelle 90 % des données ont une valeur inférieure et 10 % des données ont une valeur supérieure.
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CH_2O	Formaldéhyde
CH_4	Méthane
C_2H_4O	Acétaldéhyde
C_3H_4O	Acroléine
C_4H_6	1,3-Butadiène
C_6H_6	Benzène
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique
CJUE	Cour de justice de l'Union européenne
CMI	Concentration Moyenne Inhalée
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	CORe INventories AIR
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
Cr	Chrome
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie
DRIEAT	Direction régionale et interdépartementale Environnement-Aménagement-Transports
EFSA	European Food Safety Authority
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
EICU	Effet d'Ilot de Chaleur Urbain
EIS	Évaluation de l'Impact Sanitaire
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPT	établissement public territorial
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de risque Unitaire
EQIS	Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
FET	Facteur d'équivalence Toxique
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS	Institut de recherche sur les transports
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IPP	Indice Pollution Population
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IREP	Registre français des émissions polluantes
kep	kilo équivalent pétrole
LOM	Loi d'Orientation des Mobilités
MRL	minimum risk level
NH_3	Ammoniac
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
N_2O	Protoxyde d'azote
O_3	Ozone
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment

VERSION DE TRAVAIL

OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORS	Observatoire Régional de Santé
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
Pb	Plomb
PCET	Plan Climat Énergie Territorial
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PDU	Plan de Déplacements Urbains
PDUIF	Plan de Déplacements Urbains Ile-de-France
PIB	Produit intérieur brut
PL	Poids Lourd
PLD	Plan Local de Déplacement
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l'Air
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l'Air
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
QD	Quotient de danger
REL	Risk Effect Level
RfC	Reference concentration
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
ROSE IdF	Réseau d'observation statistique de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre de la région Île-de-France
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
SDRIF	Schéma directeur de la région Île-de-France
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SO_2	Dioxyde de soufre
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
TCA	Tolerable concentration in air
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
TSP	Poussières Totales (*Total Suspended Particulate matter)*
TV	Tous Véhicules
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l'Air
ZPAd	Zone de Protection de l'Air départementale

VERSION DE TRAVAIL

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES DES MESURES IN-SITU

Point n°1	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose			**GPS WGS 84**
19 rue du Bailly 93210 Saint-Denis			48.91346°N 2.35582°E
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	28/09/2023 à 10h40
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 11h02
Type de Support Hauteur	Panneau « traversée d'enfant » 2 m	**Durée d'exposition**	624,4 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 132	36,2	-

Point n°2	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose			**GPS WGS 84**
24 rue du Bailly 93210 Saint-Denis			48.91250°N 2.35592°E
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	28/09/2023 à 10h45
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 11h06
Type de Support Hauteur	Panneau signalisation 2,5 m	**Durée d'exposition**	624,4 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 138	35,8	-

VERSION

Point n°3	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
1 rue du Bailly 93210 Saint-Denis		48.91084°N 2.35773°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	28/09/2023 à 10h50
Distance de la voie la plus proche	2 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 11h12
Type de Support Hauteur	Panneau « interdit de stationner » 2,5 m	**Durée d'exposition**	624,4 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 141	56,4	-

Point n°4	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
1 Chemin des Petits Cailloux 93210 Saint-Denis		48.91000 °N 2.35769 °E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	28/09/2023 à 10h57
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 10h43
Type de Support Hauteur	Panneau signalisation 2,5 m	**Durée d'exposition**	623,8 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 142	30,6	-

VERSION

Point n°5	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
5 Chemin des Petits Cailloux 93210 Saint-Denis		48.90991°N 2.35510°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	28/09/2023 à 11h01
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 10h37
Type de Support Hauteur	Lampadaire 2 m	**Durée d'exposition**	623,6 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 143	34,4	Écart standard pour la mesure du NO_2 : 1,0 %
	FTS 144	33,7	

Point n°6	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Emplacement projet 93210 Saint-Denis		48.91055°N 2.35595°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond	**Début mesure**	28/09/2023 à 11h40
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 10h29
Type de Support Hauteur	Tuyau 2 m	**Durée d'exposition**	622,8 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 145	29,2	-
PM10	SD 10	Moyenne : 13,2 Max : 66	Moyenne sur la campagne du 28/09 au 13/10/2023 (données du 14 au 24 indisponibles) Maximum en moyenne journalière
PM2,5		Moyenne : 11,2 Max : 49	

VERSION

Point n°7	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
1 Avenue de la Métallurgie 93210 Saint-Denis		48.90935 °N 2.35866 °E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	28/09/2023 à 10h26
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 10h52
Type de Support Hauteur	Panneau avenue de la métallurgie 2 m	**Durée d'exposition**	624,4 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 146	48,7	-
PM10	SD 15	Moyenne : 8,8 Max : 69	Moyenne sur la campagne du 28/09 au 24/10/2023 Maximum en moyenne journalière
PM2,5		Moyenne : 7,8 Max : 45	

Point n°8	Projet « Renouveau des Cathédrales du Rail » - Saint-Denis		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Emplacement projet 93210 Saint-Denis		48.91125°N 2.35537°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond	**Début mesure**	28/09/2023 à 11h46
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	24/10/2023 à 10h29
Type de Support Hauteur	Arbre 1,5 m	**Durée d'exposition**	622,7 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 147	30,9	-
	FTS 148	< 0,3	Inférieur à la limite de détection

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l'air est directement liée aux conditions météorologiques[59]. En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.). De manière simplifiée :

- Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d'air contenant des polluants en provenance d'autres sources. Lorsqu'il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d'accumulation, n'est pas inhabituel.
- Les températures trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l'air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.
- Le soleil est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l'ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d'ozone sera importante s'il existe dans l'atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c'est-à-dire les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils).
- Les précipitations influencent également la qualité de l'air. De fortes précipitations rabattent ²les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, etc.).
- Le phénomène d'inversion de température peut être à l'origine d'une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l'air diminue avec l'altitude (dans les basses couches de l'atmosphère), l'air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière).
  Cependant, lorsque le sol s'est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d'altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d'inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d'air chaud en altitude plus communément appelée couche d'inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l'ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l'air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d'azote et aux particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d'inversion de température.

Les données présentées (période du 28 septembre au 24 octobre 2023) proviennent des stations météorologiques :

- Le Bourget[60] (48,97°N | 2,43°E) sise à environ 8,5 km du projet.
- Paris-Montsouris[61] (48,82°N | 2,34°E) sise à environ 10 km du projet, pour les données d'ensoleillement uniquement.

Températures

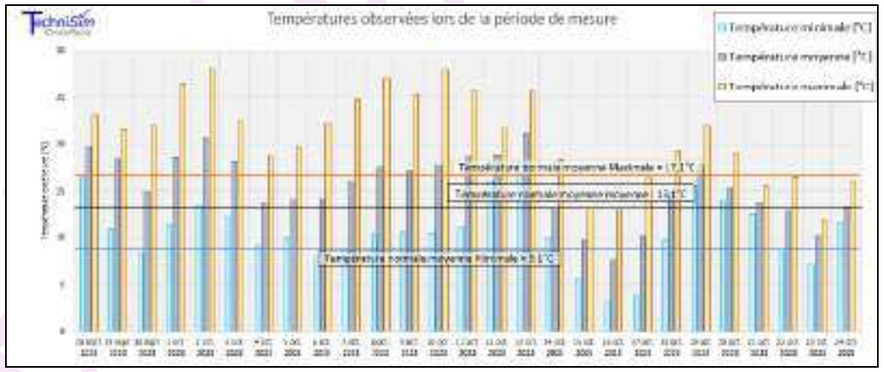


Figure 149 : Évolution des températures pendant la période de mesure

La température moyenne lors de la campagne de mesure *in situ* est de 15,5°C. Cela est supérieure à la moyenne de la normale saisonnière pondérée de septembre/octobre à savoir 13,1°C (période 1991-2020), ce qui correspond à un écart à la normale de +18 %.

La moyenne des températures journalières minimales sur la période (10,6°C) est supérieure à la température normale moyenne minimale pondérée de septembre/octobre (9,1°C) soit un écart à la normale de saison de +17 %.
La moyenne des températures journalières maximales sur la période (20,9°C) est supérieure à la température normale moyenne maximale pondérée de septembre/octobre (17,1°C) soit un écart à la normale de saison de +22 %.

[59] https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques
https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/influence-de-la-meteo

[60] https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/le-bourget/07150.html
[61] https://www.infoclimat.fr/climatologie-mensuelle/07156/octobre/2023/paris-montsouris.html

Pression atmosphérique

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. A contrario, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.

Le graphique ci-dessous présente les pressions atmosphériques enregistrées au cours de la campagne de mesure.

Figure 150 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure

Les pressions atmosphériques ont été :

- anticycloniques du 28/09 au 17/10 avec un épisode dépressionnaire le 14/10 ;
- dépressionnaires du 18/10 à la fin de la période de mesure.

Par ailleurs, les pressions ont été relativement fluctuantes.

Vents moyens et rafales

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.

Les moyennes journalières des vitesses[62] des vents moyens horaires ainsi que les rafales maximales journalières sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure.

Tableau 102 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journalières

Date	Vitesse [km/h]	Rafale Max [km/h]
28 septembre 2023	9,9	32,4
29 septembre 2023	15,3	49,7
30 septembre 2023	5,7	20,9
01 octobre 2023	8,3	27,4
02 octobre 2023	10,7	26,3
03 octobre 2023	14,0	43,9
04 octobre 2023	5,7	27,7
05 octobre 2023	4,9	14
06 octobre 2023	5,3	22,7
07 octobre 2023	5,6	19,4
08 octobre 2023	5,5	18
09 octobre 2023	4,6	14
10 octobre 2023	6,0	24,1
11 octobre 2023	11,7	42,5
12 octobre 2023	9,4	31,7
13 octobre 2023	22,3	85,3
14 octobre 2023	12,5	72,4
15 octobre 2023	8,1	31,7
16 octobre 2023	15,2	41,8
17 octobre 2023	12,1	29,5
18 octobre 2023	18,4	55,1
19 octobre 2023	18,2	44,3
20 octobre 2023	12,3	43,9
21 octobre 2023	30,6	71,3
22 octobre 2023	15,0	44,3
23 octobre 2023	10,6	32,8
24 octobre 2023	12,9	43,9
Période	**11,5**	**85,3**

[62] Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

VERSION DRAFT

La vitesse moyenne du vent sur l'ensemble de la période est de 11,5 km/h. Les moyennes journalières sont comprises entre 4,6 km/h (le 09 octobre 2023) et 30,6 km/h (le 21 octobre 2023), avec des rafales atteignant au maximum 85,3 km/h le 13 octobre 2023.

Les figures suivantes présentent la fréquence et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesure in situ ainsi que la rose des vents annuelle.

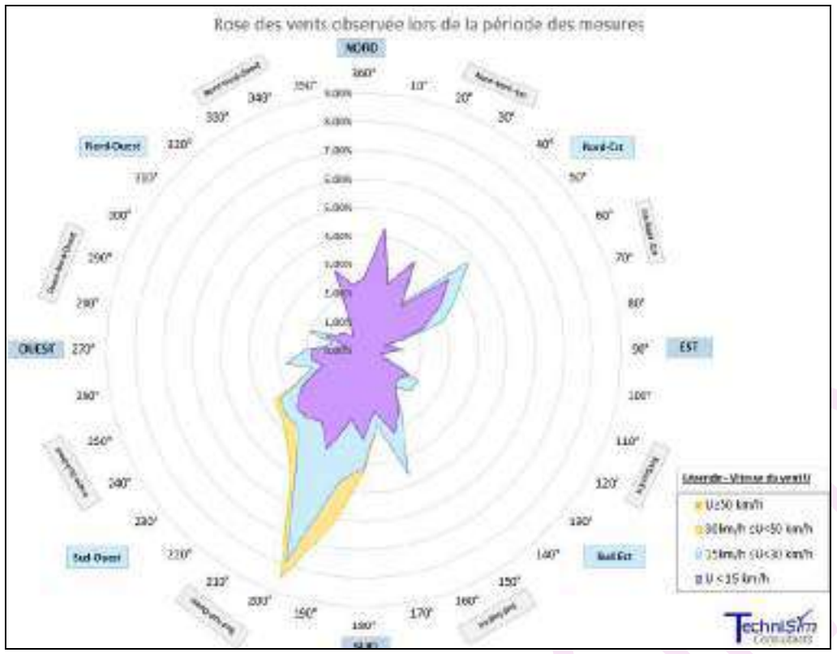


Figure 151 : Origine des vents lors de la période de mesure

Lors de cette campagne, les vents enregistrés sont majoritairement des vents :

- Du Nord-Nord-Est (fréquence cumulée de 20 % sur les secteurs 360° à 50°) ;
- Du Sud-Sud-Ouest (fréquence cumulée de 28 % sur les secteurs 180° à 220°) ;

Cette rose des vents obtenue sur la période de mesure présente de grandes similitudes avec celle observée en moyenne annuelle pour le secteur (vents venants majoritairement du Sud-Sud-Ouest et du Nord-Nord-Est).

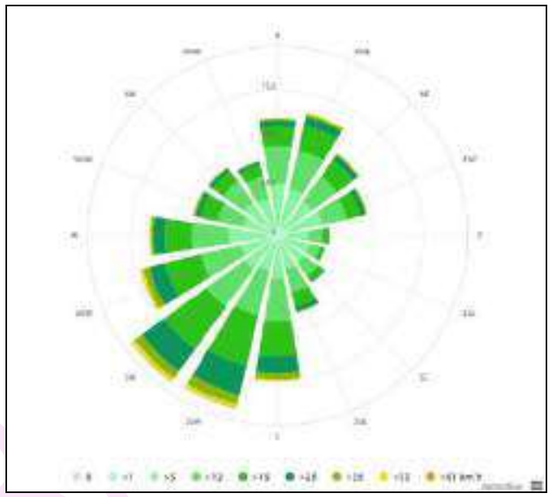


Figure 152 : Rose des vents annuelle à Saint-Denis (source : meteoblue)

Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort. C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes. L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12).
Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent. Cette échelle est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 103 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calme	< à 1	< à 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	= ou > à 64	> à 118	Très gros dégâts.

VERSION DRAFT

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurés selon l'échelle de Beaufort.

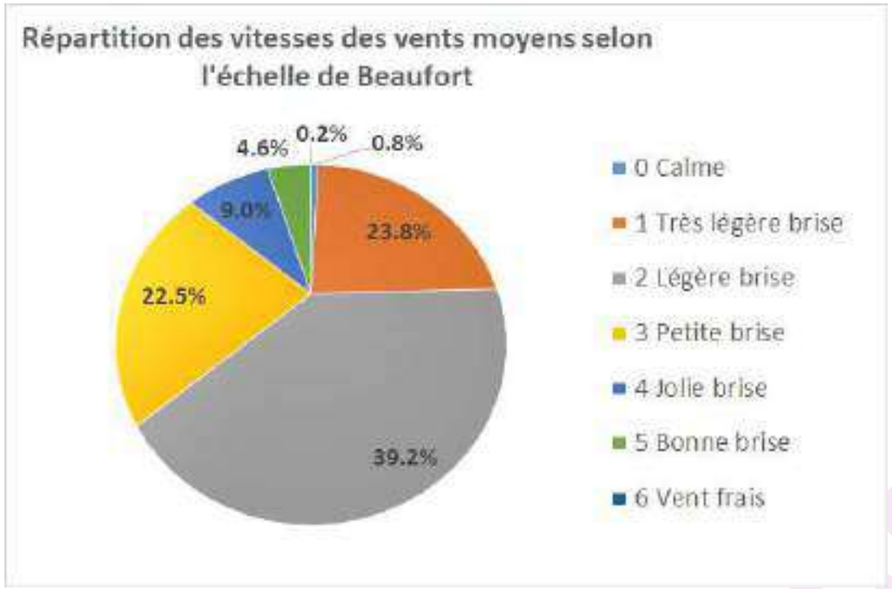


Figure 153: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort

Le vent a été présent de manière faible sur 86,3 % de la campagne : 0,8 % de vents 'calmes', 23,8 % de 'très légères brises', 39,2 % de 'légères brises', et 22,5 % de 'petites brises'.
13,7 % de la campagne a donc présenté des épisodes venteux importants : 9,0 % des vents étaient des 'jolies brises', 4,6 % de 'bonnes brises' et 0,2 % de 'Vent frais'.

La majorité des vents mesurés sont des vents faibles ne favorisant pas une dispersion efficace des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 86,3 % des vents sur la période.
Les épisodes venteux important (vents de force supérieure ou égale à 4) permettant une dispersion efficace des polluants ont été présent 13,7 % de la période de mesure.

Précipitations

Les hauteurs de précipitations pendant la période de mesure sont illustrées en figure suivante.

Figure 154: Précipitations pendant la campagne de mesure

Lors de la campagne de mesure (27 jours), le cumul des précipitations a été de 31,4 mm répartis sur 11 jours.
Les précipitations sur cette période sont inférieures à la normale de saison ; la moyenne pondérée (ramenée à 27 jours) de septembre/octobre étant de 48,4 mm [1991-2020], soit un écart de -35 %.

Le nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm (9 jours) est supérieur à la normale de saison ; la moyenne pondérée (pour 27 jours) de septembre/octobre étant de 4,5 jours [1991-2020], soit un écart de +101 %.

La période de mesure s'avère plus sèche que la normale saisonnière en termes de hauteurs de précipitation cumulées. Néanmoins, le nombre de jours présentant des précipitations supérieures à 1 mm est 2 fois plus important que la normale. Le phénomène de lessivage de l'air par les pluies a donc été plus fréquent mais moins intense.

VERSION DE

Ensoleillement

Les données de l'ensoleillement sont prises de la station Paris-Montsouris situé à 10 km du projet.

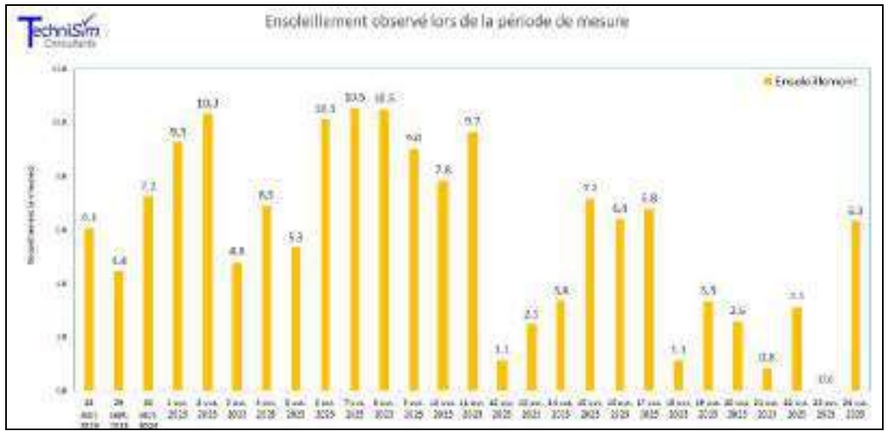


Figure 155 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure

L'ensoleillement sur la campagne de mesure a été de 156 h, avec une moyenne journalière de 5h48min. La normale de saison pondérée pour septembre/octobre (pour 27 jours) étant de 109 h 18 min. L'ensoleillement pendant la période de mesure présente un écart à la normale de +43 %.

VERSION DE TRAVAIL

ANNEXE N°4 : DONNEES DES STATIONS AIRPARIF

Tableau 104: Concentrations en NO_2 relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet

NO_2 µg/m³		Moyenne annuelle	Max. horaire	Nb Dép. 200 µg/m³ en moyenne horaire	Max. journalier	Nb Dép. 25 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 10 µg/m³	-	Valeur limite : 18 dép. max. OMS : seuil à ne pas dépasser	-	OMS : 3 à 4 dép. max
Autoroute A1 Saint-Denis	2017	83	198	0	152	364
	2018	80	232	4	135	365
	2019	73	224	3	134	363
	2020	59	203	1	126	343
	2021	59	162	0	109	362
	2022	52	138	0	105	354

Tableau 105 : Concentrations en PM10 relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet

PM10 µg/m³		Moyenne annuelle	Max. journalier	Nb Dép. 50 µg/m³ en moyenne journalière	Nb Dép. 45 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 15 µg/m³	-	Valeur limite : 35 dép. max.	OMS : 3 à 4 dép. max
Autoroute A1 Saint-Denis	2017	43	102	80	117
	2018	41	79	68	108
	2019	42	116	70	104
	2020	34	78	25	44
	2021	n.r	n.r	n.r	n.r
	2022	32	86	34	46

n.r = non représentative (travaux)

Tableau 106 : Concentrations en PM2,5 relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet

PM2,5 µg/m³		Moyenne annuelle	Max. journalier	Nb Dép. 15 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 25 µg/m³ Objectif de qualité : 10 µg/m³ OMS : 5 µg/m³	-	OMS : 3 à 4 dép. max
Autoroute A1 Saint-Denis	2017	20	70	229
	2018	18	53	198
	2019	16	57	137
	2020	16	50	156
	2021	17	59	165
	2022	14	63	122

Tableau 107: Concentrations en CO relevées par Airparif aux stations les plus proches du projet

CO mg/m³		Max journalier de la moyenne sur 8 h	Max. journalier	Nb Dép. 4 mg/m³
Station	Année	Valeur limite : 10 mg/m³		
Autoroute A1 Saint-Denis	2017	1,2	0,85	0
	2018	1,0	0,85	0
	2019	2,0	1,18	0
	2020	1,0	0,87	0
	2021	1,7	1,11	0
	2022	n.d	n.d	n.d

n.d = non disponible (arrêt des mesures de CO en janvier 2022)

ANNEXE N°5 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site des Aasqa.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

Programme APHEIS

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

Programme CAFE

Par exemple, dans le programme CAFE (**C**lean **A**ir **f**or **E**urope, 'un Air propre pour l'Europe'), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l'exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d'espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l'ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d'euros par an en 2020.

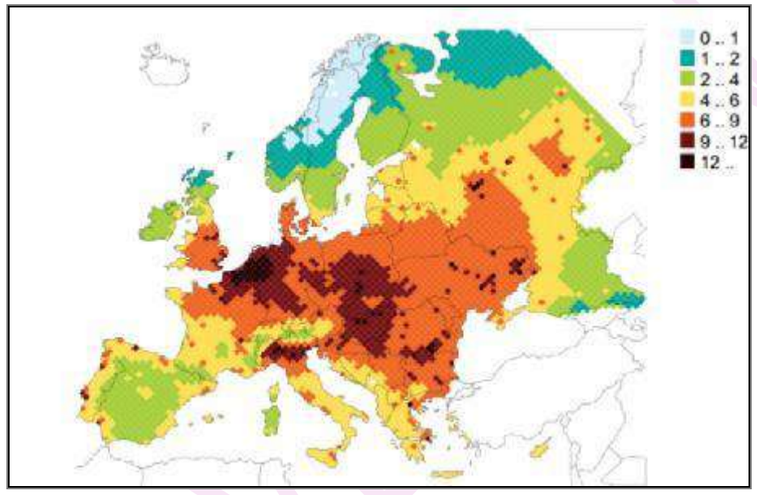


Figure 156 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis**]**

Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec l'exposition chronique aux particules fines PM2,5 d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois.

Programme APHEKOM

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

Les EIS (Évaluations d'Impact Sanitaire)

Une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

En date de mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d'habitants ont ainsi bénéficié d'EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l'impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m^3 à Toulouse à 24,7 µg/m^3 à Lyon. Si l'ancienne valeur-guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m^3 de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d'espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

Le PNSE (Plan National Santé Environnement)

Le Plan National Santé Environnement vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.
Le PNSE (rappel : plan national santé environnement) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans.

Le quatrième PNSE, (2021-2025), intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.
Le PNSE 4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.
Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - NO_2, O_3, PM10 et PM2,5 - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Nous avons pu observer des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM10, PM2,5) et de NO_2 et le nombre journalier d'hospitalisations pour causes cardiovasculaires. Ces relations sont plus importantes pour les 65 ans et plus. Elles sont également plus élevées pour les causes cardiaques, en particulier les cardiopathies ischémiques, alors qu'elles ne sont pas significatives pour les maladies cérébrovasculaires.
Concernant les admissions hospitalières pour causes respiratoires, les excès de risque relatif associés à une augmentation des niveaux de NO_2, PM10 et PM2,5 sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.

VERSION DE TRAVAIL

- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction" estime le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France, entre 68 et 97 milliards d'euros.

VERSION DE TRAVAIL

ANNEXE N°6 : METROLOGIE DES POLLUANTS

Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO_2 ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

- *Mesure du dioxyde d'azote (NO_2)*

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO_2) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

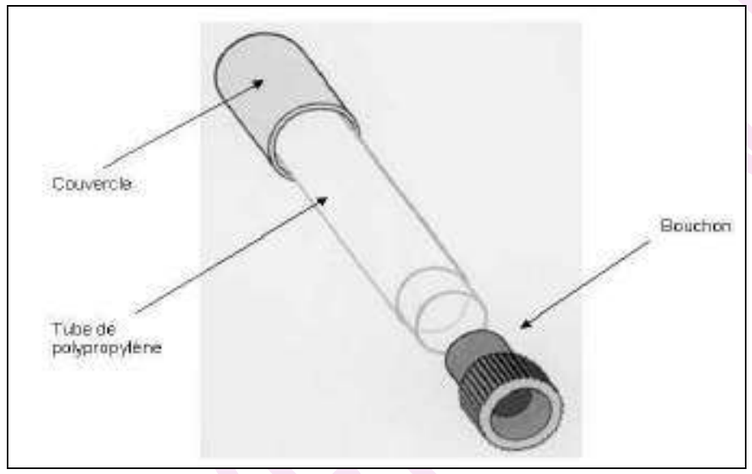


Figure 157 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'incertitude étendue relative donnée par le laboratoire est de 20,9 % pour une concentration de 40 µg/m^3. La limite de détection est de 0,3 µg/m^3 lors d'une exposition de 4 semaines.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluidique laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12}\frac{dC_{12}}{dl} \qquad \textbf{Équation 1}$$

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm^{-2}.s^{-1})
D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s^{-1})
dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion
C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm^{-3})

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr^2, avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration {C-C0} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12}\frac{(C_0 - C).S.t}{L} \qquad \textbf{Équation 2}$$

Où : C : concentration ambiante du gaz 1
C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif
$(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12}\frac{S}{L}C.t \qquad \textbf{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \qquad \textbf{Équation 4}$$

Le coefficient de diffusion de NO_2 utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : $D(NO_2) = 0{,}154\ cm^2.s^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :
Longueur L = 7,116 (± 0,020) cm, Diamètre 2r = 1,091 (± 0,015) cm.
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $cm^3.s^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{éch} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

$D_{éch}$ ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D_{12}.

Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO_2 soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO_2 capté et NO_2^- présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO_2 mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :

$$\underset{\text{triéthanolamine}}{N(CH_2CH_2OH)_3} \xrightarrow{NO_2} \underset{\text{N-nitrosodiéthanolamine}}{ON\text{-}N(CH_2CH_2OH)_2} + \text{autres produits}$$

Après extraction et analyse des ions NO_2^- formés, la concentration en NO_2 (en $\mu g.m^{-3}$) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. À titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C. Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un bécher rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 (éther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles. La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO_2 a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbolès et al., 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;
- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30 µl de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40 à 50 µl de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule translucide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyléthylènediamine) à 0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agité. Le NO_2^- formé à partir du NO_2 réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphtalène pour former un colorant azoïque (complexe coloré). Après un temps de développement de

VERSION DE TRAVAIL

la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de $NaNO_2$, de la forme A = f([NO_2^-]) avec A l'absorbance de la solution et [NO_2^-] la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

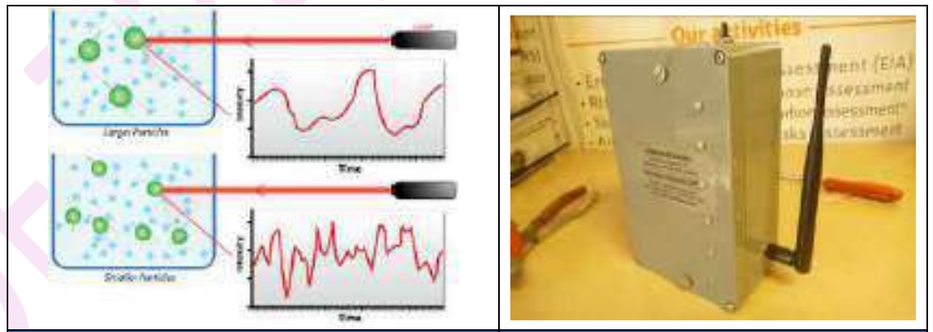
La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO_2. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO_2^- formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

Principe des micro-capteurs laser

➢ *Mesure des particules*

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules.
Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m^3, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10 %.

La figure ci-après représente le micro-capteur.



Principe du Dynamic Light Scattering	Photographie du micro-capteur

Figure 158 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

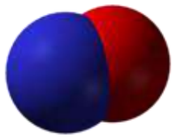
Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

VERSION DRAFT

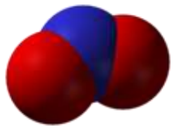
ANNEXE N°7 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

Oxydes d'azote [NOx]

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO_2]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques.
À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.

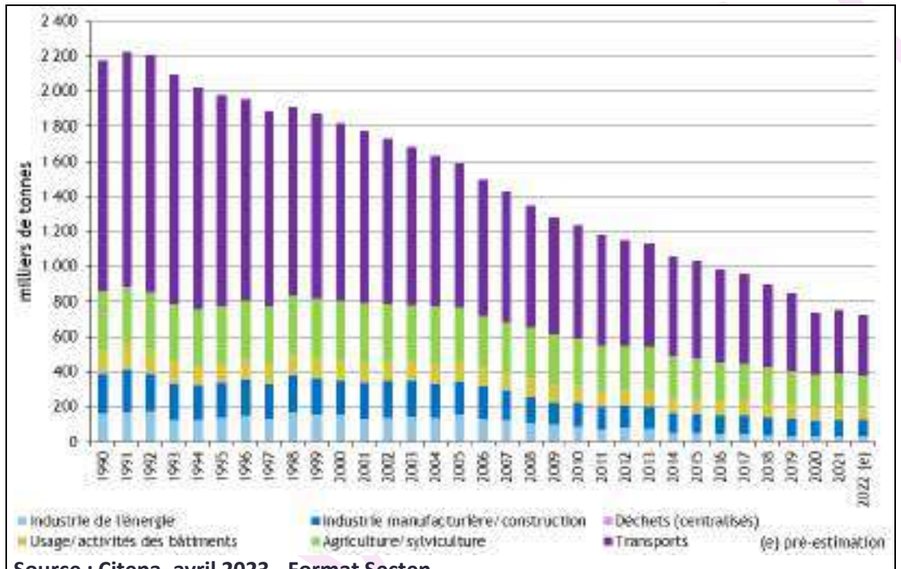


Molécule de monoxyde d'azote



Molécule de dioxyde d'azote

Principales sources d'émission



Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les transports sont le 1er secteur émetteur de NOx (367.5 kt soit 49% des émissions de la France métropolitaine en 2021) et majoritairement par le transport routier (90,7 % des émissions de NOx des transports, en 2021).
Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques. La tendance à la baisse plus marquée en 2020 qu'auparavant est l'effet des mesures de confinement liées à la crise sanitaire du Covid 19. De fait une légère augmentation des émissions est observées entre 2020 et 2021.

Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO_2 dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO_2 dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

DRAFT TRAVAIL

Particules en suspension PM10 et PM2,5

Les particules sont des entités liquides ou solides en suspension dans l'air (gaz) ; elles forment avec ce dernier un aérosol (gaz + particules en suspension).

Les particules en suspension sont considérées aujourd'hui comme l'un des principaux indicateurs de la qualité de l'air. Elles peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) ou anthropique (combustion incomplète de matières fossiles, transport, agriculture, activités industrielles : sidérurgie, incinération…). Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils.

On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), 2,5 microns (PM2,5) et 1 micron (PM1).

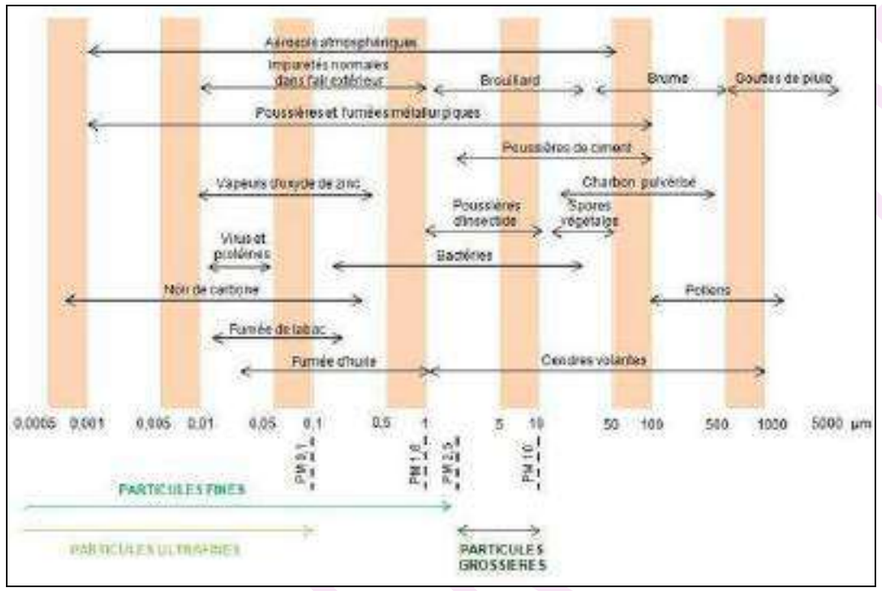
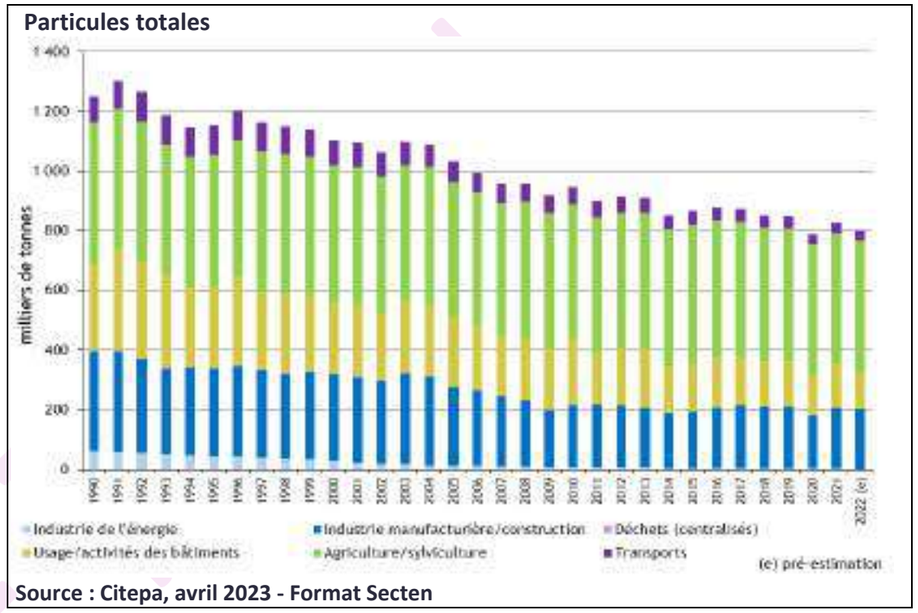


Figure 159 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA**)**

Principales sources d'émission

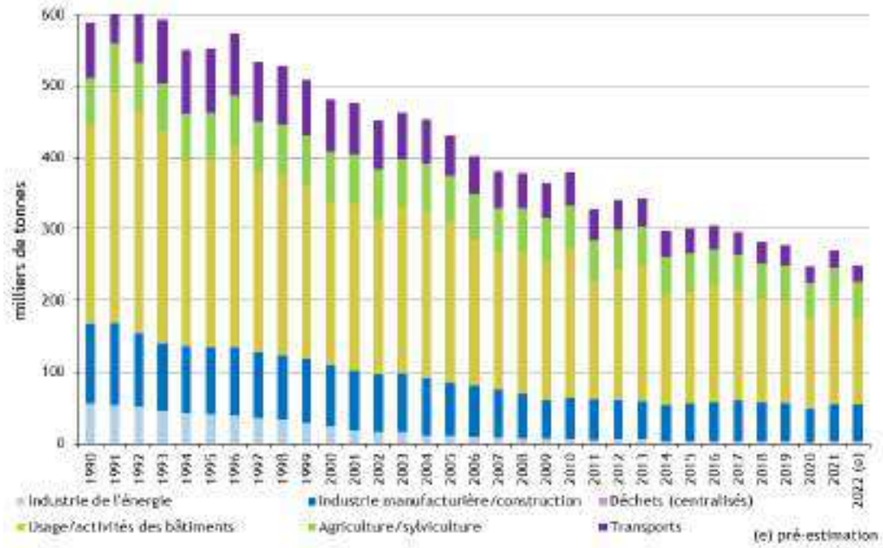


Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2021. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 53 % des émissions de la France métropolitaine, notamment du fait des labours des cultures ;
- l'industrie manufacturière avec 25 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières ;
- l'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (18 %) ;
- les transports (4 %).

Particules PM10

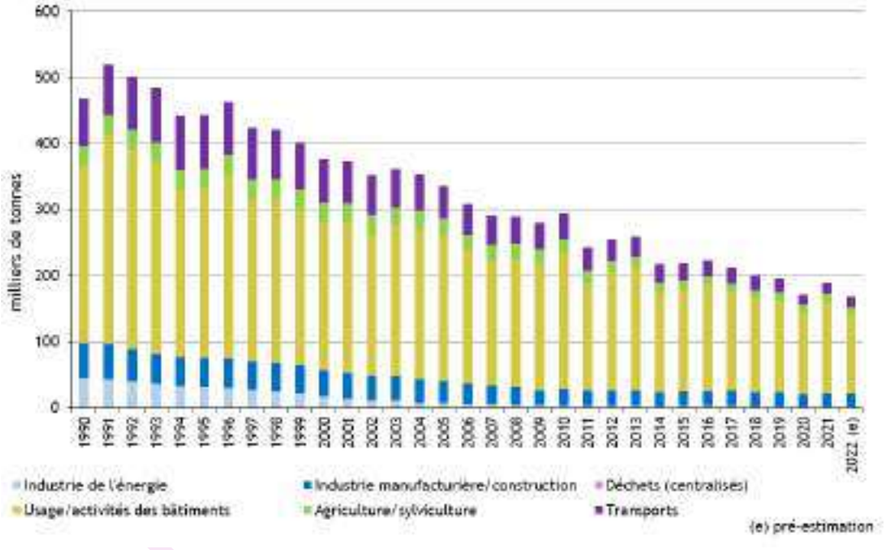


Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2021 sont :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (52 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (20 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction ;
- L'agriculture / sylviculture (18 %), en particulier les élevages et lu labour des cultures ;
- Les transports (9 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).

Particules PM2,5



Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les émissions par ordre d'importance en 2021 sont induites par :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (73 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (11 %) ;
- Les transports (9 %) ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture (6 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).

Effets sur la santé

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.
Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

VERSION DE

ANNEXE N°8 : REGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Tableau 108 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO_2)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 200 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	
Oxydes d'azote (NOx)					**En moyenne annuelle** (équivalent NO_2) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO_2)	**En moyenne journalière :** 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 50 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 300 µg/m³.	**En moyenne horaire** sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.	**En moyenne annuelle et hivernale** (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.
Plomb (Pb)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 0,25 µg/m³.			
Monoxyde de carbone (CO)	**Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures :** 10 000 µg/m³.				
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. **En moyenne journalière :** depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	**En moyenne annuelle :** 30 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 50 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 80 µg/m³.	
Benzène (C_6H_6)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 2 µg/m³.			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O_3)		**Seuil de protection de la santé**, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. **Seuil de protection de la végétation**, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	**En moyenne horaire :** 180 µg/m³.	**Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population**, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure **Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence**, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	**Seuil de protection de la santé :** 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. **Seuil de protection de la végétation :** AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	**En moyenne annuelle :** 25 µg/m³ depuis le 01/01/15.	**En moyenne annuelle :** 10 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 20 µg/m³.	**Concentration initiale**	**Objectif de réduction**	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				<= à 8,5 µg/m³	0%	
				>8,5 et <13 µg/m³	10%	
				>=13 et <18 µg/m³	15%	
				>=18 et <22 µg/m³	20%	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	

* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011.
** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015.

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³

* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Remarque : le 26 octobre 2022, la Commission Européenne[63] a publié une proposition de révision des directives de la qualité de l'air.

[63] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN

ANNEXE N°9 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2021 (Concentrations)
$PM_{2.5}$ (µg/m_3)	Année	5
	24 heures [a]	15
PM_{10} (µg/m^3)	Année	15
	24 heures [a]	45
NO_2 (µg/m^3)	Année	10
	24 heures [a]	25
O_3 (µg/m^3)	Pic saisonnier [b]	60
	8 heures [a]	100
SO_2 (µg/m^3)	24 heures [a]	40
CO (mg/m^3)	24 heures [a]	4

a 99ème percentile (3 à 4 jours de dépassement par an).

b Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O_3 sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O_3 a été la plus élevée.

VERSION DE TRAVAIL

ANNEXE N°10 : DONNEES TRAFIC CONSIDEREES DANS L'ETUDE

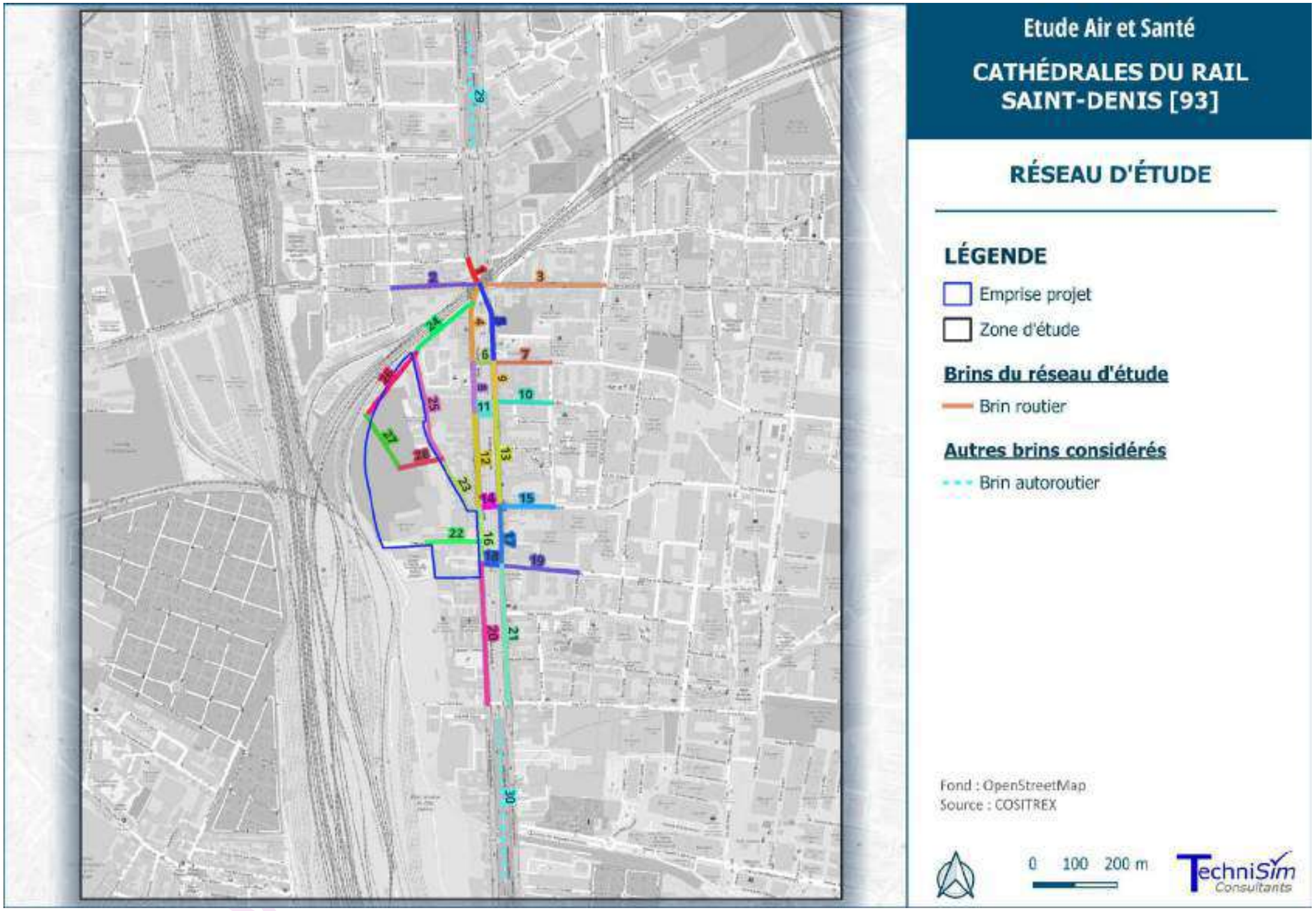


Figure 155 : Brins considérés

Tableau 115 : Données trafics considérées pour chaque situation

Brin	Nom voie	Situation actuelle					Situation Fil de l'eau					Situation Projet					Situation Cumulée				
		TV	VL	PL	Vitesse VL	Vitesse PL	TV	VL	PL	Vitesse VL	Vitesse PL	TV	VL	PL	Vitesse VL	Vitesse PL	TV	VL	PL	Vitesse VL	Vitesse PL
1	Avenue du président Wilson	8919	8402	517	*30*	*30*	9451	8941	510	*30*	*30*	9707	9193	514	*30*	*30*	9940	9423	517	*30*	*30*
2	Rue du Landy	5234	4878	356	*30*	*30*	5270	4912	358	*30*	*30*	5299	4944	355	*30*	*30*	5324	4967	357	*30*	*30*
3	Rue du Landy	5342	5150	192	*30*	*30*	5469	5272	197	*30*	*30*	5499	5307	192	*30*	*30*	5523	5330	193	*30*	*30*
4	Avenue du président Wilson	10336	9974	362	*30*	*30*	10571	10212	359	*30*	*30*	10806	10449	357	*30*	*30*	10958	10596	362	*30*	*30*
5	Avenue du président Wilson	9535	9163	372	*30*	*30*	9799	9427	372	*30*	*30*	10032	9661	371	*30*	*30*	10162	9796	366	*30*	*30*
6	Avenue Amilcar Cabral	554	548	6	*30*	*30*	554	548	6	*30*	*30*	554	548	6	*30*	*30*	554	548	6	*30*	*30*
7	Avenue Amilcar Cabral	1080	1053	27	*30*	*30*	1080	1053	27	*30*	*30*	1080	1053	27	*30*	*30*	1080	1053	27	*30*	*30*
8	Avenue du président Wilson	9767	9425	342	*30*	*30*	10002	9662	340	*30*	*30*	10073	9731	342	*30*	*30*	10224	9876	348	*30*	*30*
9	Avenue du président Wilson	8988	8611	377	*30*	*30*	9231	8853	378	*30*	*30*	9464	9085	379	*30*	*30*	9594	9210	384	*30*	*30*
10	Rue des Blés	357	346	11	*30*	*30*	357	346	11	*30*	*30*	357	346	11	*30*	*30*	357	346	11	*30*	*30*
11	Rue des Blés	656	634	22	*30*	*30*	697	675	22	*30*	*30*	697	675	22	*30*	*30*	697	675	22	*30*	*30*
12	Avenue du président Wilson	9096	8787	309	*30*	*30*	9290	8983	307	*30*	*30*	9361	9052	309	*30*	*30*	9513	9209	304	*30*	*30*
13	Avenue du président Wilson	8695	8365	330	*30*	*30*	8897	8568	329	*30*	*30*	9131	8793	338	*30*	*30*	9260	8927	333	*30*	*30*
14	Rue de la Montjoie	816	805	11	*30*	*30*	816	805	11	*30*	*30*	927	916	11	*30*	*30*	927	916	11	*30*	*30*
15	Rue de la Montjoie	442	437	5	*30*	*30*	442	437	5	*30*	*30*	450	445	5	*30*	*30*	450	445	5	*30*	*30*
16	Avenue du président Wilson	8957	8661	296	*30*	*30*	9151	8858	293	*30*	*30*	9333	9034	299	*30*	*30*	9333	9034	299	*30*	*30*
17	Avenue du président Wilson	8455	8134	321	*30*	*30*	8658	8338	320	*30*	*30*	8842	8515	327	*30*	*30*	8993	8669	324	*30*	*30*
18	Avenue de la Métallurgie	1094	1061	33	*30*	*30*	1130	1097	33	*30*	*30*	1213	1180	33	*30*	*30*	1343	1311	32	*30*	*30*
19	Avenue de la Métallurgie	1571	1485	86	*30*	*30*	1639	1552	87	*30*	*30*	1674	1587	87	*30*	*30*	1674	1587	87	*30*	*30*
20	Avenue du président Wilson	9668	9368	300	*30*	*30*	9849	9554	295	*30*	*30*	10012	9712	300	*30*	*30*	10163	9868	295	*30*	*30*
21	Avenue du président Wilson	8074	7670	404	*30*	*30*	8266	7861	405	*30*	*30*	8424	8020	404	*30*	*30*	8553	8151	402	*30*	*30*
22	Chemin des Petits Cailloux	432	426	6	*30*	*30*	432	426	6	*30*	*30*	523	516	7	*30*	*30*	523	516	7	*30*	*30*
23	Rue du Baily	540	535	5	*30*	*30*	540	535	5	*30*	*30*	728	721	7	*30*	*30*	728	721	7	*30*	*30*
24	Rue du Baily	547	542	5	*30*	*30*	547	542	5	*30*	*30*	714	707	7	*30*	*30*	714	707	7	*30*	*30*
25	Rue du Baily	529	524	5	*30*	*30*	529	524	5	*30*	*30*	529	524	5	*30*	*30*	529	524	5	*30*	*30*
26	Nouvelle voie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166	165	1	*30*	*30*	166	165	1	*30*	*30*
27	Nouvelle voie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179	178	1	*30*	*30*	179	178	1	*30*	*30*
28	Nouvelle voie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	187	186	1	*30*	*30*	187	186	1	*30*	*30*
29	Autoroute A1	180631	171599	9032	*90*	*90*	180631	171599	9032	*90*	*90*	180631	171599	9032	*90*	*90*	180631	171599	9032	*90*	*90*
30	Autoroute A1	180631	171599	9032	*90*	*90*	180631	171599	9032	*90*	*90*	180631	171599	9032	*90*	*90*	180631	171599	9032	*90*	*90*

VERSION DE TRAVAIL

Contact

Techni*Sim* Consultants
316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80
Mél : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

> ***ADDENDA** : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.*
>
> *Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.*
>
> *Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.*

→ FIN de DOCUMENT ←

LES CATHÉDRALES DU RAIL
SAINT-DENIS (93)

ETUDE BIOCLIMATIQUE ET ICU

15 octobre 2025

Référence du document	TR19-786__EIFFAGE_CDR_Etude Bioclimatique et ICU	
Version | Date	V1	15/10/2025
Rédigé par	Albane Gaffajoli Ingénieure d'étude agaffajoli@terao.fr	
Vérifié par	Margaux Tabella Directrice Pôle Urbain 06.11.21.37.72 mtabella@terao.fr	

© TERAO 2025

SOMMAIRE

SYNTHÈSE PAGE 4

PRÉAMBULE PAGE 5

PRÉSENTATION DU PROJET D'AMÉNAGEMENT PAGE 9

ETUDE DE L'ENSOLEILLEMENT PAGE 12

ETUDE AÉRAULIQUE PAGE 16

ETUDE ICU PAGE 21

- PARAMÈTRES DE SIMULATION PAGE 25
- TEMPÉRATURE D'AIR PAGE 28
- TEMPÉRATURE DES SURFACES PAGE 32
- ACCUMULATION DE CHALEUR PAGE 36
- CONFORT THERMIQUE PAGE 37

SYNTHÈSE ET PRESCRIPTIONS ICU PAGE 41

ANNEXES PAGE 48

© TERAO 2025

Synthèse

L'étude présente les résultats de l'analyse de l'îlot de chaleur urbain du futur aménagement du site des Cathédrales du rail (93), qui s'étend sur environ 8 ha.

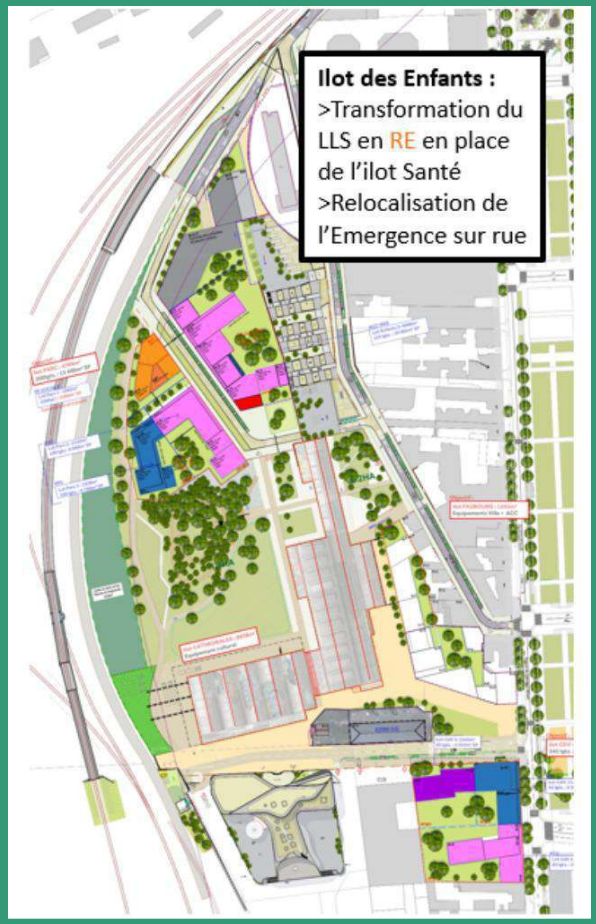
Dans un premier temps l'étude a permis d'analyser les conditions d'ensoleillement et confort aéraulique au sein du projet. L'étude montre que toutes les surfaces, toitures comme sols, sont très ensoleillées en été. Les zones les plus protégées du soleil sont les cœurs d'îlots où les bâtiments et les arbres ombragent les espaces extérieurs. Les arbres de la butte créent également un espace ombragé dans le parc. La simulation est modélisée avec un vent d'Ouest présent toute l'année et très majoritaires en été. Le site n'ayant pas d'obstacle en bordure de site de ce côté, il est donc globalement bien ventilé, à l'exception des cœurs d'îlot pour lesquels les bâtiments créent une barrière.

Dans une deuxième partie, l'étude ICU a permis d'analyser le comportement du site dans des conditions climatiques chaudes simulées sur un horizon moyen. Grâce à l'observation de paramètre comme la température de l'air, la température des surfaces et le confort thermique, la simulation a permis de mettre en évidence l'hétérogénéité du site.

Les simulations ont été réalisées sur la base du scénario RCP 8.5 à horizon 2050 dans le cadre d'un climat futur dégradé. L'analyse montre **que le parc, le jardin des enfants et les cœurs d'îlot sont des zones fraîches en journée** avec un stress thermique moindre notamment grâce à leur végétation. A l'inverse **la plaine évènementielle et l'espace capable sont des points chauds par manque d'ombrage**. Ce défaut peut être traiter par des solutions pérennes ou temporaires en fonction de l'usage de chaque zone.

L'étude de l'accumulation de chaleur après un deuxième jour chaud met en avant l'augmentation de chaleur dans les cœurs d'îlot. Les cœurs d'îlot se rafraichissent effectivement moins la nuit que d'autres zones du site à cause du manque de ventilation. Cela combiné à l'inertie des bâtiments, **les cœurs d'îlot auront donc tendance à se réchauffer au fur et à mesure de l'enchaînement de jours chauds**. Ce qui risque d'accentuer l'inconfort la nuit et réduire le rafraichissement par ventilation des logements donnant sur cour. Il est donc important de **favoriser les logements traversants**.

La création d'un nouveau quartier sur une friche ne peut pas être totalement neutre vis-à-vis de l'îlot de chaleur puisque la création de bâtiments et de voiries augmente l'inertie du site. **Cependant le projet limite ces surfaces minérales à ce qui est nécessaire pour les usages et créer des surfaces végétalisées qualitatives en particulier au niveau de la butte.**



Plan de masse du projet

© TERAO 2025

Préambule

PRÉAMBULE

D'après le rapport du GIEC publié le 20 mars 2023, depuis la période préindustrielle (1850-1900), **la température de l'air à la surface des terres émergées a augmenté près de deux fois plus que la température moyenne mondiale** (GMST). De 1850-1900 à 2011-2020, la température moyenne de l'air à la surface des terres a augmenté de 1,6 ° C tandis que la GMST a augmenté de 0,9 ° C.

Le réchauffement a entraîné une **augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la durée des événements chauds et de vague de chaleur** dans la plupart des régions terrestres.

Le réchauffement climatique a entraîné des **déplacements de zones climatiques**, y **compris l'expansion des zones climatiques arides** et la contraction des zones climatiques polaires. En conséquence, de nombreuses espèces végétales et animales ont connu des changements dans leur aire de répartition, leur abondance et des changements dans leurs activités saisonnières.

Le changement climatique peut **exacerber les processus de dégradation des terres, notamment par l'augmentation de l'intensité des précipitations, des inondations, de la fréquence et de la gravité des sécheresses, du stress thermique**, des périodes de sécheresse, du vent, de l'élévation du niveau de la mer et de l'action des vagues, et du dégel du pergélisol, les résultats étant modulé par la gestion du territoire.

Tant le réchauffement planétaire que l'urbanisation peuvent accentuer le réchauffement dans les villes et leurs environs (effet d'îlot de chaleur), en particulier lors des vagues de chaleur.

La conception bioclimatique intervient comme un élément d'adaptation au changement climatique. D'une part en construisant les bâtiments avec l'environnement, et plus seulement « dans » l'environnement, on tire parti des ressources présentes (soleil, vent). Les bâtiments ainsi conçus sont plus sobres et donc moins impactant.

D'autre part, **la conception bioclimatique est un ingrédient important de la résilience face au changement climatique**. Les bâtiments sont plus robustes vis-à-vis de phénomènes extrêmes et restent confortables dans des situations environnementales dégradées (canicules notamment).

Enfin, la végétalisation des projets d'aménagement et des bâtiment contribuant à **diminuer le risque de génération d'effets d'ilot de chaleur urbain (ICU).** Les ICU sont porteurs de nombreux risques pour un territoire et ses habitants : dégradation du confort climatique pour les usagers de la ville, dégradation de la qualité de l'air (pollution à l'ozone notamment), aggravation des risques sanitaires liés aux vagues de chaleur (coups de chaleur, déshydratation etc.) pression sur les infrastructures d'énergie (et risques accrus de coupure de service),

Le bioclimatisme permet d'apporter une partie de la réponse en intégrant le bâtiment à son environnement naturel.

© TERAO 2025

PRÉSENTATION DU SITE ET ÉLÉMENTS DE DIAGNOSTIC

- Le site des Cathédrales du Rail est situé dans la partie Sud de la Ville de Saint-Denis (93) à proximité du quartier de La Plaine en mutation depuis plusieurs années. La majeure partie du site est constitué d'un foncier en friche appartenant à la SNCF sur lequel sont positionnées deux halles ferroviaires ayant aujourd'hui perdues leur fonction d'atelier SNCF, inscrites à l'Inventaire des Monuments Historiques : « Les Cathédrales du Rail ».
- La Ville de Saint-Denis, l'Etablissement Public Territorial Plaine Commune et SNCF Immobilier ont lancé un appel à projet en 2020 sur ce site de 7,8 ha en vue de procéder à l'aménagement d'un quartier urbain comprenant la reconversion des halles de la SNCF, la dépollution de la friche, la création d'un parc urbain et la création de logements.
- A l'Ouest du site se trouve le faisceau de voies ferrées en partance de Gare du Nord. Le site est en particulier bordé par les voies du RER B et de la ligne K ainsi que par le futur CDG express.
- A l'Est du site, se trouve l'Avenue du Président Wilson, aménagée avec des espaces publics végétalisés et traversant Saint-Denis jusqu'à Paris.

Carte de localisation du site, Google earth

TEMPÉRATURES

Le climat à Saint-Denis est un climat océanique, tempéré et humide, en raison des masses d'air en provenance majoritairement de l'Atlantique et de la Manche. Le climat est donc globalement doux, marqué par des hivers assez pluvieux et des étés frais et relativement humides.

- La station météorologique la plus proche du site est celle du Bourget, elle se situe dans la commune de Bonneuil-en-France (95 500) à 6 km au nord-est de Saint-Denis. La température moyenne annuelle observée est de 12,1°C. La **température maximale moyenne intervient en juillet et août avec 25,5°C et la minimale moyenne en janvier et février avec 2,1°C.**
- L'exposition aux canicules va s'accroitre : actuellement inférieur à 10, le nombre de jours de canicule se situerait entre 10 et 35 jours à l'horizon 2100.

PRÉCIPITATIONS

- Les précipitations annuelles moyennes en métropole s'échelonnent de 500 à 2000 millimètres en fonction de la situation géographique
- **Les épisodes orageux sont peu nombreux et majoritairement concentrés durant l'été.** Les précipitations sont assez régulières tout au long de l'année, avec une moyenne annuelle de 613 mm/an. **Les mois le plus arrosés sont décembre et mai** pluvieux avec respectivement 63,4 mm et 60,5 mm de précipitations en moyenne. **Les mois de février, mars et avril apparaissent comme les moins pluvieux**.

ENSOLEILLEMENT

- En France l'ensoleillement varie entre 1 400 et 2 900 heures annuelles
- Environ 1 634 heures d'ensoleillement sont comptées à Bonneuil-en-France tout au long de l'année. **Le mois avec le plus d'ensoleillement est juillet** avec 213h et **le mois avec le moins d'heures d'ensoleillement est décembre** avec 54h

© TERAO 2025

OBJECTIFS ET CONTENU DE L'ÉTUDE

Le présent document a pour objet la présentation des résultats de l'analyse de l'îlot de chaleur urbain de l'opération d'aménagement du projet des Cathédrales du rail (93).

L'objectif de cette étude est d'analyser l'ilot de chaleur urbain permettra d'identifier les problèmes associés à la température des différentes matérialités du sol affectant le site et les possibles solutions d'aménagement pour garantir le confort climatique de ces espaces.

On étudiera notamment :

- L'ensoleillement des espaces extérieurs
- Le confort aéraulique
- La température de l'air
- La température des surfaces
- Le confort thermique

© TERAO 2025

Présentation du projet d'aménagement

PRÉSENTATION DU PROJET D'AMÉNAGEMENT

Le projet des Cathédrales du Rail est un projet d'aménagement à dominante culturelle et résidentielle au Sud de la ville de Saint-Denis entre le chemin des petits cailloux, la voie ferrée et la rue du Bailly. Il se situe dans une zone anciennement industrielle en lien avec les activités ferroviaires à proximité, actuellement à l'état de friche.

Deux anciennes halles ferroviaires (monuments historiques), les cathédrales du rail, sont présentes sur le site et seront conservées. Ce projet s'inscrit dans une démarche de réhabilitation et de mise en valeur de ces monuments historiques, pour en faire un musée du Hip-Hop et de la culture Street-art au cœur d'un quartier du même nom. Ces deux halles faisaient autrefois partie d'une activité ferroviaire liée à la maintenance et à l'entretien des trains.

L'opération de reconversion du site des Cathédrales du Rail est portée par la SAS Cathédrales du Rail composée d'Eiffage Aménagement et Aire Nouvelle (EQUANS).

Plan de situation du projet à l'échelle de la commune, TERAO, 2024

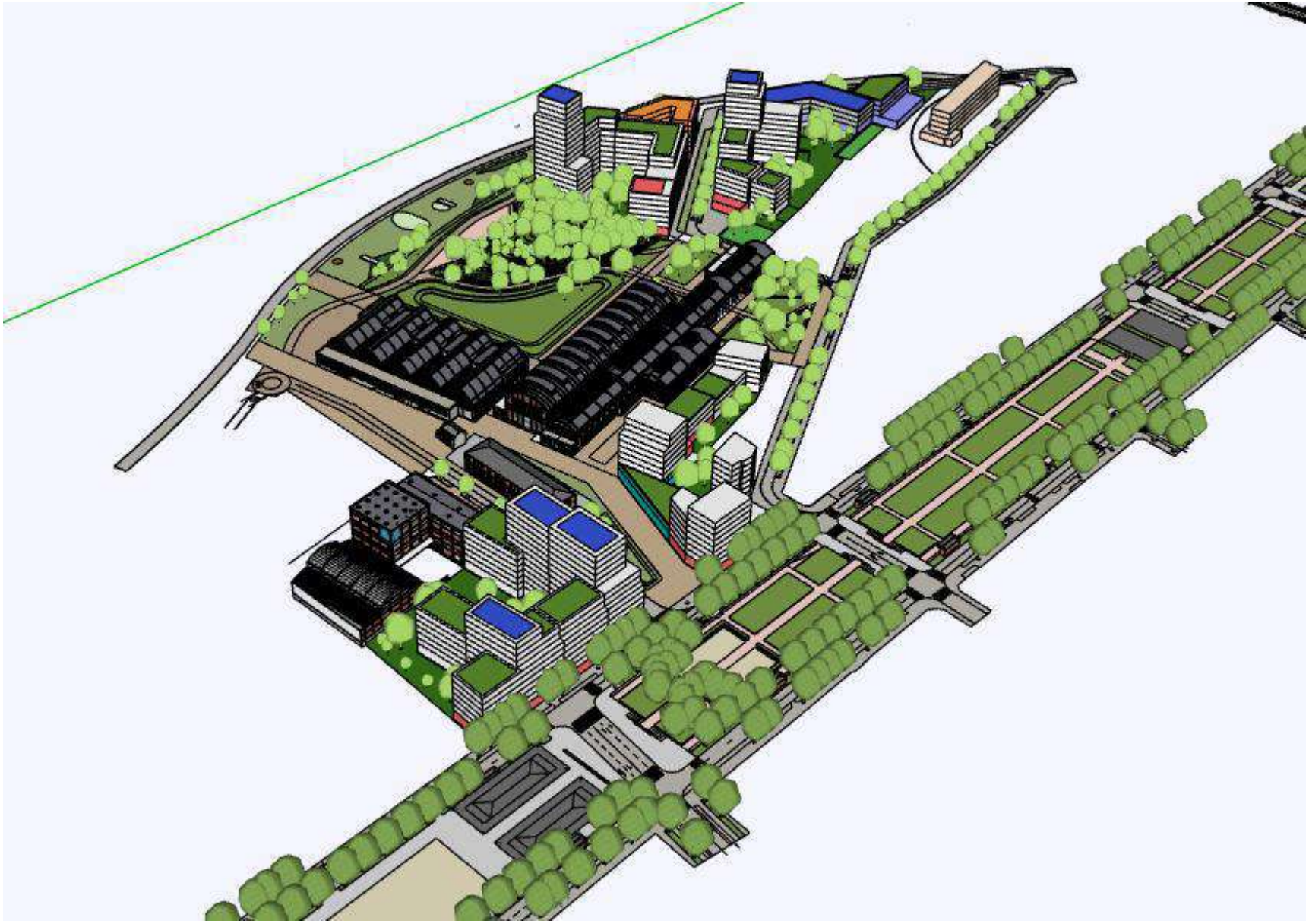
Le projet prévoit la réalisation :

- la démolition de hangars et espaces d'activités au Sud du Chemin des petits caillou (emplacement du futur Ilot Cœur de ville)
- d'environ 650 logements diversifiés, destinés pour 50% à l'accession, 30% en Logement Locatif Social et 20% en Bail Réel Solidaire.
- Un pôle culturel 100% ouvert au public de 8 400 m² comprenant les cathédrales réhabilitées en musée
- des commerces et services (avec un accent sur la mobilité) sur 5 200 m²,
- des équipements publics comme des crèches et un pôle santé sur 2 000 m²
- des activités économiques sur 2 000 m².
- Un parc de 1,65 hectares constituera le cœur du site, et permettra de l'inscrire dans le grand paysage en proposant des vues sur Paris et en créant du lien avec les cathédrales.

Périmètre du projet des Cathédrales du Rail, TERAO, 2024

© TERAO 2025

IMAGE 3D DU PROJET



Étude d’ensoleillement

ENSOLEILLEMENT

L'ensoleillement est un **paramètre surfacique.**

OBJECTIF:

- Etudier l'exposition au rayonnement solaire, sur les espaces publics, sur les jardins privés, les terrasses et sur les façades des bâtiments.

- On étudie trois situations de référence :
  - **Solstice d'hiver**, le 21 décembre.

    Il s'agit du jour avec la durée la plus courte et un soleil au plus bas. En hiver, l'ensoleillement a un impact positif non négligeable sur le confort et les consommations de chauffage grâce aux apports solaires qui sont bénéfiques durant cette saison.
  - **Solstice d'été,** le 21 juin.

    Il s'agit du jour le plus long (et donc de la solarisation la plus longue) avec un soleil beaucoup plus vertical. En été, les apports solaires ont cette fois un impact potentiellement négatif sur le confort thermique et les éventuels besoins de refroidissement, il est donc nécessaire de s'en protéger.
  - **Equinoxe de printemps,** le 21 mars.

    Il s'agit du premier jour où la durée du jour dépasse la durée de la nuit. Cette situation permet de représenter les mi-saisons, où les apports solaires sont encore nécessaires

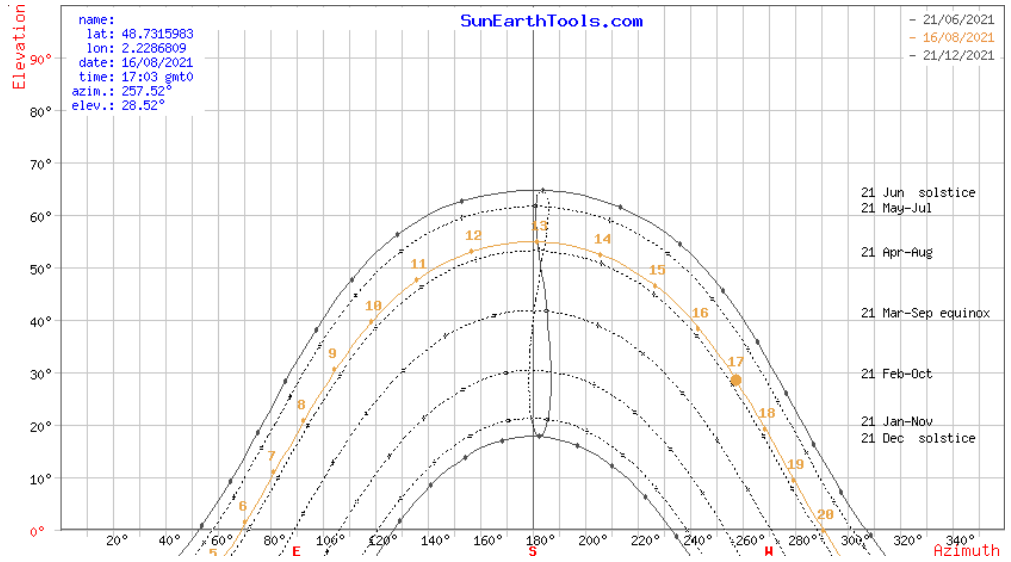
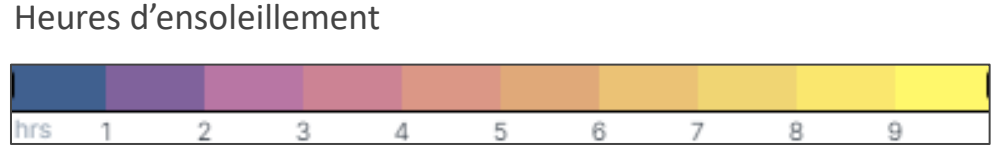
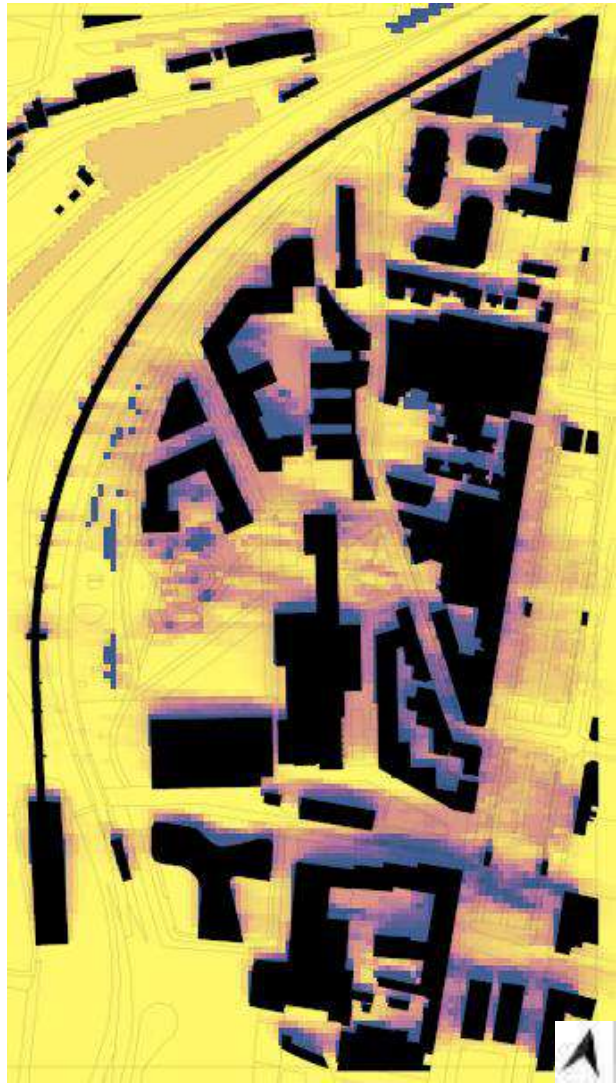


Diagramme solaire

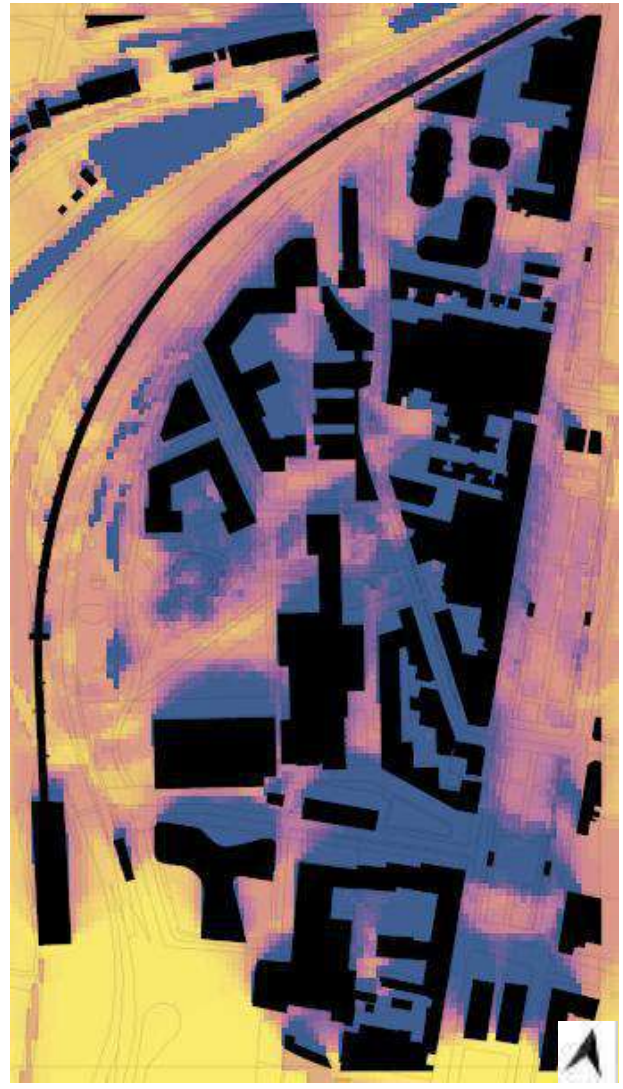
ENSOLEILLEMENT



Ensoleillement au 21 juin



Ensoleillement au 21 mars



Ensoleillement au 21 décembre

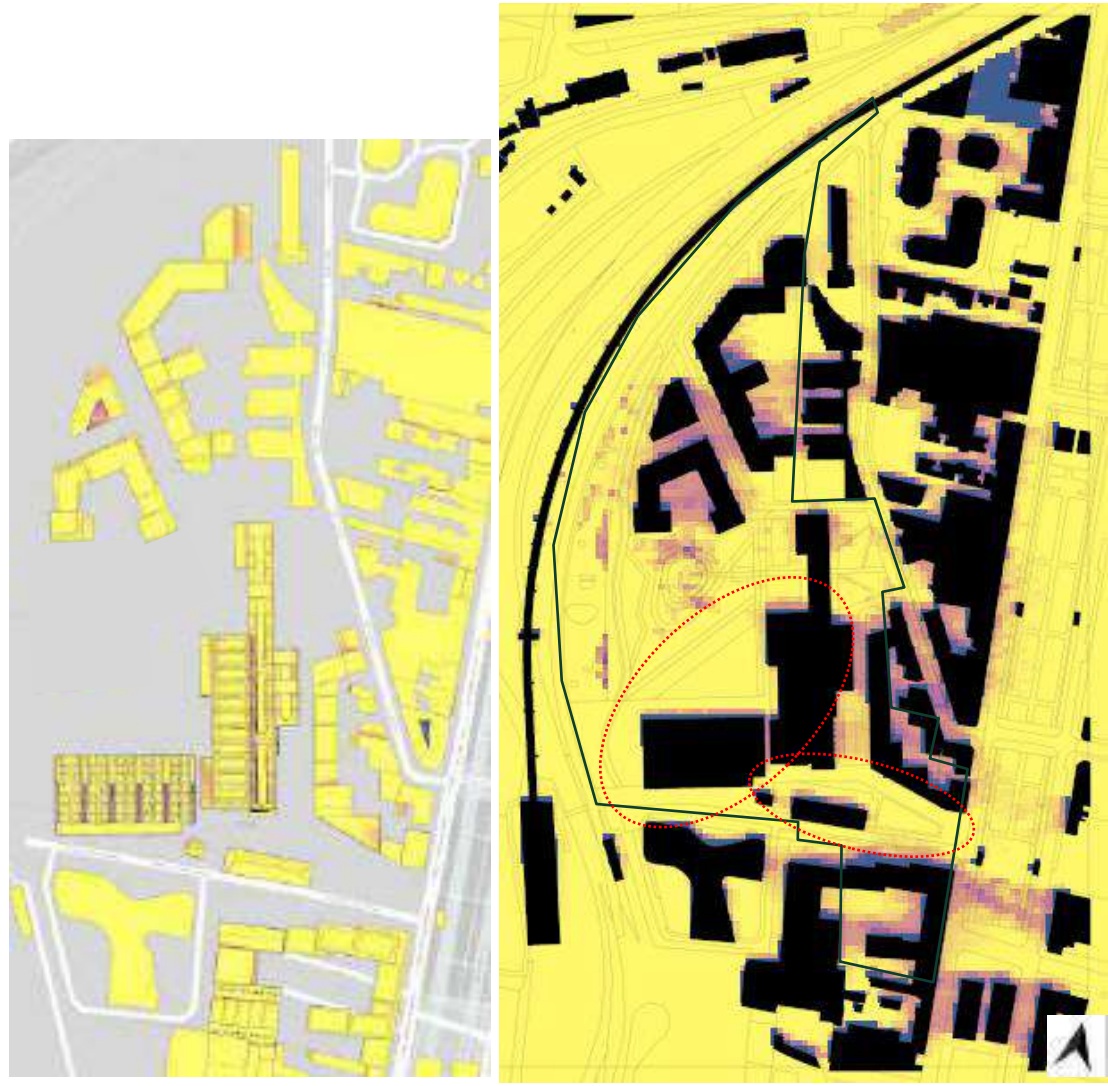
© TERAO 2025

ENSOLEILLEMENT

La majorité des surfaces du projet sont très ensoleillées en été. En particulier autour des Cathédrales sur les parvis où il n'est pas possible de planter des arbres. Ces zones sont donc sensibles à la surchauffe et créent de grandes zones sans abri contre la chaleur. Le choix de revêtements de sol sur ces zones aura donc un impact important sur le potentiel de captation et conservation de la chaleur du site.

C'est également le cas des revêtements de toitures car celles-ci sont pour la grande majorité ensoleillée toute la journée.

Les zones les plus protégées du soleil sont les cœurs d'îlots où les bâtiments et les arbres ombragent les espaces extérieurs.



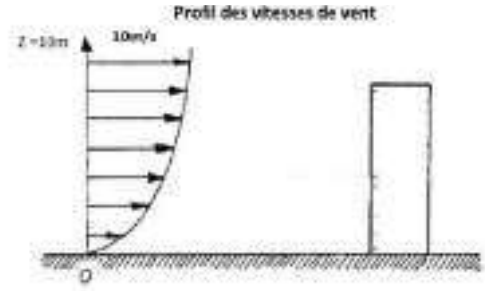
Ensoleillement des toitures au 21 juin

Ensoleillement au sol au 21 juin

© TERAO 2025

Étude du confort au vent

ETUDE AÉRAULIQUE



Le confort au vent est un **paramètre morphologique.**

Pour analyser le confort au vent, il a été choisi de simuler avec des conditions typiques d'été.

Le confort au vent est étudié sur un plan à hauteur d'homme, situé à 1,5m du sol, afin d'étudier les situations d'inconfort pour les piétons.

OBJECTIF :

Déterminer les zones bien ventilées et les zones défavorisées vis-à-vis du rafraîchissement lié aux vents en période estivale

Vitesse du vent m/s		Caractéristiques du vent
Force	Z = 2 m	
2	1,5-3	Les visages ressentent la sensation du vent. Les feuilles bruissent.
3	3-4,5	Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanent. Le vent déploie pleinement les drapeaux. Les cheveux sont dérangés. Les vêtements amples battent au vent.
4	4,5-7	La poussière et les papiers se soulèvent. Les branches s'agitent. Les cheveux sont décoiffés.
5	7-9	Les petits arbres avec des feuilles oscillent. La marche est légèrement perturbée.
6	9-11	Les grosses branches se mettent en mouvement. Le vent siffle dans les fils téléphoniques. Les parapluies sont utilisés avec peine. La marche devient très instable.
7	11-14	Les arbres sont totalement en mouvement. On éprouve de grosses difficultés à marcher contre le vent.
8	14-17	Les branches d'arbres se cassent. D'une façon générale, progression piétonne très difficile et dangereuse.
9*	17-20	Risque d'être violemment projeté à terre sous l'effet des bourrasques.

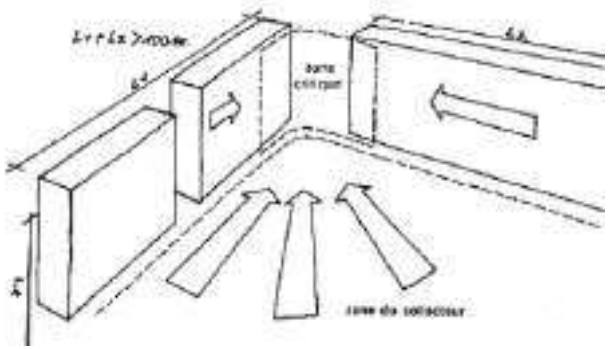
On considère qu'à partir d'une vitesse de 3,5m/s, il y aura un sentiment d'inconfort en hiver.

A partir de 9m/s, ce sont des fortes rafales de vent, qui peuvent entraîner des problèmes de sécurité pour les piétons.

© TERAO 2025

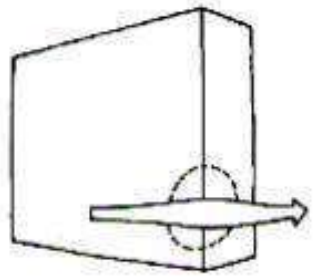
LES EFFETS DE TURBULENCE CLASSIQUE SONT PRÉSENTÉS CI-DESSOUS:

Effet Venturi



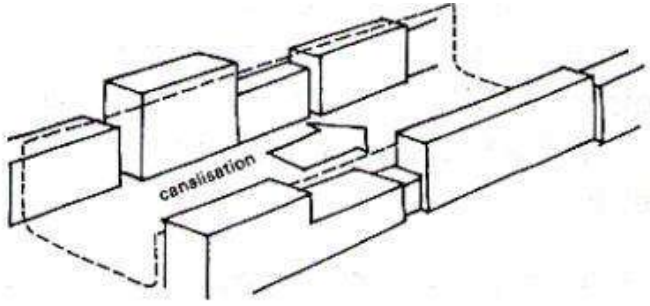
Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert : le rétrécissement du passage a pour effet d'augmenter la vitesse pour un débit identique

Effet de coin



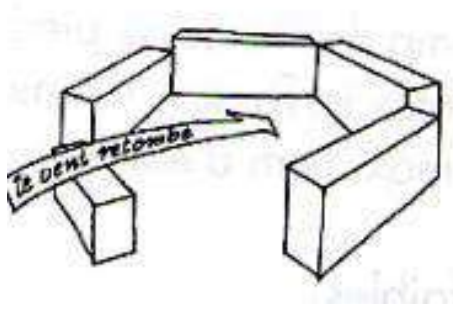
Phénomène d'accélération localisée, à l'angle d'un bâtiment, dû à un gradient très élevé du champ de pression sur un espace limité entre la façade exposée et celle qui se situe en dépression.

Effet de canalisation



Ensemble construit formant un couloir à ciel ouvert
Une canalisation ne constitue pas une gêne particulière si ce n'est qu'elle peut transmettre une anomalie sur toute sa longueur (Venturi)

Effet de maille

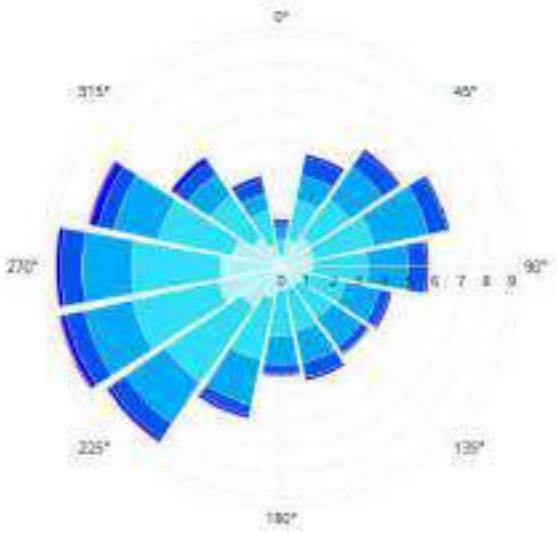


Juxtaposition de bâtiments formant alvéole ou poche. Dépend de la hauteur et de l'orientation du vent.

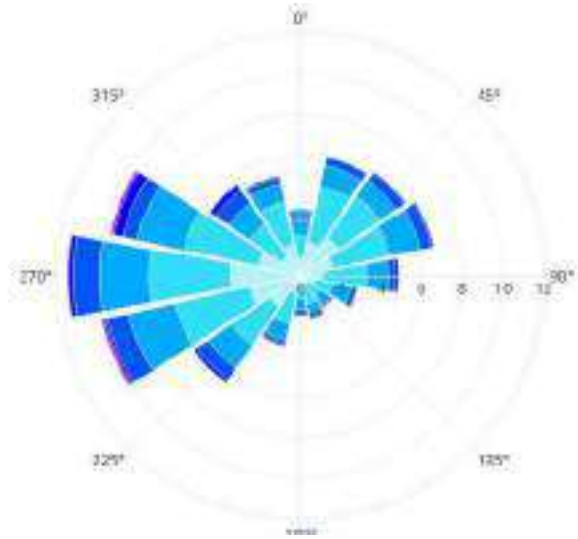
Source : Gandemer, intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti

ÉTUDE AÉRAULIQUE – VENT SUR LE SITE

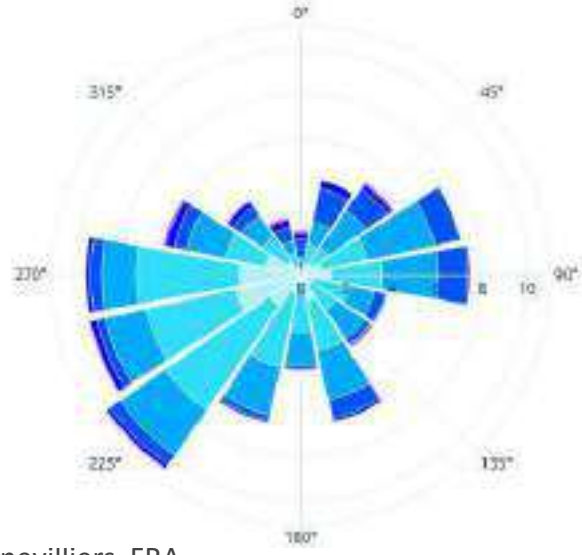
Rose des vents annuels



Rose des vents en été



Rose des vents en hiver



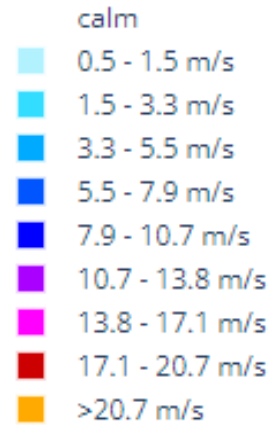
Rose des vents – Station Paris-Montsouris – fichier INCLIBATI adapté à Gennevilliers, FRA

Les résultats de l'étude aéraulique et la rose des vents montrent que **les vents dominants sont d'une orientation ouest et sud-ouest pendant toute l'année.**

- Hiver : présence de **vents provenant du sud-ouest l'hiver.**
- Eté : présence de **vents provenant de l'ouest l'été.**

En période caniculaire, l'objectif est d'attirer au maximum le vent sur la parcelle pour améliorer le confort thermique des usagers. Le vent a des effets positifs estival en extérieur et en intérieur.

En revanche, en hiver, ce vent peut être vécu commune contrainte.



© TERAO 2025

ÉTUDE AÉRAULIQUE – VENT PROVENANT DU SO

VITESSE DE VENT EN ÉTÉ (3 M/S) PROVENANT DE L'OUEST (270°)

Vitesse du vent d'Ouest en m/s sur site à 1,5m

- Les vents ouest sont présents toute l'année et très majoritaires en été
- Contrairement à la majorité des sites urbains, le site n'a pas d'obstacle en bordure de site du côté de la provenance principale des vents du fait de la présence du grand faisceau de voie ferrée à l'ouest du site.
- Le vent balaie le parc et s'engouffre dans le chemin des petits cailloux
- Le site est donc globalement bien ventilé, à l'exception des cœurs d'îlot pour lesquels les bâtiments créent une barrière. **La chaleur aura donc tendance à s'accumuler dans les cœurs d'îlot.**

© TERAO 2025

Étude de l’Ilot de Chaleur Urbain - ICU

L'ILOT DE CHALEUR URBAIN

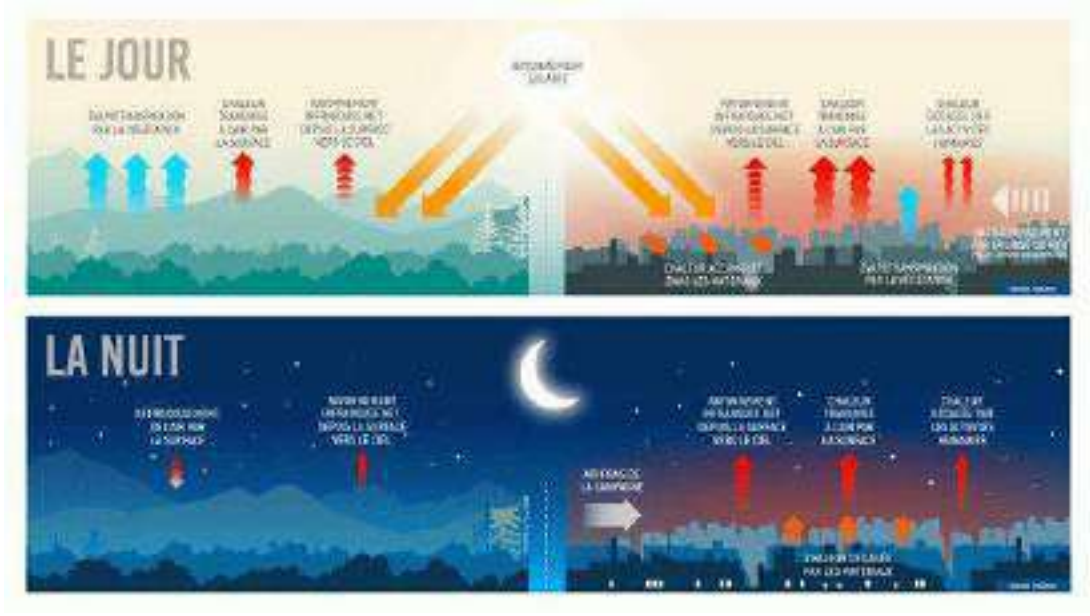
L'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) est un facteur aggravant des vagues de chaleur et en particulier des épisodes de canicule. La ville par sa minéralité, ses matériaux, sa rugosité, ses carences en eau et en végétation, ses activités anthropiques émettrices de chaleur et de polluants, est source de perturbations radiatives, thermiques, hydrologiques et aérologiques qui influent sur le climat en réchauffant l'atmosphère.

L'ICU est un **phénomène lié à une zone urbaine** dont la température est significativement plus élevée sur sa périphérie, il s'apprécie la nuit. En effet, en période de fortes chaleurs, **il n'existe quasiment pas de différence entre les zones périphériques et les zones urbaines, par contre c'est la nuit que les principales différences apparaissent**. En ville, le refroidissement nocturne sera moindre, ce qui impactera lourdement le confort des habitants ainsi privés de récupération après une journée caniculaire.

Ce phénomène est lié à plusieurs facteurs :

- L'occupation du sol
- La morphologie urbaine
- Le dégagement de chaleur issu des activités humaines (moteurs, systèmes de chauffage et climatisation)
- Les propriétés des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, des voiries.

Description du phénomène d'ICU: Augmentation de la température nocturne en aires urbaines.



Les variations de température selon les types de milieu – Source : US Environmental Protection Agency

L'ILOT DE CHALEUR URBAIN

L'Institut Paris Région a proposé une modélisation numérique à l'échelle de l'îlot basée sur la classification des Zones climatiques locales (Local Climate Zones, LCZ) pour caractériser l'influence climatique des îlots d'après leur typo-morphologie, leur comportement thermique ou radiatif et leur potentiel de rafraîchissement.

La cartographie de l'état existant permet d'identifier comment, la nuit, l'îlot de chaleur urbain se manifeste principalement sur les surfaces minéralisées et, plus particulièrement, sur les îlots les plus denses avec des aggravations moyennes à fortes de l'aléa de vague de chaleur (orange et rouge). Pendant la nuit, il y a une restitution de la chaleur emmagasinée par les revêtements minéraux à forte inertie thermique.

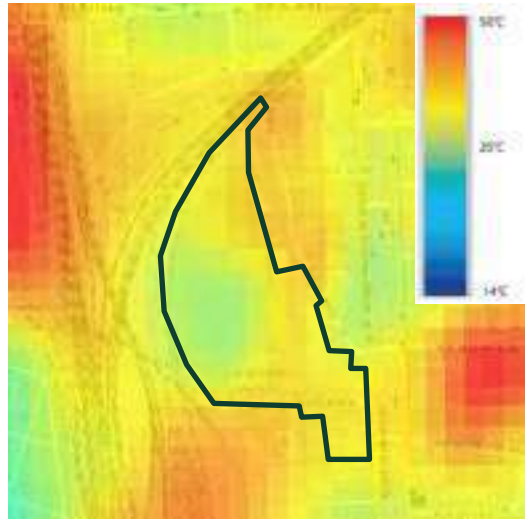
À l'inverse, les zones de végétalisée ainsi que les îlots peu denses ont un faible impact sur l'aggravation du phénomène ICU pendant la nuit. Bien qu'ils puissent atteindre des hautes températures pendant la journée, la surface de sol perméable facilite l'évacuation de la chaleur, ce qui permet de limiter l'impact sur l'effet ICU pendant la nuit (bleu).

Le site est en zone urbaine dense. Les cartographies de l'institut Paris Région montrent que les constructions adjacentes participent à l'îlot de chaleur urbain. La thermographie met en évidence que le technicentre et les voies ferrées qui jouxtent le site sont des zones qui peuvent monter fortement en température.

A l'inverse le site est en friche et la végétation s'est installée, la parcelle ressort donc comme une zone fraiche. Cependant, malgré la présence de végétation, des dalles subsistent sous la végétation et il n'y a que très peu d'arbres de hautes tiges sur le site. Ainsi l'artificialisation du sol et le manque d'ombre ne permettent pas un rafraîchissement et un refuge optimal en cas de forte chaleur. De plus pour les besoins du chantier du CDG Express une grande partie du site a déjà été défriché par la SNCF.

Aujourd'hui, aucune population n'est concernée par ce risque sur le site des Cathédrales du Rail car les bâtiments sont inutilisés depuis l'abandon du site, il est cependant important que l'aménagement du futur quartier apporte un soin particulier à la maitrise du phénomène d'îlot de chaleur urbain sur ce projet.

Effet d'îlot de chaleur urbain pendant la journée et la nuit. Institut Paris Région 2023.



Thermographie du 7 aout 2020

LE CONFORT THERMIQUE

L'analyse du confort thermique à l'extérieur présente des intérêts majeurs en matière de santé et de bien être dans la ville, d'adaptation au changement climatique et de conception d'espaces de qualité.

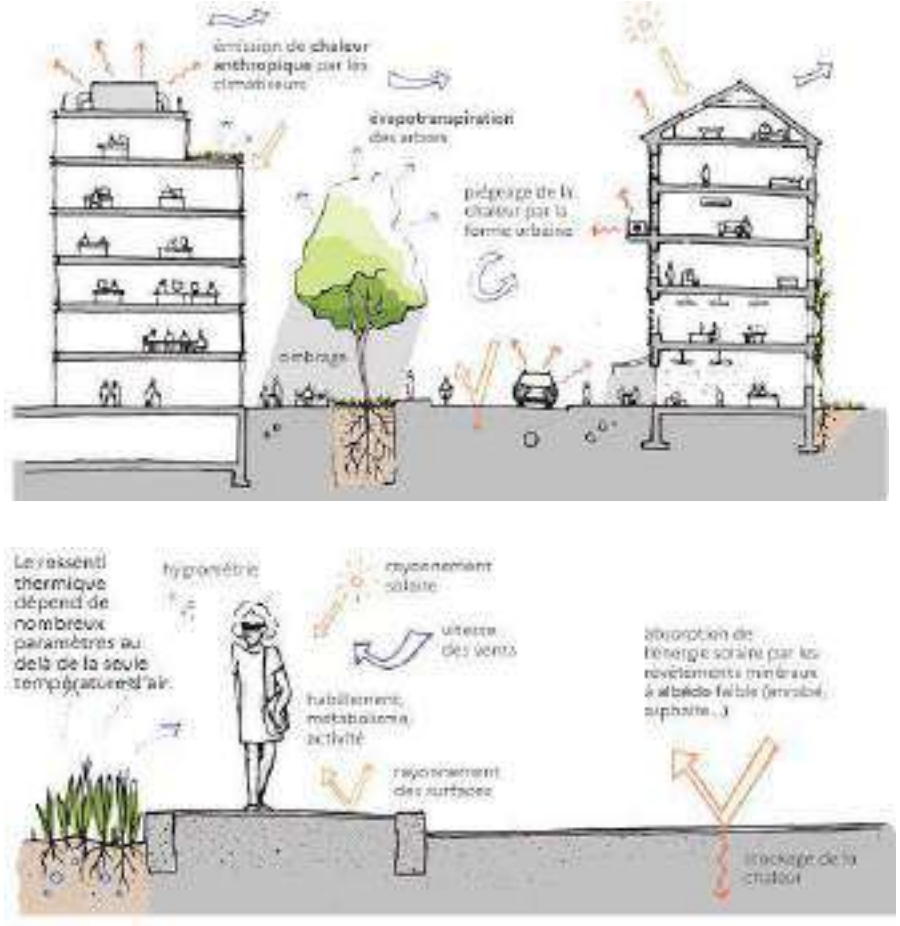
Néanmoins, elle représente une **donnée complexe à modéliser** parce que plusieurs paramètres entrent en jeu sur des conditions climatiques très variables **: la température d'air, l'humidité relative, l'ensoleillement (radiations directes et diffuses), la température radiante, la vitesse d'air, l'activité et l'habillement.**

Il n'est donc pas pertinent de mesurer le confort extérieur avec une simple température d'air. Des indicateurs ont été définis sur la base du modèle biométéorologique humain, qui mesure la réponse du corps humain (ressenti de confort) à ces différents facteurs de stress thermique. **Les indicateurs d'évaluation de l'efficacité en termes de rafraîchissement sont :**

- **La température de surface :** elle varie très fortement en fonction de l'exposition au soleil et du vent, ainsi que des caractéristiques des matériaux. Cette grandeur impacte le confort thermique par le biais de la température moyenne radiante et sur la température d'air par le biais du phénomène de convection.

- **La température de l'air :** en général, la circulation de l'air en ville permet une diminution du réchauffement des espaces publics grâce à une dispersion constante de la chaleur. Dans les modélisations, la température est résultante d'un calcul et est partiellement représentative du ressenti thermique.

- **Les indices de confort :** permettent de calculer le ressenti en température d'un passant ou d'un habitant. Il calcule les échanges de chaleur entre le corps humain et son environnement, en intégrant les paramètres météorologiques de température, humidité, vent et rayonnement. Les indices UTCI (universal thermal climate index) et PET (physiological equivalent temperature) sont les plus utilisés.



Le confort thermique, ADEME

PARAMÈTRES DE SIMULATION

Un modèle a été crée pour simuler deux jours chauds consécutifs en été et étudier le comportement du site vis-à-vis de l'ICU et du confort thermique.

La simulation a été faite sur le logiciel Envi-Met. Un logiciel de modélisation en 2,5D qui réalise le calcul des données de microclimat urbain à partir d'un modèle et de conditions météorologiques particulières prédéfinies.

La modélisation du projet a été faite partir du model 3D et du plan de masse du projet transmises par D&A et Coloco. Les données du contexte ont été complétées par les données IGN et des photos satellites (google earth).

Maillage (lxLxh) 4m x 4m x 3m

État existant - Google Earth

Model 3D - Envimet

MATÉRIAUX :

	Albédo
Sol nu / gazon sec	0,2
Stabilisé	0,37
Sol nu minéral	0, 29
Pavé granite / Pavé enherbé	0,31
Dalle béton/ béton bouchardé	0,30
Voie ferrée	0,15
Asphalte noir	0,16
Chaussée Bitumineuse	0,10

VÉGÉTATION :

Arbres de 5, 10 et 15m de hauteur

	Hauteur
Gazon/prairie	0,1 m/0,5m
Massif arbustif	1,0 m
Massif arbustif haut	2,0 m

© TERAO 2025

PARAMÈTRES DE SIMULATION

Les conditions de simulation d'ENVI-met ont été calculées sur la base d'un horizon temporel moyen (2050) en prenant en compte les hypothèses du scénario RCP 8.5.

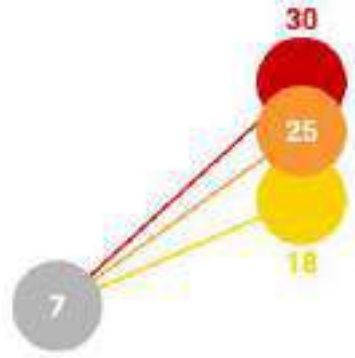
Le RCP 8.5 représente le scénario le plus pessimiste parmi les quatre trajectoires RCP. Il correspond à une trajectoire où les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter fortement.

La simulation a été réalisée en prenant en compte l'augmentation des températures moyennes. Les jours de vagues de chaleur sur un horizon moyen (2050) sont estimés à 14 jours sur l'année. Ces épisodes restent exceptionnels et ne sont pas représentatifs de la température typique d'un jour chaud d'été.

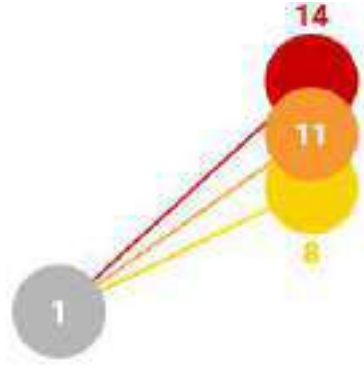
Les simulations ont été effectuées en prenant en compte, non pas des conditions les plus extrêmes de température lors de vagues de chaleur mais en simulant une journée d'été chaude typique sur un horizon temporel moyen (01/08/2050).

TEMPÉRATURE MOYENNE PAR SAISON (EN °C) 2050

NOMBRE ANNUEL DE NUITS CHAUDES (>20°C) 2050



NOMBRE ANNUEL DE JOURS EN VAGUE DE CHALEUR 2050



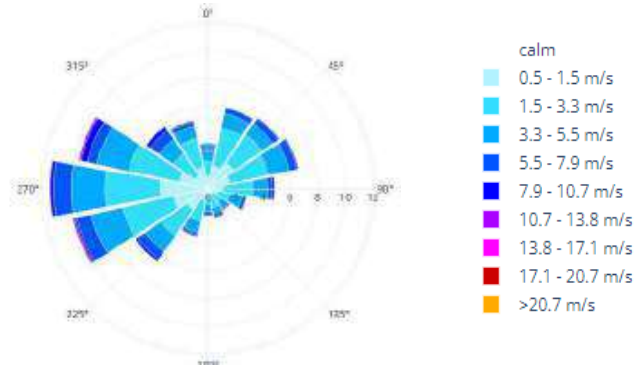
Projections Climadiag pour la commune de Saclay 2050

PARAMÈTRES DE SIMULATION

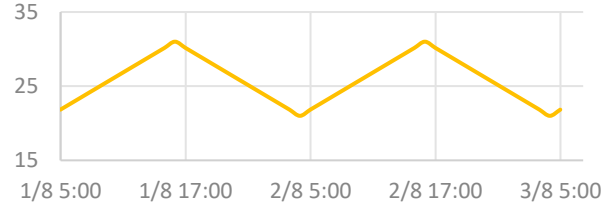
CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES DE LA SIMULATION

Date et durée de la simulation	De 05:00 h 01/08/2050 à 05:00h 03/08/2050 (simulation sur 48h)
Vitesse du vent	3 m/s à 10 m du sol
Direction du vent	Ouest, en prenant les conditions fréquentes les plus défavorables.
Température min de l'air :	T min=21°C à 5h
Température max de l'air	T max=31°C à 16h
Humidité	48% à 85%
Couverture nuageuse	Ciel dégagé

ROSE DES VENTS EN ÉTÉ



Station Paris-Montsouris – fichier inclibâti 2050 RCP 8.5 adapté à Gennevilliers, FRA

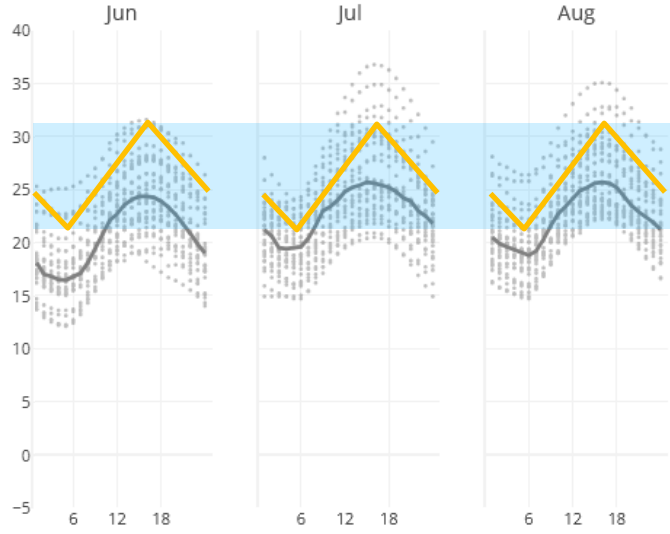


Température de la simulation (°C)

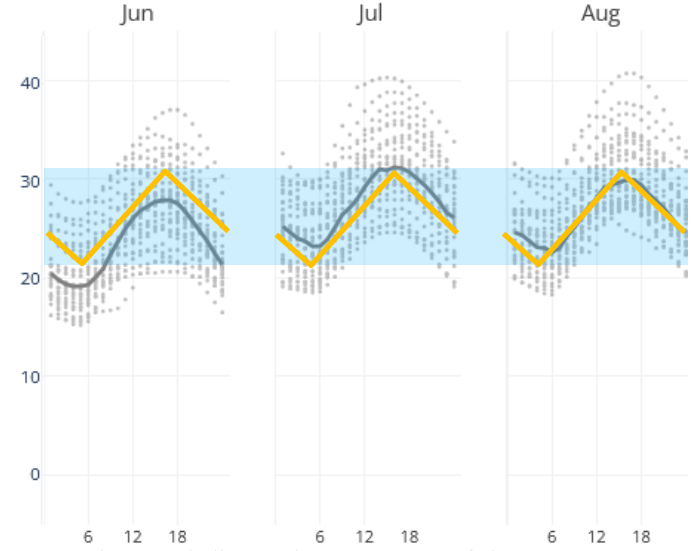
Actuellement le seuil d'alerte canicule de Seine-Saint-Denis considère des températures de 21°C pour la nuit et 31°C en journée (représentée dans la zone en bleue dans les graphiques ci-contre).

La courbe de température utilisée dans la simulation est modélisée en jaune ci-contre.

On peut voir que ces températures seront toujours au-dessus de la moyenne en 2050 mais seront beaucoup plus communes en 2100 (Selon le scénario RCP 8.5).



*Température de l'air ambient par jour – fichier inclibâti **2050 RCP 8.5** adapté à Gennevilliers, FRA*



*Température de l'air ambient par jour – fichier **2100 RCP 8.5** Paris Montsouris, FRA*

© TERAO 2025

LA TEMPÉRATURE D'AIR

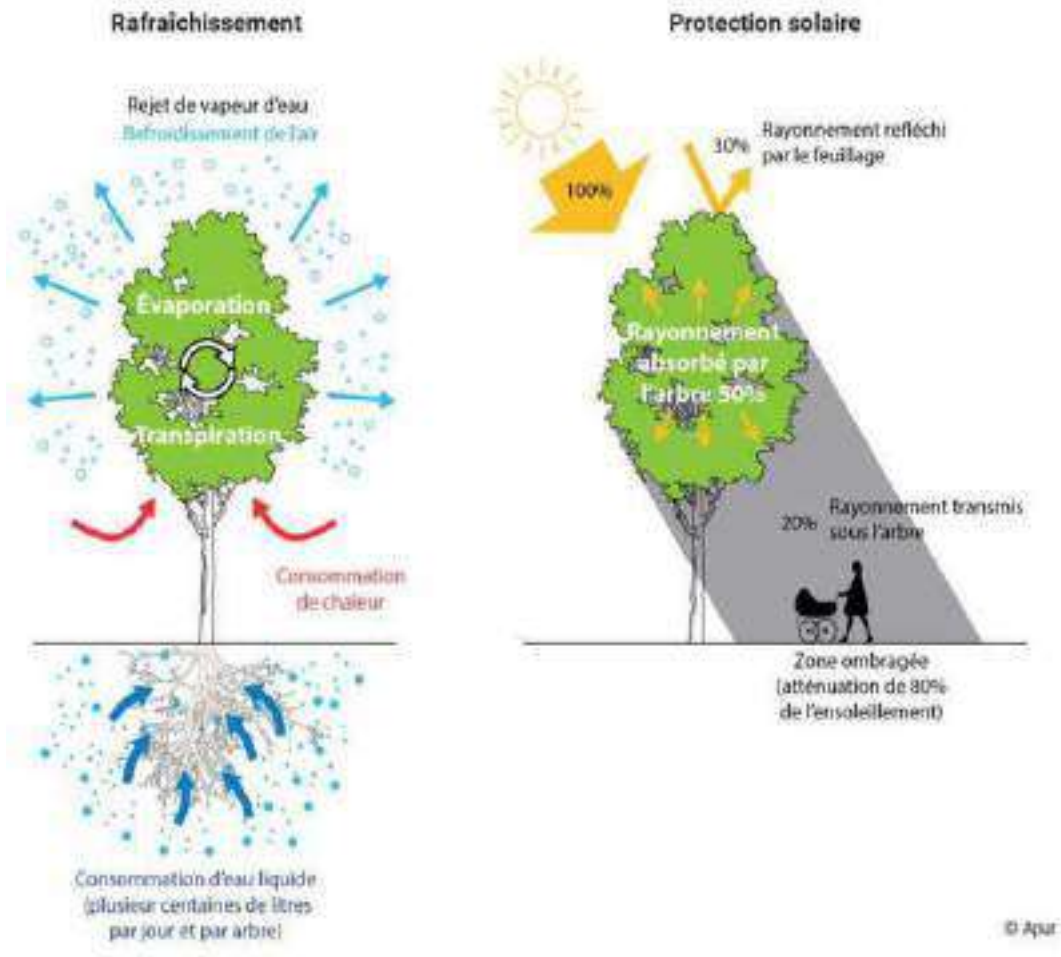
La circulation de l'air en ville permet une diminution du réchauffement des espaces publics grâce à une dispersion constante de la chaleur. Il apporte une sensation de ventilation naturelle.

La température de l'air peut être fortement influencé par la libération de chaleur des différents types de surfaces, les conditions du vent et l'humidité.

La végétation joue un rôle clé dans le rafraichissement de la température de l'air:

Un arbre mature isolé : 450 l d'eau/jour
= Rafraichissement de 4 à 8 °C
= 5 climatiseurs fonctionnant 20h/jour

(Source: Pitt, D., et al. 1979)



L'effet du réfléchissement des arbres: APUR

La température d'air

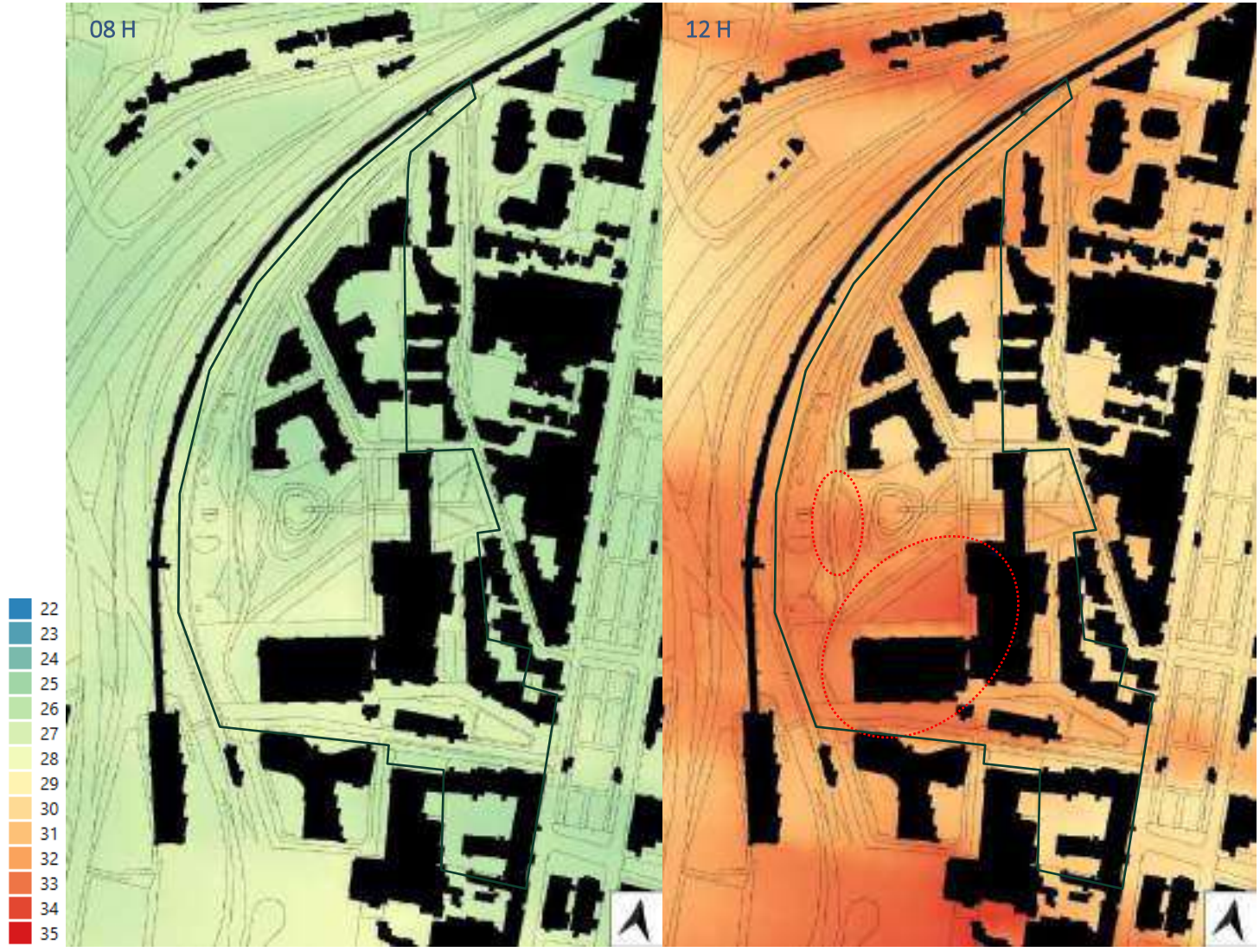
Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

Les températures d'air sont données à hauteur de piéton à h=1,5m

À 8h, la température de l'air est plutôt homogène entre 25°C et 28°C. Les zones les plus refermées et les zones arborées, comme les cœurs d'îlot et la butte du parc, sont légèrement plus fraîches à ce moment de la journée.

À 12h, la température de l'air se réchauffe rapidement pour atteindre jusqu'à 33 °C dans les zones ensoleillées.

La zone la plus chaude se trouve autour de la petite cathédrale, elle se prolonge sur la piste ludique.



© TERAO 2025

La température d'air

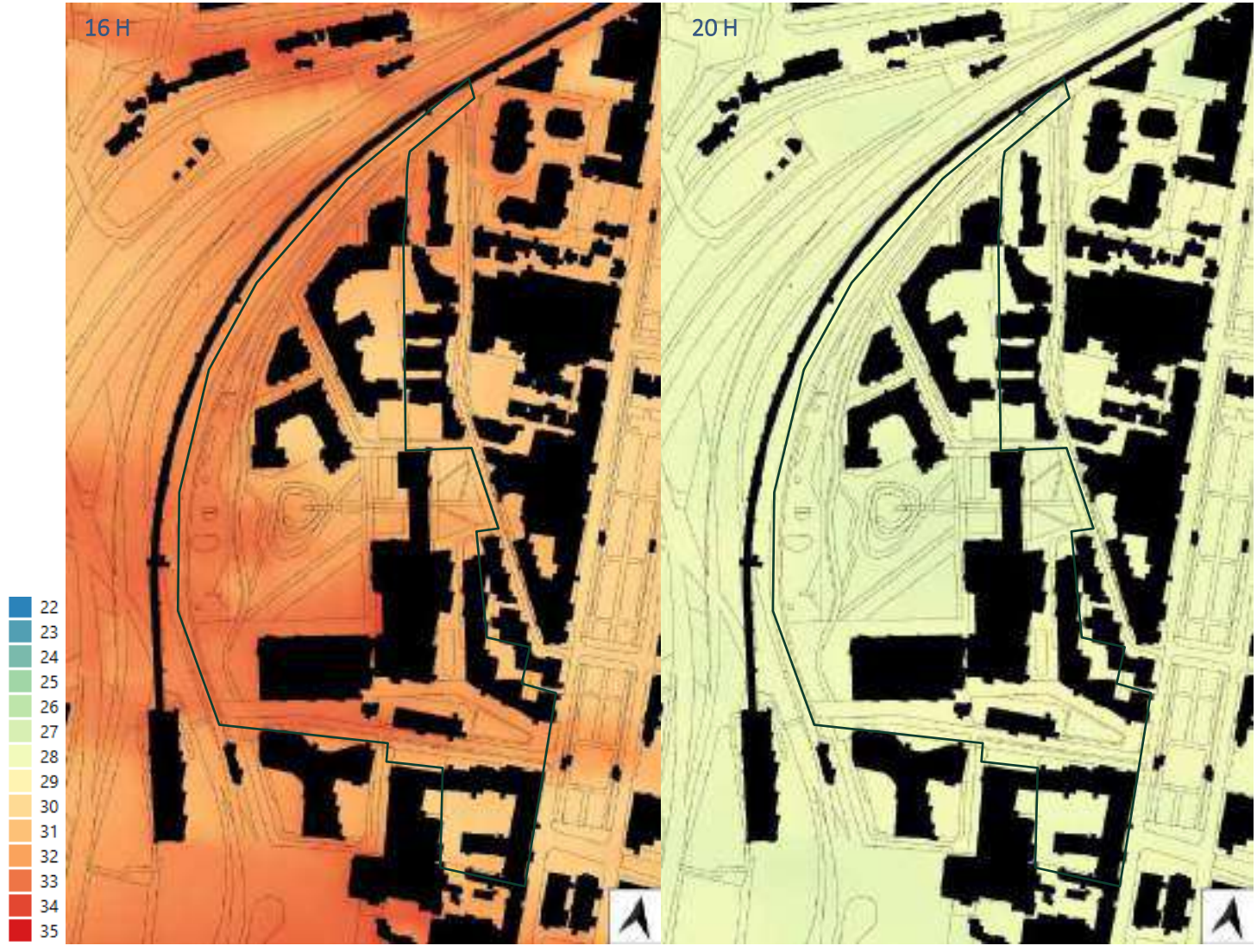
Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

Les températures d'air sont données à hauteur de piéton à h=1,5m

À 16h, la température de l'air atteint son maximum. La plus haute valeur se maintient à 33°C mais sur une zone plus étendue qu'à midi. Les zones les plus chaudes sont en bordure de site à l'Ouest et autour de la petite Cathédrale.

L'air au sein des cœurs d'îlot du projet est plus frais et reste à environ 30°C.

À 20 h, la température de l'air redescend et s'homogénéise autour de 28°C.



© TERAO 2025

La température d'air

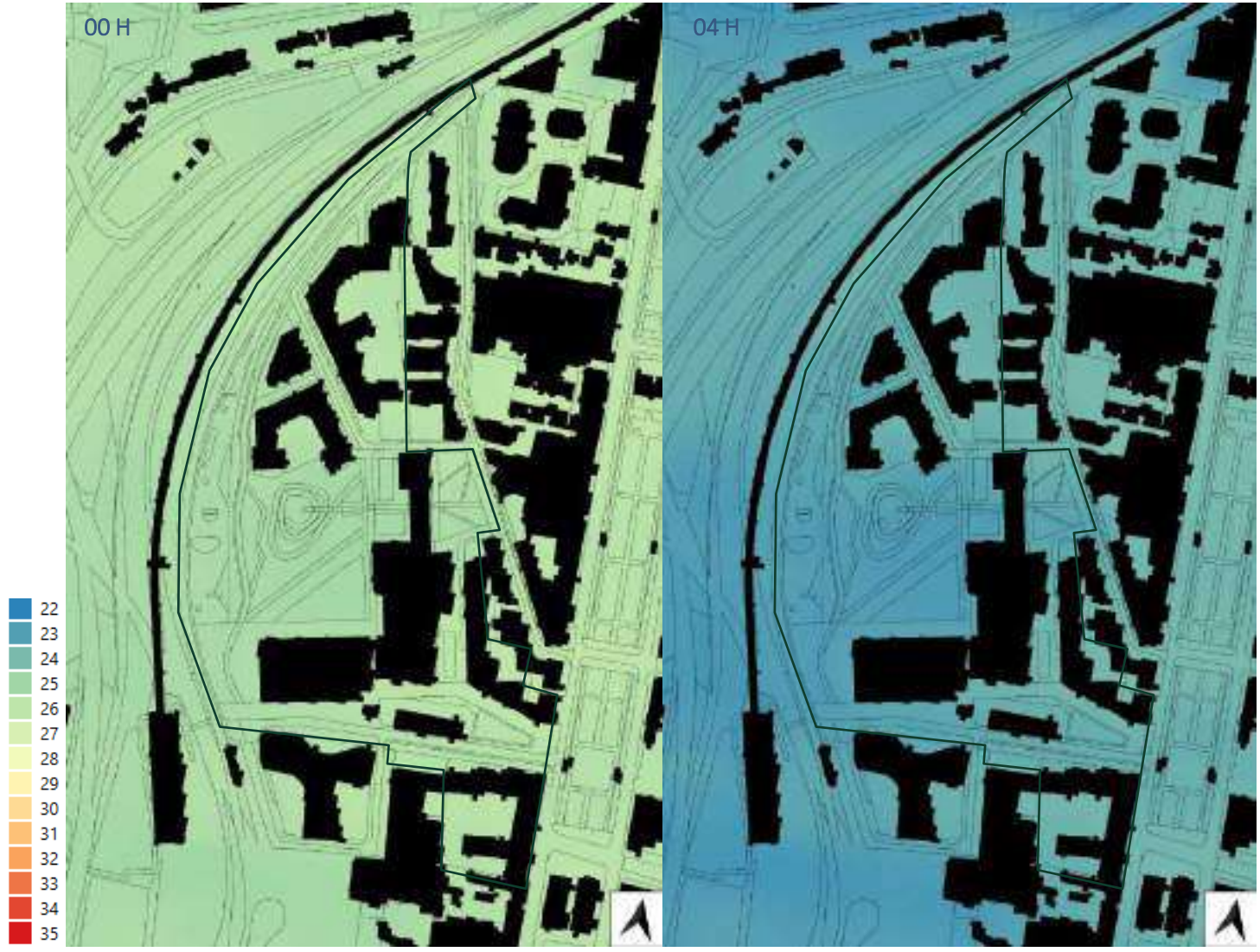
Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

Les températures d'air sont données à hauteur de piéton à h=1,5m

À minuit, la température de l'air se refroidit de façon homogène jusqu'à 25°C.

À 4 h, au moment le plus frais, les surfaces ont libéré la majorité de la chaleur absorbée durant la journée.

La température de l'air descend jusqu'à 23° dans le parc, où la végétation dissipe plus rapidement la chaleur. Dans les cœurs d'îlot, la température reste un degré plus haut. Cela est expliqué par une ventilation moins optimisée, contribuant à garder la chaleur sur un laps de temps plus long.



© TERAO 2025

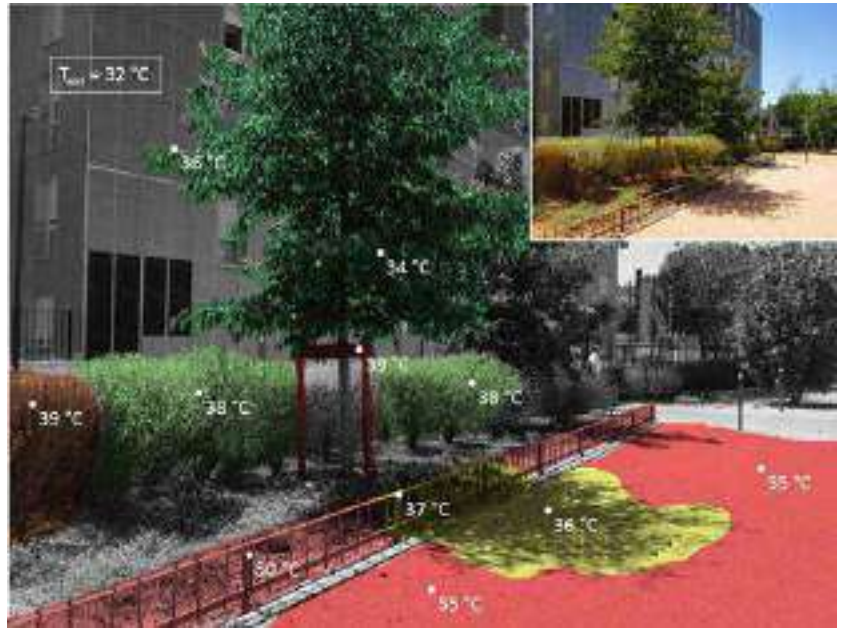
LA TEMPÉRATURE DES SURFACES

L'albédo, qui correspond à la **capacité d'une surface à réfléchir ou absorber les rayons solaires,** joue un rôle significatif dans le réchauffement des espaces urbains. **Les matériaux de couleur claire, possédant un albédo élevé,** peuvent être utilisés sur les sols, les murs et les toitures afin de **limiter l'absorption de chaleur et favoriser la réflexion de l'énergie solaire.**

Lorsque l'albédo est élevé (proche de 1), la surface réfléchit une grande partie de l'énergie solaire, renvoyant ainsi la chaleur vers l'atmosphère sans la stocker. À l'inverse, un revêtement à albédo faible (entre 0 et 0,2) absorbe fortement l'énergie solaire. **Si ce revêtement possède également une forte inertie thermique (comme l'enrobé), il emmagasinera la chaleur tout au long de la journée et continuera à la restituer durant la nuit, contribuant ainsi à l'îlot de chaleur urbain.**

Parmi les revêtements à albédo élevé, on distingue :

- **Les revêtements traditionnels** : revêtements claires, bétons désactivés, sablés, sols stabilisés, graviers blancs…
- **Les revêtements innovants dits "cool"** : caractérisés par un albédo supérieur à 0,7, tels que les peintures réfléchissantes et les peintures thermochromiques.



Mesures de la température de surface sur la ZAC du Bon Lait. Grand Lyon, 2015. Cerema.

Repères sur les températures des surfaces. AGAM 2018

© TERAO 2025

LA TEMPÉRATURE DES SURFACES

Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

08 H

Dès 8h du matin, les différences de température de surface entre les zones ensoleillées/ombragées et les matériaux minéraux/végétation sont déjà perceptibles.

Malgré leur inertie les surfaces au sol minérales ensoleillées peuvent atteindre 30 °C, tandis que celles situées à l'ombre restent à 26 °C.

Les surfaces végétales exposées au soleil matinal atteignent 33 °C, et les espaces végétalisés ombragés se maintiennent à 25 °C, bénéficiant de l'effet rafraîchissant de l'évapotranspiration.

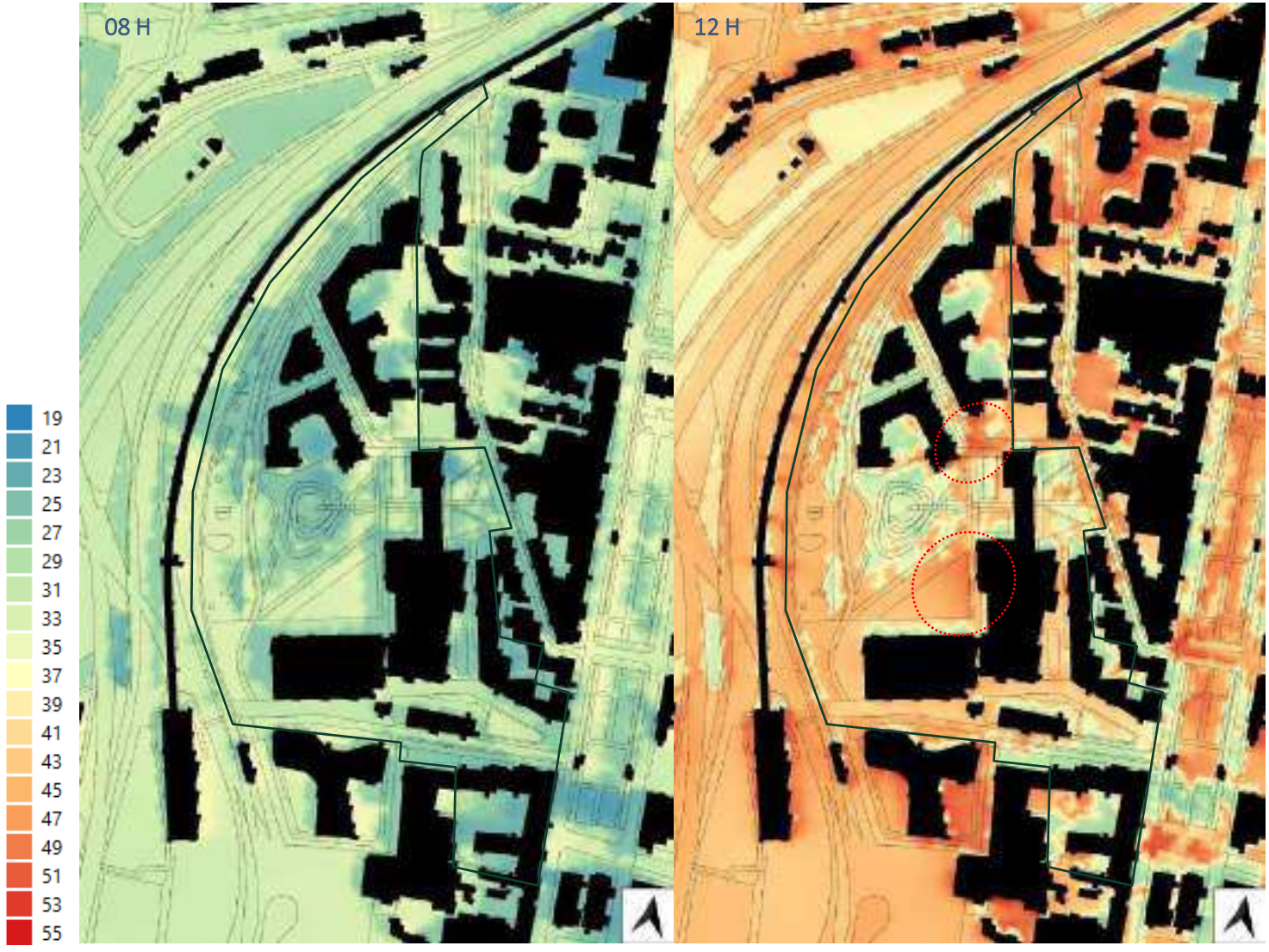
12 H

À midi, les écarts de température se prononcent plus nettement et beaucoup de surfaces atteignent leurs températures maximales.

Les espaces végétalisés se situent entre 28 °C à l'ombre et 46 °C en plein soleil.

Les surfaces situées sous des groupements d'arbres affichent les températures les plus basses.

Les surfaces minérales atteignent 30°C à l'ombre et peuvent dépasser 50°C lorsqu'elles sont exposées en plein soleil depuis la matinée.



© TERAO 2025

LA TEMPÉRATURE DES SURFACES

Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

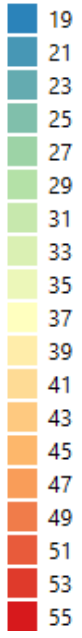
16 H

À 16h, les températures de surfaces commencent à redescendre. Les espaces bitumés encore exposés en plein soleil sont à 45°C. Les surfaces à l'ombre peuvent rester à 32°C.

Les espaces végétalisés peuvent conserver une température jusqu'à 40-42°C en absence d'ombrage, et peuvent maintenir des températures basses jusqu'à 26°C dans les cœurs d'îlot les plus ombragés.

20 H

À 20h, les surfaces libèrent la chaleur cumulée pendant la journée.
Les températures des surfaces descendent significativement, avec des réductions allant jusqu'à 10°C par rapport aux températures à 16h.
Ainsi, les surfaces minérales ayant emmagasinées le plus de chaleur se situent entre 30 et 33°C et les espaces verts se situent entre 24 et 28°C.
La distinction entre surface minérale et végétale devient nette.



© TERAO 2025

LA TEMPÉRATURE DES SURFACES

Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

00 H

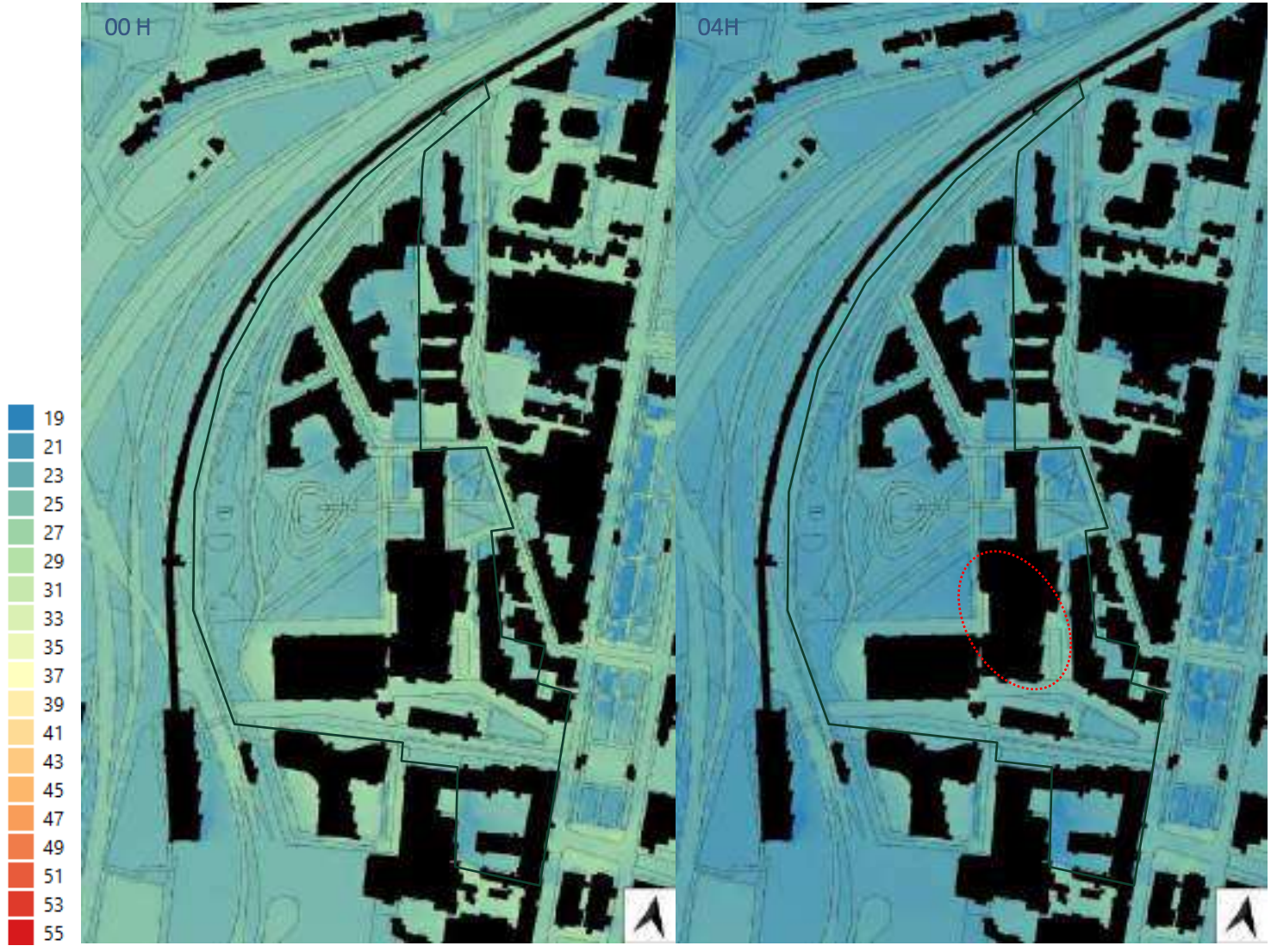
À minuit, la restitution thermique de la chaleur cumulée dans les matériaux continue et les températures sur l'ensemble du site sont plus homogènes.

Les surfaces minérales continuent de libérer la chaleur emmagasinée, et approchent les 26°C.

Les surfaces végétalisées redescendent plus rapidement grâce à leur faible capacité de stockage thermique, entre 22°C-24°C.

04 H

À 4h, au point le plus froid de la journée, les surfaces minéralisées ont libéré une grande partie de leur chaleur stockée et elles atteignent des températures entre 23-24°C.
Malgré ce refroidissement, elles restent encore légèrement plus chaudes que les surfaces végétalisées.
Sur le projet, c'est autour de la grande cathédrale que les surfaces conservent le plus de chaleur.
Les surfaces végétalisées se refroidissent plus rapidement se stabilisent près de la température d'air vers 21°C.



© TERAO 2025

ACCUMULATION DE CHALEUR

La simulation a été réalisée sur **2 jours consécutifs avec les mêmes conditions climatiques**. L'objectif de cette simulation est d'analyser les espaces où la chaleur arrive à se dissiper et les espaces où la chaleur s'accumule. Les images ci-contre montrent **les différences de température à une même heure** entre le deuxième et le premier jour. Les différences étant positives cela montre les zones où la chaleur s'est accumulée.

AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE D'AIR

À 16h, les températures d'air sont à leur maximum. L'image de gauche montre la différence de température d'air à 16h.
On peut remarquer que le site a accumulé de la chaleur et que les températures d'air sont plus élevées (jusqu'à 0,6°C) sur certains espaces dans le site notamment sur les zones les plus fraiche à 16h : la butte et dans les cœurs d'îlot.

ACCUMULATION DE CHALEUR DES SOLS

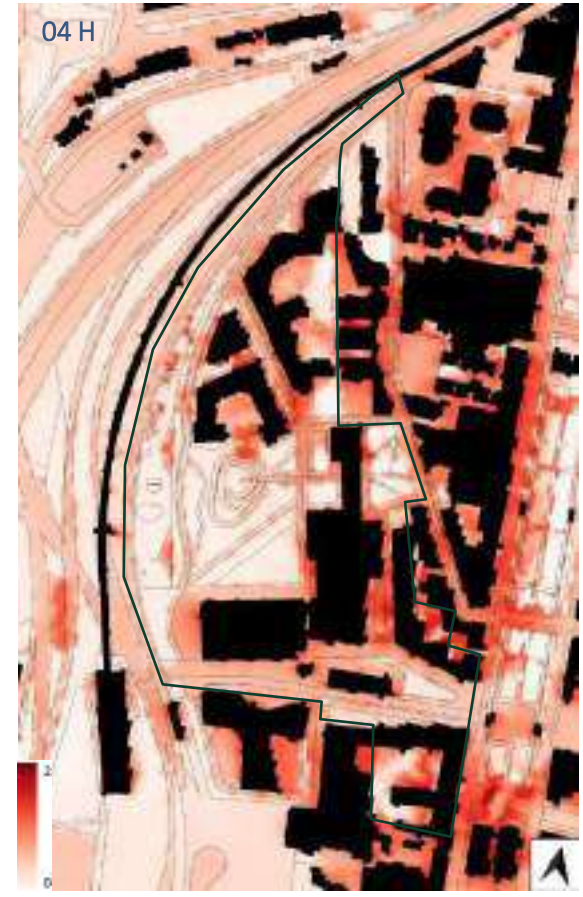
Entre 4h et 6h, c'est le moment le plus frais de la journée. Les sols ont libéré la chaleur stockée dans la journée. Cependant une partie de cette chaleur peut ne pas être évacuée. L'image de droite montre la différence de température des sols à 4h après la première et la deuxième journée de simulation.

On peut voir que des zones ont conservé jusqu'à 1,5°C de plus que la nuit précédente.

La majorité de ces surfaces sont minérales mais on trouve également les surfaces des cœurs d'îlot.

DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE D'AIR À 16H

DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE DE SURFACE À 04H



La localisation de ces accumulations de chaleur dans l'air ou au sol montrent que **plus les jours chauds s'enchaînent plus les cœurs d'îlot se réchaufferont** et l'inconfort sera d'autant plus présent dans ces zones notamment la nuit.

L'image de droite montre également l'importance de limiter les surfaces minérales et sombres car se sont elles qui accumulent le plus de chaleur de jour en jour.

Enfin, plus les jours chauds s'accumulent, moins les zones végétalisées sont fraiches car les arbres peuvent limiter localement la ventilation et leur canopée peut limiter la perte de chaleur vers le ciel la nuit. C'est notamment ce qui est visible aux niveaux de la butte et aux pieds de l'ilot Parc.

© TERAO 2025

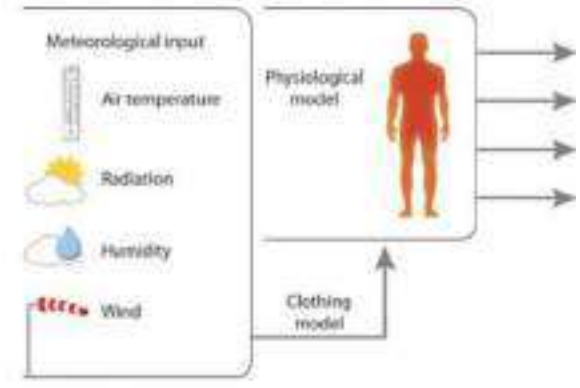
LE CONFORT THERMIQUE EN PET

La température de l'air et l'humidité ne suffisent pas à exprimer le confort d'une personne. Pour se rapprocher au mieux du ressenti d'un passant ou d'un habitant, on peut utiliser des indices de confort thermique.

Différents indicateurs sont utilisés pour évaluer la réponse physiologique du corps humain à différentes conditions de confort, notamment le PET.

La température physiologique équivalente (PET) est un indice de confort thermique, qui contrairement à la température de l'air, considère plusieurs facteurs supplémentaires comme l'humidité de l'air, la vitesse du vent et le rayonnement solaire. Même des facteurs individuels comme le sexe, la taille, le poids et le métabolisme peuvent être pris en compte.

L'indice PET comprend plusieurs niveaux de stress physiologique définis, qui permettent de contextualiser vos résultats. Le stress thermique léger commence par exemple au-dessus de 23°C. Avec l'augmentation des valeurs PET, ce niveau de stress augmente jusqu'au stress thermique extrême.



L'indicateur du confort thermique. Aqua.upc.es

PET	Thermal perception	Grade of physiological stress
4°C	Very cold	Extreme cold stress
8°C	Cold	Strong cold stress
13°C	Cool	Moderate cold stress
18°C	Slightly cool	Slight cold stress
23°C	Comfortable	No thermal stress
29°C	Slightly warm	Slight heat stress
35°C	Warm	Moderate heat stress
41°C	Hot	Strong heat stress
	Very hot	Extreme heat stress

Valeurs de l'indicateur PET. ENS Paris Saclay

Exemple:
Pour les mêmes conditions climatiques le PET peut être assez différent.

Condition climatique :
Zone ensoleillée,
T° : 25°C, HR : 60%
Vent : 15 km/h (~4 m/s)

Source: ADEME

29° PET temp ressenti

23° PET temp ressenti

LE CONFORT THERMIQUE

<= Sans Stress thermique
23-29 Stress thermique faible
29-35 Stress thermique modéré
35-41 Stress thermique fort
>41 Stress thermique extrême

Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

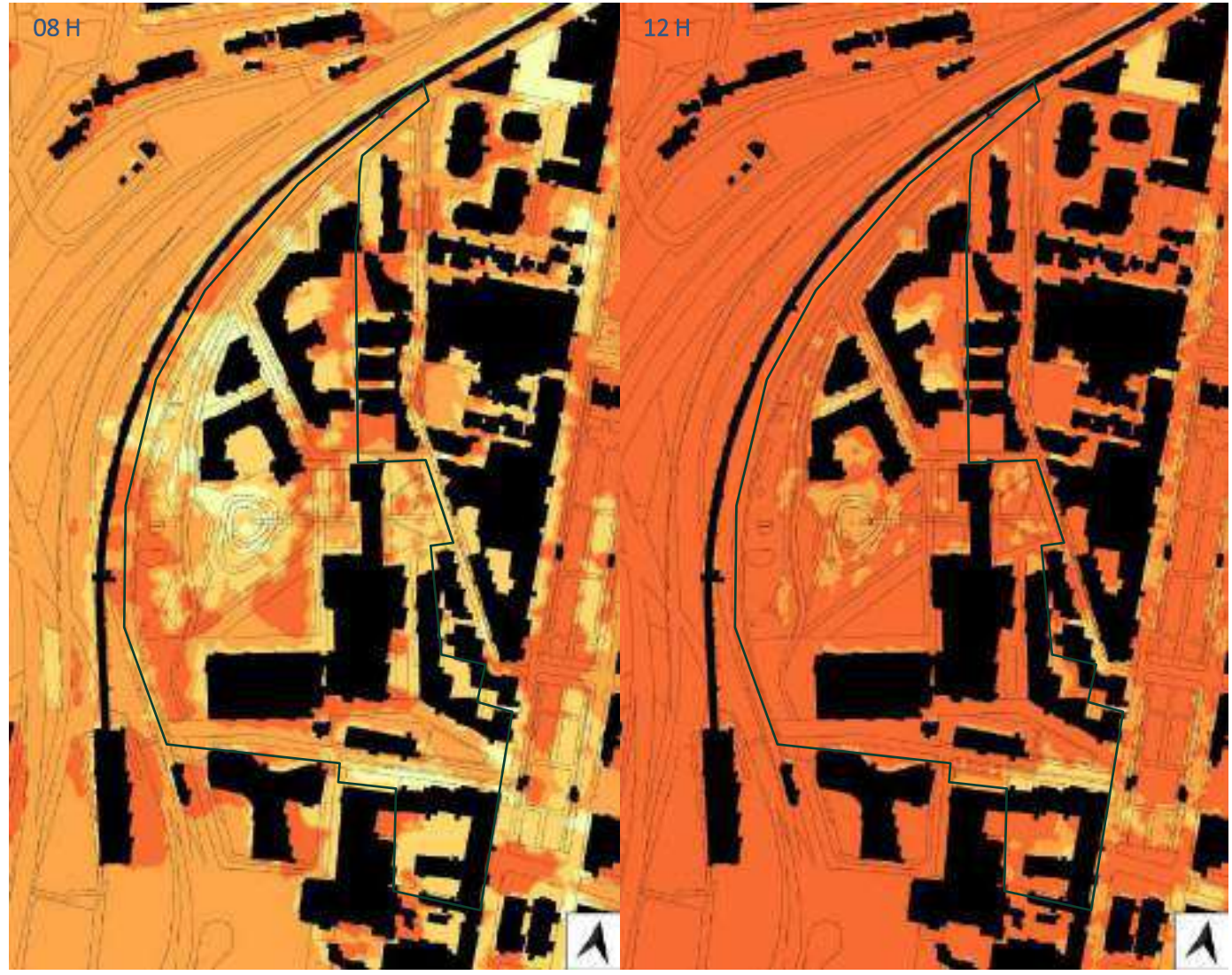
Le confort thermique est donné à hauteur de piéton, à h=1,5m

08 H

À 8h, sous un ensoleillement modéré, un inconfort thermique est déjà présent dans certaines zones.
Les différences selon les types d'aménagement se mettent en évidence grâce au PET. Sur les surfaces ensoleillées, le stress thermique est de modéré à extrême et sur les surfaces ombragées le stress est réduit.
Sous les groupements d'arbres, le stress thermique est faible.

12 H

À 12h, l'inconfort par un stress thermique extrême est généralisé car le soleil est haut, il y a donc très peu d'espace ombragé et le rayonnement solaire est beaucoup plus intense.
L'ombrage des plus grands bâtiments et des groupements d'arbres, notamment ceux sur la butte, créent quelques îlots de fraîcheur et peuvent réduire le stress thermique jusqu'à un niveau modéré.



© TERAO 2025

LE CONFORT THERMIQUE

<= Sans Stress thermique
23-29 Stress thermique faible
29-35 Stress thermique modéré
35-41 Stress thermique fort
>41 Stress thermique extrême

Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

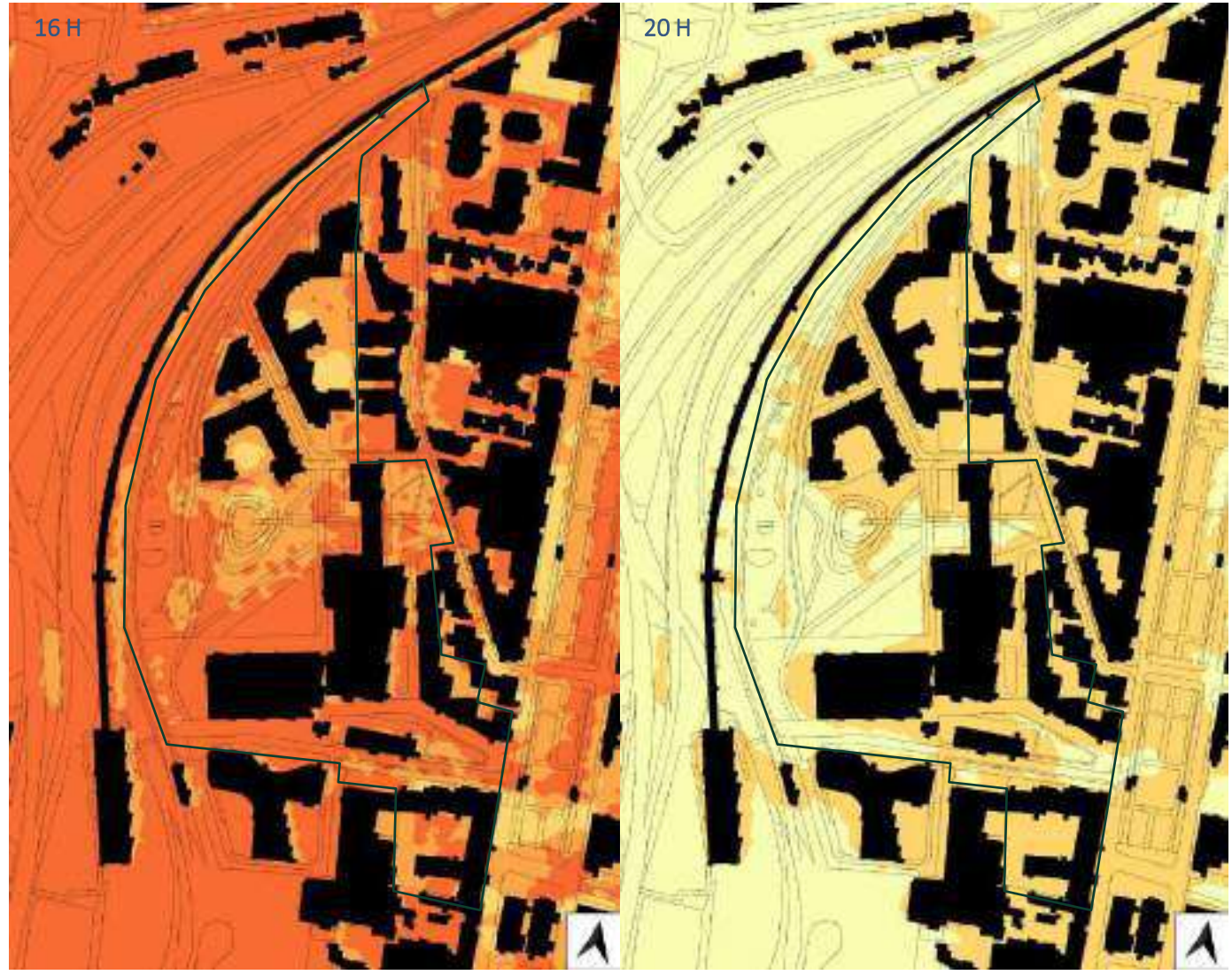
Le confort thermique est donné à hauteur de piéton, à h=1,5m

16 H

À 16h, le stress thermique reste dans la catégorie extrême à cause des conditions d'ensoleillement fortes et de l'augmentation de la température de l'air.
L'ombrage et les îlots de fraîcheur s'étendent. Le choix d'aménagement du projet montre des avantages sur le confort thermique des espaces extérieurs au niveau du parc, du jardin des enfants mais aussi les cœurs d'îlots des enfants et l'îlot Parc.

20 H

À 20h, avec la diminution du rayonnement solaire, le stress thermique s'atténue et devient faible en bordure Ouest du site, sur le chemin des petits cailloux et sur le parc notamment grâce au vent.
Les zones autour des bâtiments créent un microclimat moins confortable en raison de la restitution thermique des surfaces échauffées durant la journée, présentant un stress thermique modéré.



© TERAO 2025

LE CONFORT THERMIQUE

<= Sans Stress thermique
23-29 Stress thermique faible
29-35 Stress thermique modéré
35-41 Stress thermique fort
>41 Stress thermique extrême

Résultats sur la deuxième journée de simulation de 8h le 02/08 à 04h le 03/08

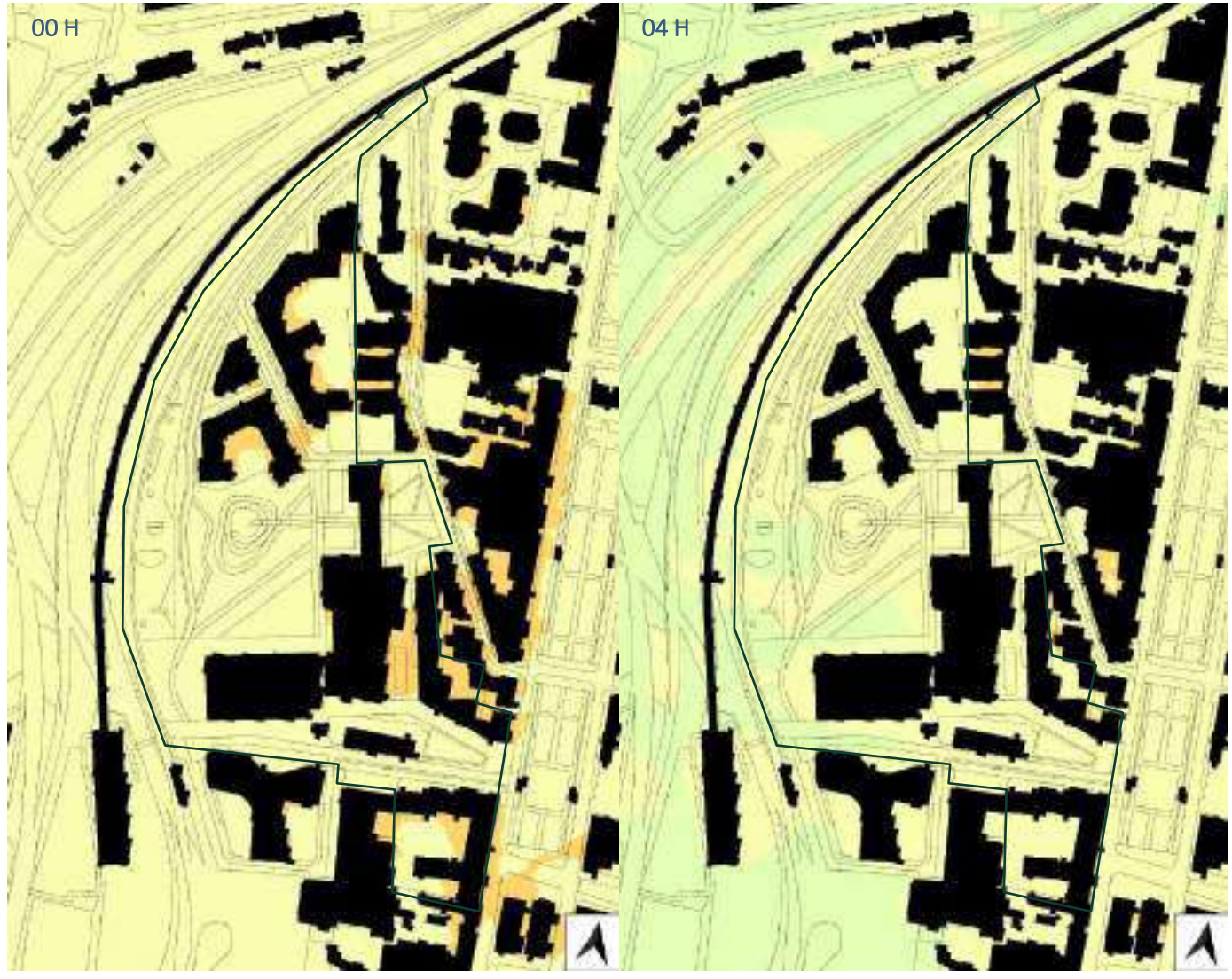
Le confort thermique est donné à hauteur de piéton, à h=1,5m

00 H

A minuit avec une absence total d'ensoleillement, le stress thermique est majoritairement faible.
A ce moment le phénomène d'ilot de chaleur urbain est présent, les bâtiments bloquent la ventilation qui limite l'évacuation de la chaleur restituée par les matériaux. Un inconfort thermique modéré est maintenu au abord des bâtiments même la nuit.

04 H

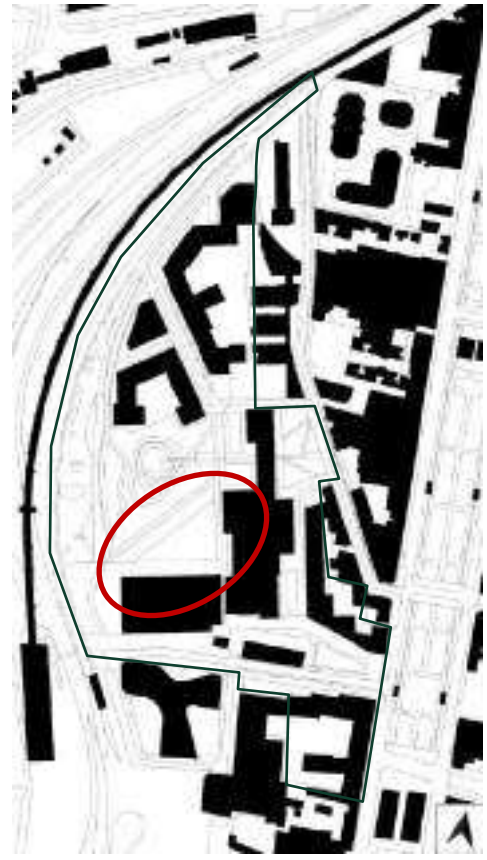
À 4 h, le stress thermique a fortement diminué et les espaces extérieurs les plus dégagés ne présentent plus aucun inconfort thermique.
Cependant, les espaces urbains fermés, qui limitent la ventilation nocturne, ont un peu plus de mal à dissiper la chaleur, ce qui provoque un léger inconfort thermique autour des espaces bâtis.



© TERAO 2025

Synthèse et prescriptions

SYNTHÈSE ET PRESCRIPTIONS



PLAINE ÉVÈNEMENTIELLE

Bien qu'elle soit végétalisée la plaine évènementielle est un point chaud du projet en journée.

La plaine est ensoleillée la majorité de la journée sans aucun espace d'ombre, la chaleur s'accumule au niveau du sol et réchauffe l'air. Le pouvoir rafraîchissant des végétations de strate basses stressées par la chaleur est faible. En revanche la chaleur et l'inconfort thermique décline rapidement en fin de journée. Les espaces végétalisés ne conservent pas la chaleur et ne participent pas à l'effet d'ilot de chaleur urbain.

Lors d'organisation d'évènement sur cette zone, lors des périodes chaudes, une attention particulière devra être porté au confort des publics vis-à-vis du stress thermique.

- Prévoir des espaces de repos ombragés (tonnelle, voile d'ombrage, végétation en pot)
- Eviter les matériaux foncés pour les scènes, gradins et équipements.
- Brumisateur et points d'eau
- Programmation extérieure en début de matinée et en soirée et sensibilisations du public
- Pour les quais de chargement et déchargement nécessaires au fonctionnement des Cathédrales du Rail, limiter le déploiement de revêtement foncé (à faible albédo)

EXEMPLES DES SOLUTIONS POUR LE RAFRAÎCHISSEMENT

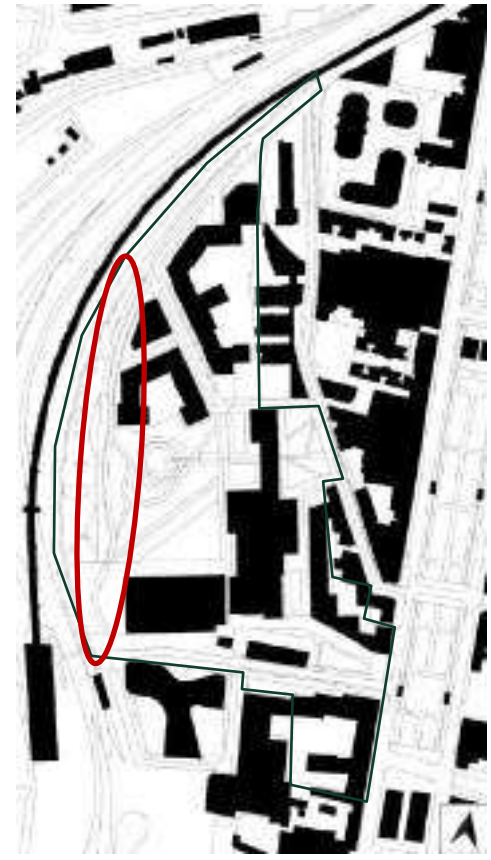
Dispositif d'ombre. Water Cathedral, GUN Architects

Pergolas temporaires

Jardinières hautes

Brumisateurs temporaires

SYNTHÈSE ET PRESCRIPTIONS



PISTE LUDIQUE ET ESPACE CAPABLE

L'espace capable a un comportement thermique proche de la plaine évènementielle : chaud et inconfortable en journée mais qui redescend rapidement en soirée. Cependant les surfaces minérales au niveau des cheminement conservent davantage la chaleur la nuit.

On remarquera deux points plus frais au Nord et au Sud de l'espace capable grâce aux arbres faisant la jonction avec les haies et bosquet de l'ERC.

- Ombrager la zone (arbre, voile permanent ou temporaire) - tout en évitant de planter des haies qui viendraient couper les vents, pourtant nécessaires pour le rafraîchissement du site
- Limiter au maximum les surfaces minérales et matériaux foncés au sol sur cette zone
- Attention aux matériaux et couleur des agrès. Dans ces conditions les matériaux peuvent devenir brûlant et infliger des blessures aux utilisateurs (métal, plastique foncé…)
- Prévoir des points d'eau à proximité et signalétique pour inciter les utilisateurs à s'hydrater
- Brumisateur ? Attention à ne pas rendre les agrès glissants

Le nord de la piste ludique (en bord d'îlot du Parc) est moins chaud en matinée car il est ombragé par les bâtiments. Cet espace devient ensuite plus chaud dans l'après-midi et est plus inconfortable que l'espace capable le soir.

- Répartir les agrès le long de la piste ludique entre Nord et Sud pour qu'ils puissent être utilisés à différent moment de la journée

EXEMPLES DES SOLUTIONS POUR LE RAFRAÎCHISSEMENT

Voiles d'ombrage temporaire

Ombrage par la végétation

Fontaines à eau

Signalétique

SYNTHÈSE ET PRESCRIPTIONS

CHEMIN DES PETITS CAILLOUX

Le chemin des petits cailloux est très ensoleillé toute la journée, seuls les bâtiments de l'îlot Cœur de ville apportent de l'ombrage à l'entrée du chemin (au niveau de la fonction avec l'Avenue du Président Wilson). A l'exception de cette zone ombragée, le chemin des petits cailloux chauffe et est inconfortable rapidement dès le matin. Cet espace étant essentiellement minéral, l'ICU est présent, les surfaces retiennent la chaleur. Le vent s'engouffrant par l'Ouest dans le chemin, la température d'air et l'inconfort thermique son réduit rapidement à la tombée de la nuit devant la petite cathédrale.

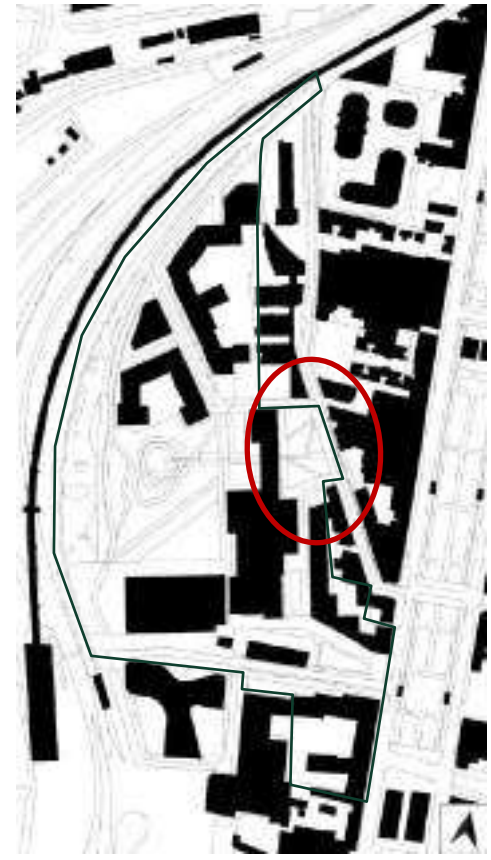
- Densifier la végétation sur les zones végétalisées
- Limiter au maximum les surfaces minérales foncées

EXEMPLES DES SOLUTIONS POUR LE RAFRAÎCHISSEMENT

Revêtement de sol clair – aménagement de rue apaisée
Rues aux écoles (20e)

Plantation en 3 strates

SYNTHÈSE ET PRESCRIPTIONS



JARDIN DES ENFANTS

Le jardin des enfants reste globalement ombragé dans la journée, ce qui permet de maintenir des températures d'air et de sol relativement fraiches par rapport au quartier et donc un espace moins inconfortable. Cet endroit est relativement peu ventilé ce qui explique qu'un inconfort thermique persiste le soir. Cependant cela n'est pas en contradiction avec l'usage prévu d'espaces de jeu pour les enfants, où l'accent doit être sur le confort en journée.

La température des matériaux pouvant augmenter rapidement avec un peu d'ensoleillement, il est nécessaire d'être vigilant sur la matérialité des jeux et sol avec lesquels les enfants seront en contact

- proscrire les éléments métalliques et foncé pour les jeux
- Sol couleur clair (beige, sable, bleu…), perméable si possible
- Prévoir des points d'eau à proximité
- Jeux d'eau et brumisateurs

EXEMPLES DES SOLUTIONS POUR LE RAFRAÎCHISSEMENT

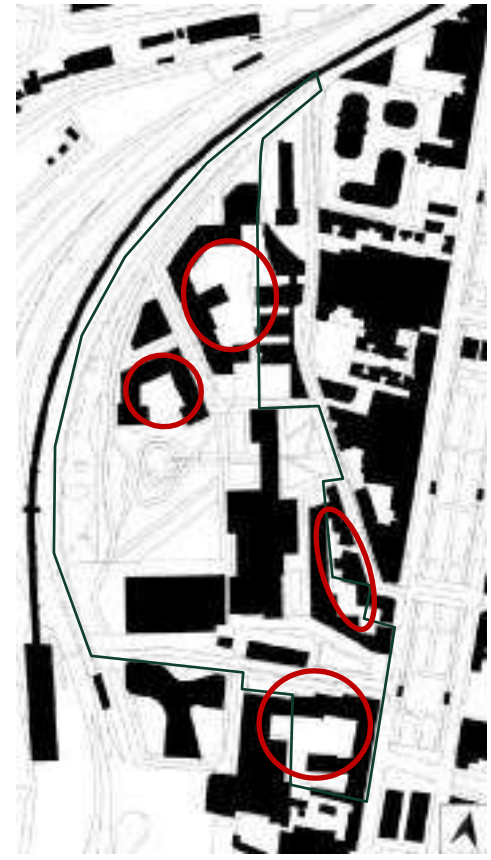
Jeux en bois

Revêtements amortissants en liège

Fontaines à eau

Kiosque brumisateur

SYNTHÈSE ET PRESCRIPTIONS



CŒUR D'ÎLOT

Les cœurs d'îlots font partie des espaces les plus protégés de l'ensoleillement et de la chaleur grâce aux bâtiments et aux arbres. L'inertie des bâtiments les entourant permet de restituer de la fraicheur de la nuit en journée et les arbres rafraichissent grâce à l'évapotranspiration. En revanche ces espaces ne sont pas ou très peu ventilés. La nuit, l'air et les quelques surfaces ensoleillées au cours de la journée se rafraichissent donc moins qu'aux alentours. Ainsi un inconfort thermique un peu plus important peut être maintenu une grande partie de la nuit.

Lors de période chaude sur plusieurs jours, l'accumulation de chaleur sera de plus en plus importante, en particulier dans l'îlot parc et l'ilot cœur de ville

- Proscrire les sols minéralisés qui accumulerait davantage la chaleur
- Favoriser la végétalisation avec différentes strates
- Végétaliser les toitures (qui ne seraient pas dédiées à une production photovoltaïque)
- Favoriser la ventilation naturelle
- Eviter les logements mono-orientés côté cœur d'îlot
- En cas d'installation de climatisation pour les rez-de-chaussée actifs, éviter d'avoir des sorties d'air vers les cœurs d'ilots

EXEMPLES DES SOLUTIONS POUR LE RAFRAÎCHISSEMENT

Plantation en 3 strates

Logement traversant

CONCLUSION

En conclusion, l'étude ICU a permis d'analyser le comportement du site dans des conditions climatiques chaudes simulées selon le scénario RCP 8.5 à horizon 2050.

L'analyse met en évidence des comportements distincts sur les différents lieux du projet :

- La butte du parc est la zone la plus fraiche la journée grâce à l'ombrage et l'évapotranspiration des arbres. C'est une des zones dans l'espace public où le stress thermique est le plus faible en journée. Les arbres ralentissant les vents, de la chaleur peut s'accumuler un peu en dessous.

- Le jardin des enfants est ombragé dans la journée et un des espaces les moins inconfortable en cas de forte chaleur. Le lieu est donc bien adapté à l'usage. Les enfants étant un public sensible, il convient tout de même de concevoir les aires de jeux avec une attention particulière. (matérialité des sols et des jeux…).

- La plaine évènementielle est un point chaud du projet en journée car elle n'est jamais ombragée. Elle ne participe cependant pas à l'îlot de chaleur urbain puisqu'elle est végétalisée et que c'est une zone avec peu d'inertie.

- L'espace capable a un comportement thermique similaire à la plaine évènementielle. Il sera nécessaire d'adapter les espaces avec des agrès pour qu'ils restent utilisable en été (ombrage, choix des matériaux) et de bien les répartir le long de la piste ludique, ombragée au Nord le matin, pour pouvoir être utilisé à différent moment de la journée.

- Les cœurs d'îlots sont des zones fraîches en journée grâce à l'ombrage des bâtiments et la végétation mais qui manque de ventilation et vont conserver de plus en plus de chaleur lors de période chaude prolongée. L'inertie des bâtiments va participer à l'îlot de chaleur urbain. Les toitures étant très exposées au soleil, il est recommandé de les végétalisées pour éviter que les toitures accumulent de la chaleur.

- Le chemin des petits cailloux et le contour des Cathédrales sont une des zones les plus minérales du projet avec un ensoleillement important. Il est donc nécessaire de choisir des matériaux clairs sur ces espaces pour limiter au maximum la quantité de chaleur accumulée.

La création d'un nouveau quartier sur une friche ne peut pas être totalement neutre vis-à-vis de l'îlot de chaleur puisque la création de bâtiments et de voiries augmente l'inertie du site. Cependant le projet limite ces surfaces minérales à ce qui est nécessaire pour les usages et créer des surfaces végétalisées qualitatives en particulier au niveau de la butte.

© TERAO 2025

Annexes

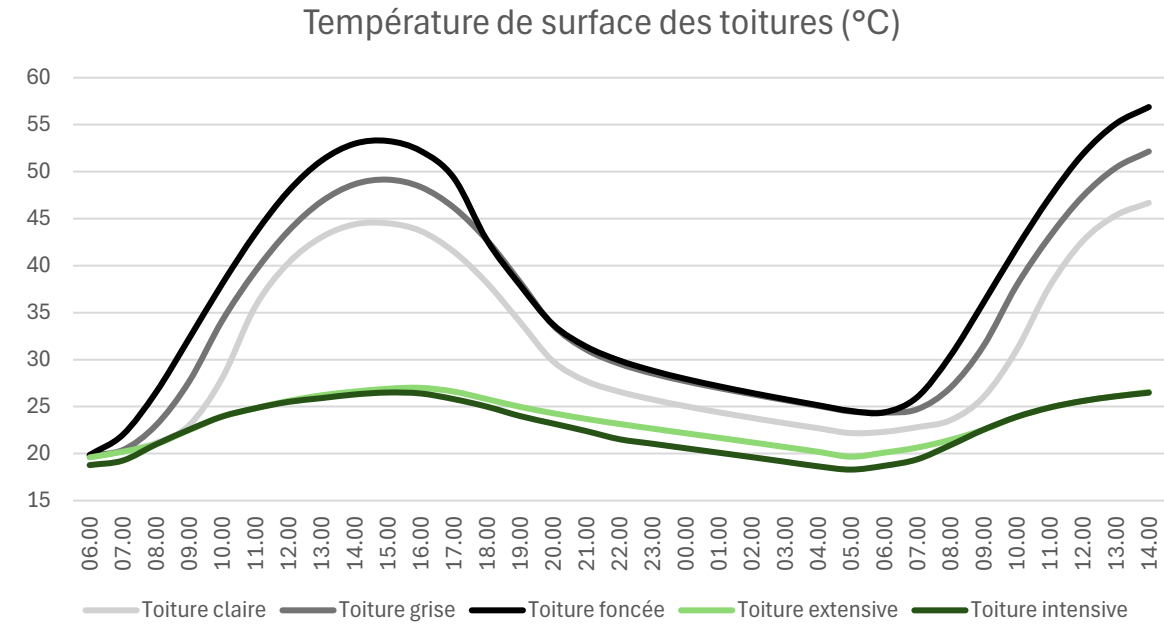
LE CHOIX DES MATÉRIAUX DE TOITURE

Données tirées d'une simulation à Paris. Les conditions météo imposées sont les suivantes :

- Température minimum à 5h : 20°C
- Température maximum à 16h : 30°C
- Vent 2,5m/s Ouest
- Ciel découvert

Une végétalisation extensive des toitures évite une forte montée en température de celles-ci. Le pic de température des toitures végétalisées est plus faible de 27°C par rapport à la toiture foncé et 18°C par rapport à la toiture foncée et est décalé de 1h. La température des toitures végétalisées reste plus faible que celles des toitures non-végétalisées.

Une végétalisation extensive sera moins résiliente lors de période de forte chaleur prolongée et risque davantage de séchée qu'une toiture extensive



Modélisation de la température de surfaces des matériaux de toiture - TERAO

Toiture claire

Toiture grise

Toiture foncée

Toiture extensive

Toiture intensive

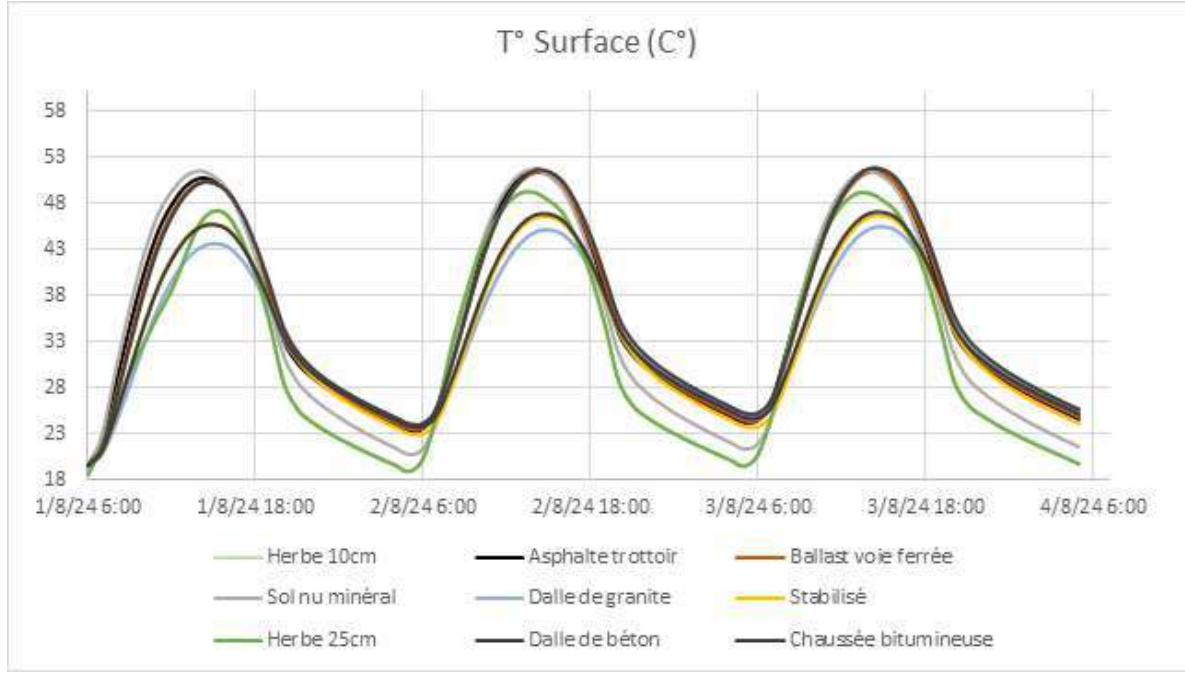
© TERAO 2025

LE CHOIX DES MATÉRIAUX DE SOL

Chaque matériau a été modélisé sur une surface équivalente en rectangle les uns à côté des autres. Les conditions météo imposées sont les suivantes :

- Température minimum à 5h : 22°C
- Température maximum à 16h : 32°C
- Vent 1m/s Sud
- Ciel découvert

En plus des caractéristiques thermiques, les matériaux doivent aussi être choisis selon les conditions spécifiques liées à leur usage.
Il est possible de combiner les solutions imperméables et semi-perméables.
Privilégiez les matériaux clairs, comme le gris clair ou le sable, mais qu'ils ne soient pas trop éblouissants. Les revêtements très clairs renvoient la chaleur et créer de l'inconfort thermique pour les piétons.



Modélisation de la température de surfaces des matériaux - TERAO

	Usage					albédo	T° de surface		Perméabilité
Asphalte			X	X		0,1-0,2	très chaud	chaud	
Béton bitumineux	X	X				0,05-0,15	très chaud	chaud	
Béton désactivé / Béton clair	X	X	X	X		0,4-0,8	chaud	chaud	
Dalle de granit	X	X	X	X		0,3-0,4	chaud	chaud	
Stabilisé		X	X	X	X	0,3-0,4	chaud	frais	
Gazon			X	X	X	0,25-0,3	frais	frais	

Adaptation des différents types de surface selon l'usage - TERAO

© TERAO 2025

LES SOLUTIONS GRISES – ZOOM SUR LE COMPORTEMENT THERMIQUE DES REVÊTEMENTS DE SOLS

DES ALTERNATIVES DURABLES QU'ON PEUT TROUVER SUR LE MARCHÉ AUJOURD'HUI:

Le béton désactivé à partir du ciment décarboné :

pour places, les cheminements et espaces linéaires, en faisant attention à choisir des tons qui ne soient pas trop éblouissants.

Les pavés issus du réemploi : pour les espaces des places

Les pavés en joint gazon : pour les espaces des places moins parcourus.

Les revêtements à liant Organo- Minéral :

pour les places, cheminements et espaces linéaires.

Type Urbalith.

Les dalles en pierre naturelles claires issus du réemploi :

pour les espaces des places

Le platelage en bois clair:

pour les cheminements au sein des espaces verts

Résines drainantes:

pour places, les cheminements et espaces linéaires, en faisant attention à choisir des tons qui ne soient pas trop éblouissants.

Les sols en liège :

pour les aires de jeux.

Type Corkeen

Sol perméable

Contribution ICU

Impact environnemental

Source: Revêtement et changement climatique - Adaptaville

TERAO

Un monde durable n'émergera pas sans vous

Nous vous y aidons

EIFFAGE AMÉNAGEMENT

FAIRE NOUVELLE
UNE MARQUE DE EQUANS

Étude d'approvisionnement en énergies renouvelables

Les Cathédrales du Rail – Saint-Denis (93)

06/05/2025

www.terao.fr
TERAO Paris, siège social, 37 rue de Lyon, 75012 – 01 42 46 06 63
TERAO Lyon, 7-9 Rue Juliette Récamier – 69006 – 04 81 68 01 05
© TERAO 2025 – Ne pas diffuser

Référence du document	TR19-786-2_EIFFAGE – AN_CDR_Etude approvisionnement énergétique	
Distribution	SAS Cathédrales du Rail	
Version I Date	V.1	06/05/2025
Rédigé par	Laetitia BOSSENS	
Vérifié par	Margaux TABELLA Directrice des Projets Urbains, TERAO mtabella@terao.fr 06 11 21 37 72	
Historique des versions	V.1 : Première diffusion	

Sommaire

1. Synthèse 4
1.1. Synthèse de l'étude d'opportunité 4
1.2. Scénarii étudiés 5
1.3. Synthèse technique et environnementale 5
1.4. Synthèse économique au moment de l'étude 6
2. Introduction - contexte 7
2.1. Contexte 7
2.2. Objectif du document 8
3. Contexte réglementaire 9
3.1. Réglementation nationale 9
3.2. Réglementation locale et documents cadres sur l'énergie 10
4. Etude d'opportunité des énergies renouvelables mobilisables pour le projet d'aménagement 14
5. Définition des scénarios à étudier 30
6. Etude de la faisabilité des différents scénarii énergétiques définis 31
6.1. Comparaison des consommations en énergie finale 31
6.2. Comparaison des consommations en énergie primaire 31
6.1. Comparaison des émissions de gaz à effet de serre 32
6.1. Comparaison du taux de couverture en ENR 32
6.2. Comparaison financière entre les scénarii 33
7. Etude spécifique des solutions complémentaires d'approvisionnement 36
7.1. Avantages et inconvénients des différents systèmes 36
7.2. Etude liée aux panneaux photovoltaïques 37
7.3. Etude liée aux panneaux solaires thermiques 40
7.4. Etude liée à la récupération de chaleur sur eau grise 40
8. Conclusion 41
9. Annexe 1 : Définitions 42
10. Annexe 2 : Hypothèses de l'étude 44
10.1. Hypothèses communes aux scénarios 44
10.2. Hypothèses spécifiques aux scénarios 46

1. Synthèse

L'aménageur, la SAS Cathédrales du Rail, a réalisé une étude d'approvisionnement en énergie renouvelable sur le projet de renouvellement urbain des Cathédrales du Rail localisé à Saint-Denis. Ce projet s'inscrit dans une démarche de réhabilitation et de mise en valeur des monuments historiques des Cathédrales du Rail, pour en faire un musée du Hip-Hop et de la culture Street-art et compléter la programmation par environ 650 logements, des commerces et services en pied d'immeuble et un parc public.

Cette étude permet de choisir la meilleure solution d'approvisionnement énergétique pour le projet.

Il ressort de cette étude que :

- D'un point de vue économique, technique et environnemental, l'installation de la solution de raccordement au réseau de chaleur urbain (RCU), permettant la production de chaud et d'ECS dans les bâtiments, associée à du géocooling pour les usages nécessitant du froid ressort comme étant la meilleure solution. Cette solution, bien que plus chère sur 50 ans que la géothermie, présente des coûts d'investissement et d'entretien restreints, une simplicité de mise en œuvre et le recours aux EnR, ainsi que de bonnes performances environnementales.
- Des systèmes complémentaires, l'installation d'au moins 150 kWc de panneaux photovoltaïques en toiture à l'échelle du quartier, dédiés à l'autoconsommation, combinés avec un système de récupération de chaleur sur eau grise sont recommandés.

1.1. Synthèse de l'étude d'opportunité

L'étude d'opportunité sur l'approvisionnement en énergies renouvelables du site a permis d'identifier les sources d'énergie mobilisables pour ce projet :

	Source d'énergie	A étudier sur le projet
	Réseau de chaleur urbain	**Oui, source proche et intéressante**
	Chaleur fatale : datacenter	Non, pas de source proche
	Chaleur fatale : riothermie	**Oui, source sur site et intéressante**
	Géothermie	**Oui, potentiel intéressant**
	Aérothermie	**Oui, intérêt fort pour le projet**
	Hydrothermie	Non, pas de source proche
	Eolien	Non, technologie pas assez mature
	Solaire thermique	**Oui, fort intérêt pour le projet**
	Solaire photovoltaïque	**Oui, fort intérêt pour le projet**
	Biogaz / méthanisation	Non, pas d'intérêt pour le projet
	Biocarburants	Non, pas d'intérêt pour le projet
	Bois-énergie	Non, très complexe pour le projet

1.2. Scénarii étudiés

Les scénarios élaborés à partir de cette étude et qui ont été étudiés sont les suivants :

- Scénario Référence (individualisé) : Chauffage par radiateur électrique et ECS par ballons à résistance électrique pour les logements, et PAC air/eau haute température pour le chauffage, ECS et refroidissement des autres usages, ;
- Scénario 1.1 (individualisé) : chauffage, refroidissement et ECS par PAC eau/eau sur nappe géothermique ;
- Scénario 1.2 (individualisé) : chauffage et ECS par PAC air/eau haute température pour les logements, chauffage, ECS et refroidissement par DRV (Débit de Réfrigérant Variable) pour les autres usages ;
- Scénario 1.3 (individualisé) : chauffage et ECS par PAC air/eau HT (haute Température) pour les logements, chauffage, ECS et refroidissement par PAC eau/eau sur nappe géothermique pour les autres usages ;
- Scénario 2.1 (mutualisé) : chauffage et ECS par raccordement au RCU et refroidissement par groupe froid air/eau pour les activités ;
- Scénario 2.2 (mutualisé) : chauffage et ECS par raccordement au RCU et refroidissement par géocooling pour les activités ;
- En supplément :
  - installation de 150 kWc de panneaux photovoltaïques pour couvrir 6% des besoins électrique du quartier
  - 820 m² de panneaux solaires thermiques et/ou de 455 échangeurs de récupération thermique sur eaux usées.

1.3. Synthèse technique et environnementale

	Référence Résistance électrique + PAC	**Scénario 1.1** Géothermie par bâtiment	**Scénario 1.2** PAC air/eau + DRV	**Scénario 1.3** PAC air/eau + PAC Géothermique	**Scénario 2.1** RCU + groupe froid air/eau	**Scénario 2.2** RCU + Géocooling
Consommation en énergie finale	70 kWhef/m².an	17 kWhef/m².an (-76%)	29 kWhef/m².an (-59%)	28 kWhef/m².an (-60%)	75 kWhef/m².an (+7%)	74 kWhef/m².an (+5%)
Consommation en énergie primaire	161 kWhep/m².an	39 kWhep/m².an (-76%)	67 kWhep/m².an (-59%)	64 kWhep/m².an (-60%)	77 kWhep/m².an (-52%)	74 kWhep/m².an (-54%)
Taux EnR&R	0%	78%	0%	11%	70%	76%
Emissions GES	5 kgeqCO2/m².an	1 kgeqCO2/m².an	2 kgeqCO2/m².an	2 kgeqCO2/m².an	5 kgeqCO2/m².an	5 kgeqCO2/m².an
Avantages	Simple d'installation Silencieux Facilité de maintenance Fonctionne à l'électricité, assez décarbonée en France	Utilisation d'ENR locales, Peu d'émissions de CO2 Constance des performances Bonnes performances des PAC	Fonctionne à l'électricité, décarbonée en France Bon rendement	Fonctionne à l'électricité, assez décarbonée en France Bon rendement Utilisation d'ENR locale pour les activités	Installation simple Utilisation d'ENR locale, peu d'émissions de CO2 Maintenance gérée par l'exploitant Coût stable	Installation simple Utilisation d'ENR locale plus importante, peu d'émissions de CO2 Maintenance gérée par l'exploitant Coût stable

Inconvénients	Consommations énergétiques très élevées Facture électrique conséquente et dépendance au réseau électrique Espace à prévoir pour les PAC Impact environnemental de certains fluides pour les PAC impact carbone des PAC Impact acoustique des PAC	Étude de faisabilité nécessaire local technique Impact environnemental de certains fluides pour les PAC impact carbone des PAC	Rendement dégradé en période de grand froid Contribution à l'ICU Impact environnemental de certains fluides pour les PAC Impact architectural Espace en toiture important à prévoir pour les PAC air/eau Manque de données sur l'impact carbone des PAC, même si l'électronique provient majoritairement d'Asie Impact acoustique des PAC en toiture	Rendement dégradé en période de grand froid Contribution à l'ICU Étude faisabilité à prévoir, installation local technique Impact environnemental de certains fluides pour les PAC Impact architectural impact carbone Impact acoustique	Production hors site Espace pour les sous-stations à prévoir Emissions de GES	Production hors site Espace pour les sous-stations à prévoir
Note	+	++++	++	+++	++++	++++

1.4. Synthèse économique au moment de l'étude

	Référence Résistance électrique + PAC	**Scénario 1.1** Géothermie par bâtiment	**Scénario 1.2** PAC air/eau BT + DRV	**Scénario 1.3** PAC air/eau BT + PAC Géothermique	**Scénario 2.1** RCU + groupe froid air/eau	**Scénario 2.2** RCU + Géocooling
Cout d'investissement	1 600 000 € Soit 30 €/m²	1 900 000 € 36 €/m² (+18%)	1 550 000 € 29 €/m² (-4%)	1 650 000 € 31 €/m² (+3%)	1 000 000 € 19 €/m² (-38%)	1 000 000 € 19 €/m² (-38%)
Coût annuel P1 par an (Consommations)	50 €/m².an	12 €/m².an (-75%)	21 €/m².an (-58%)	20 €/m².an (-60%)	29 €/m².an (-41%)	28 €/m².an (-43%)
Coût annuel P2 / P3 par an (Entretien / maintenance)	6 €/m².an	5 €/m².an (-11%)	6 €/m².an	6 €/m².an	3 €/m².an (-55%)	2 €/m².an (-60%)
Cout global sur 50 ans	2 618 €/m²	748 €/m² (-71%)	1 149 €/m² (-56%)	1 128 €/m² (-57%)	1 547 €/m² (-41%)	1 490 €/m² (-43%)
Dont subventions potentiellement mobilisables	/	597 600€ 11€/m²	/	91 300€ 1,7€/m²	106 500€ 2€/m²	197 800€ 4€/m²

2. Introduction - contexte

2.1. Contexte

L'opération est un projet de construction d'un ensemble immobilier intégré dans un espace en renouvellement urbain, les Cathédrales du Rail. Le site est localisé sur la commune de Saint-Denis (93), chemin des Petits Cailloux.

Ce projet s'inscrit dans une démarche de réhabilitation et de mise en valeur des monuments historiques des Cathédrales du Rail, pour en faire un musée du Hip-Hop et de la culture Street-art au cœur d'un quartier du même nom. Ces deux halles faisaient autrefois partie d'une activité ferroviaire liée à la maintenance et à l'entretien des trains. Le site est aujourd'hui en friche depuis plus de vingt ans suite à la fin des activités, et ne contient plus que les deux halles abandonnées.

Le programme prévisionnel qui sera en réalisé en plusieurs tranches de travaux y compris réhabilitation est le suivant :

- 43 383m² SDP de logements (le nombre de logements sera d'environ 650)
- une programmation culturelle et évènementielle sur environ 8 400 m²
- des commerces et services sur 5 200m², dont 1200m² pour un pôle santé privé
- des équipements publics sur 2 000m²
- un parc public de 1,65 ha
- une centrale de mobilité
- le projet culturel des halles réhabilitées (qui ne sont pas comprises dans le périmètre de cette étude).

L'aménageur, la SAS Cathédrales du Rail, souhaite réaliser une étude d'approvisionnement en énergie renouvelable pour le futur projet immobilier. Cette étude permettra de choisir la meilleure solution d'approvisionnement pour le projet.

2.2. Objectif du document

L'objectif de l'étude est d'identifier, sur la base d'hypothèses de consommations énergétiques définies par nos soins, les potentialités de la zone en termes de choix d'énergie, et notamment d'énergies renouvelables, et d'évaluer leur potentialité technique de développement.

L'analyse est menée avec l'objectif de développer tout particulièrement les énergies renouvelables à l'échelle du site (solaire, bois énergie, géothermie, etc.), et de développer / pérenniser les équipements déjà en place sur site ou à proximité (réseau de chaleur).

L'étude sera axée, d'une part, sur le périmètre du projet d'aménagement et son périmètre proche, et d'autre part, sur les 5 grands usages suivants : Chauffage / Refroidissement / ECS / Electricité / autres usages. Les effets d'optimisation par mutualisation, foisonnement, lissage, seront intégrés à nos analyses et préconisations.

L'étude s'est déroulée en deux temps, nous avons débuté par l'élaboration d'une cartographie des solutions énergétique dont notamment des énergies renouvelables mobilisables dans le cadre du projet, et dans un second temps nous avons réalisé une étude de faisabilité chiffrée comprenant différents scénarios permettant de répondre aux ambitions énergétiques visées.

L'analyse des différents scénarios est multicritère et comprend notamment :

- Le coût global de chaque scénario sur 50 ans
- La consommation en énergie finale
- La consommation en énergie primaire
- Les émissions de GES
- Les contraintes techniques des scénarios

3. Contexte réglementaire

3.1. Réglementation nationale

3.1.1. Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)

La transition énergétique vise à préparer l'avenir en établissant un modèle énergétique solide et durable pour faire face aux défis liés à l'approvisionnement énergétique, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et à la préservation de l'environnement.

Pour répondre à l'urgence écologique et climatique, la politique énergétique nationale a notamment pour objectifs :

1) De **réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030**.
2) De réduire la **consommation énergétique finale de 50 % en 2050** par rapport à la référence 2012, en visant les objectifs intermédiaires d'environ 7 % en 2023 et de **20 % en 2030**.
3) De réduire la **consommation énergétique primaire des énergies fossiles de 40 % en 2030** par rapport à l'année de référence 2012.
4) De porter **la part des énergies renouvelables à 33 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030**.

La LTECV prévoit l'élaboration d'une **stratégie nationale bas carbone (SNBC)** et d'une **programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).**

3.1.2. La stratégie nationale bas carbone (SNBC)

La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) est un plan établi pour donner suite à la loi de transition énergétique pour la croissance verte de 2015 en France. Elle constitue la feuille de route du pays pour lutter contre le changement climatique en **atténuant les émissions de gaz à effet de serre** (GES). La SNBC se compose de plusieurs volets :

1) **Objectifs de réduction des émissions de GES à court et moyen terme** : ces objectifs sont définis sous la forme de budgets-carbone, qui fixent des plafonds d'émissions de GES à ne pas dépasser sur des périodes de cinq ans.
2) **Ambition de neutralité carbone** : la SNBC vise à atteindre la neutralité carbone pour le territoire français d'ici 2050. Cela signifie que les émissions de GES seront équilibrées par les absorptions de GES par les milieux naturels gérés par l'homme et certains procédés industriels.
3) **Cohérence avec les engagements internationaux** : la SNBC est alignée sur les objectifs de l'Union Européenne et de l'Accord de Paris, ainsi que sur les engagements nationaux français de réduction de **40% des émissions de GES d'ici 2030 par rapport à 1990**.
4) **Orientations de politique publique** : La SNBC propose des directives pour mettre en œuvre la transition vers une économie bas-carbone, en encourageant une consommation sobre en matières et en énergie, ainsi qu'une approche circulaire dans tous les secteurs d'activités.

En résumé, la Stratégie Nationale Bas-Carbone de la France vise à guider les actions gouvernementales pour atténuer le changement climatique en réduisant les émissions de GES et en favorisant une économie plus durable et respectueuse de l'environnement.

3.1.3.Réglementation Environnementale RE 2020

La Réglementation environnementale 2020 (RE2020), entrée en vigueur en 2022, est la norme qui définit les performances énergétiques et environnementales des bâtiments en France. Elle concerne le logement, les bureaux, et les bâtiments industriels depuis janvier 2023. Elle vise 3 objectifs principaux :

- Améliorer la performance énergétique en baissant les consommations de 15% à 20% par rapport à l'ancienne réglementation thermique (RT2012). Une évaluation du besoin bioclimatique (Bbio) des bâtiments a été faite, pour réduire les besoins en éclairage, en chauffage et en refroidissement
- Réduire l'impact carbone du cycle de vie des bâtiments, en favorisant les énergies renouvelables
- Garantir le confort d'été des occupants et la résistance aux canicules.

Pour cela, les projets doivent respecter des valeurs seuils concernant le besoin bioclimatique du bâtiment, un coefficient d'énergie primaire et d'énergie primaire non renouvelable (kWh/m² de Sref/an), ainsi qu'un seuil d'impact sur le changement climatique Ic-énergie (kg eq. CO2/m² de Sref).

3.2. Réglementation locale et documents cadres sur l'énergie

L'état des lieux des installations ENR sur le territoire est issu du diagnostic énergétique intégré au Plan Climat-Air-Energie Territorial adopté par le Conseil Territorial du 25 février 2020.

Sur le territoire de Plaine Commune, le secteur résidentiel est le principal consommateur d'énergie, consommant pour moitié du gaz de ville (1 225 073 MWh), complétée notamment par l'électricité (709 960 MWh).

La consommation du secteur tertiaire est estimée à 1 334 814 MWh d'énergie, majoritairement sous forme d'électricité. Le poids du secteur tertiaire dans les consommations énergétiques du territoire est en augmentation.

Le second secteur le plus consommateur d'énergie est le transport, dominé par le transport routier qui représente près de 99% de l'énergie consommée. A Plaine Commune, en 2008, le déplacement des personnes consomme plus d'énergie que le transport de marchandise (1 966 195 MWh contre 716 164 MWh).

Combinés, le secteur des transports et des bâtiments sont les principaux contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre du territoire et les principaux consommateurs d'énergie : ils représentent 80% des émissions de GES et 92% de la consommation d'énergie finale.

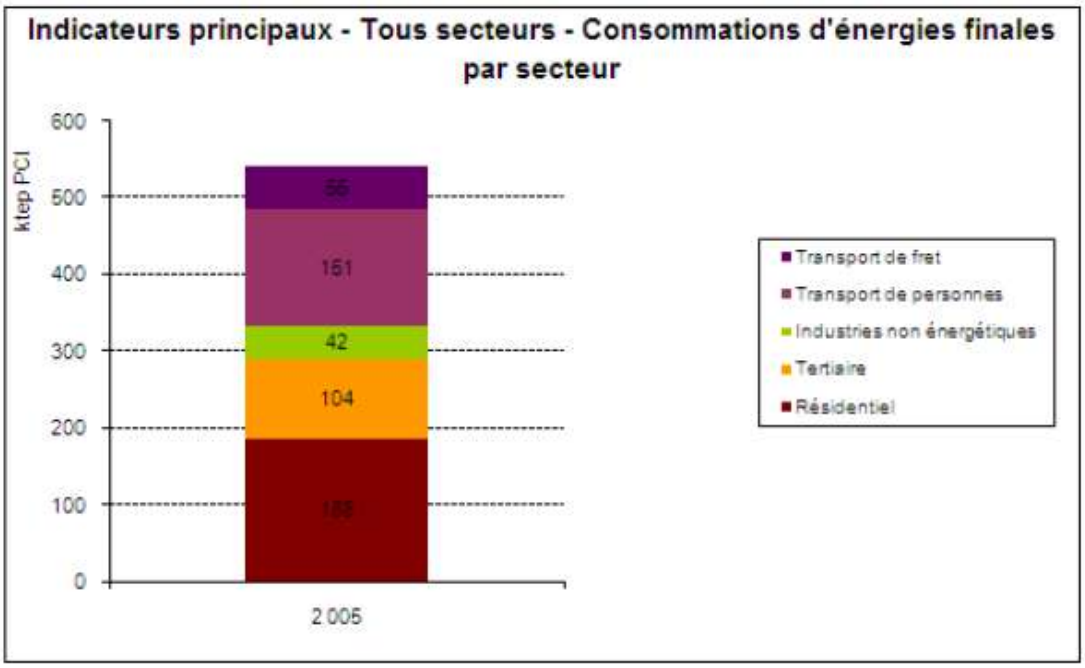


Figure 1 : Consommations d'énergies finales par secteur sur le territoire de Plaine Commune, Bilan Energie et Bilan Carbone® du territoire de Plaine Commune, septembre 2008

En 2014, la production d'énergie de source renouvelable ou de récupération à Plaine Commune a été de 1 396 196 MWh. Cette production est assurée par :

- L'usine d'incinération des ordures ménagères de Saint-Ouen, produisant à elle seule 89% de l'énergie d'origine renouvelable ou de récupération
- 85 centrales solaires photovoltaïques installées sur les 9 villes produisant environ 600 MWh
- La géothermie : 3 doublets géothermiques raccordés au réseau de chaleur de La Courneuve et 3 pompes à chaleur (géothermie très basse énergie)
- La biomasse : une chaufferie bois raccordée au réseau de chaleur de Saint-Denis et une chaufferie bois non raccordée
- 27 installations solaires thermiques représentant une surface de 2 500 m² de panneaux.

L'éolien n'est cependant pas représenté sur le territoire, faute de potentiel.

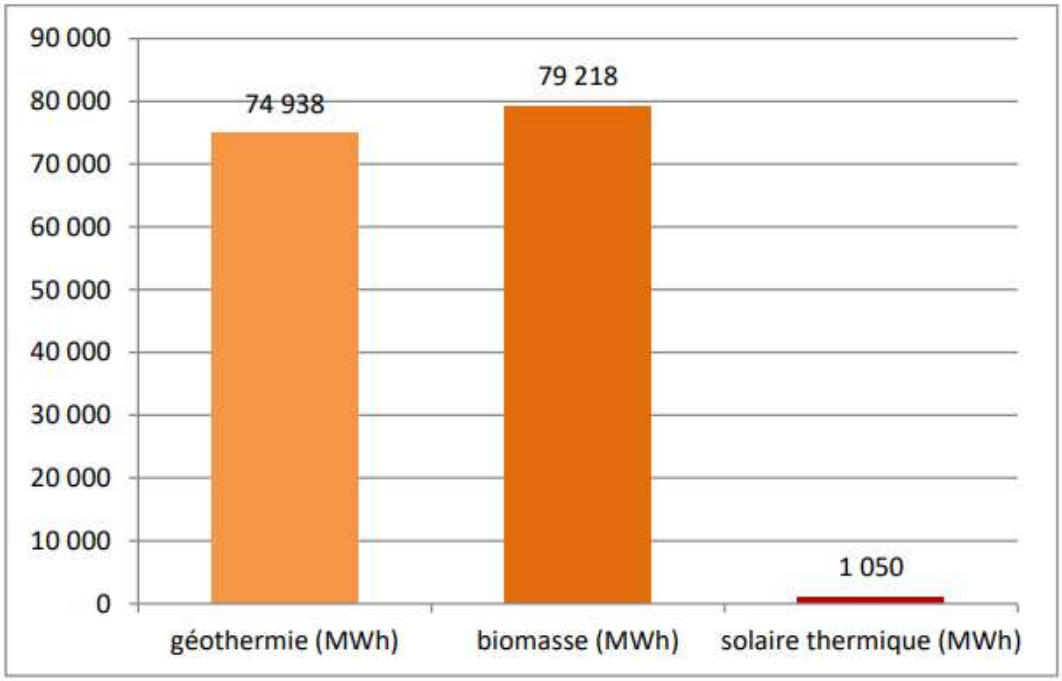


Figure 2 : Production de chaleur d'origine renouvelable ou de récupération en 2014, hors UIOM (source : ROSE)

En 2015, on estime que 2,5% de l'énergie finale consommée sur le territoire de Plaine Commune est produite par des sources renouvelables. C'est cinq fois plus qu'en 2005, ce qui montre une forte évolution, mais l'objectif des 4% pour 2020 du précédent PCAET n'a pas été atteint.

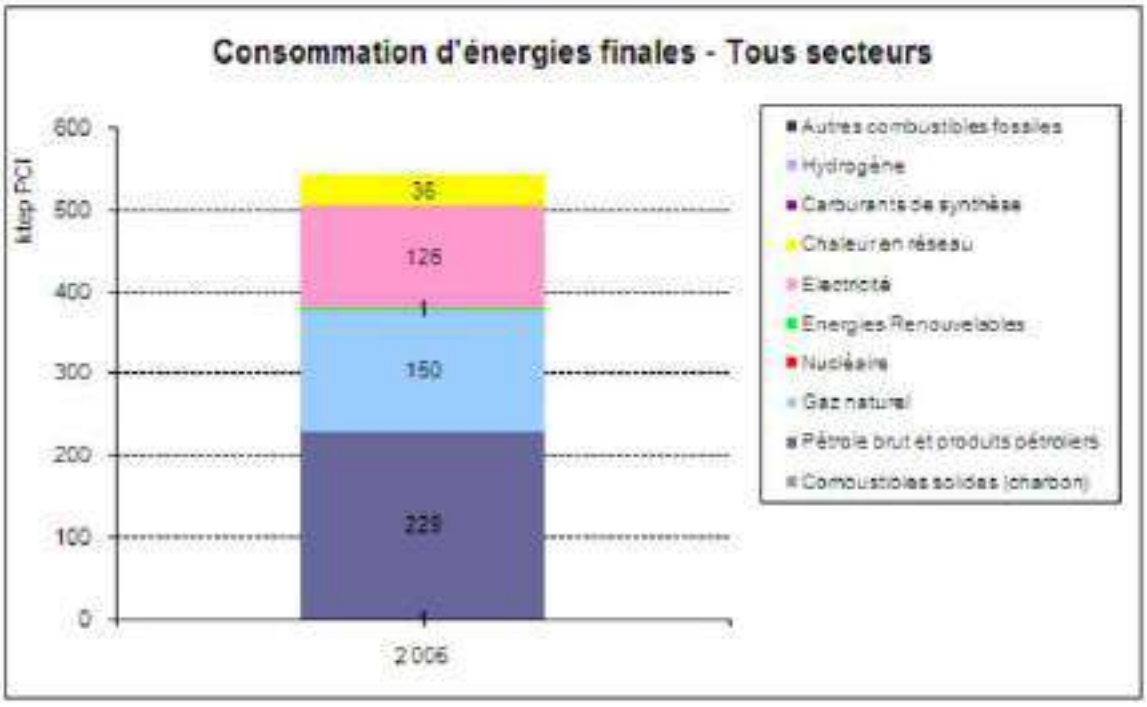


Figure 3 : Consommations d'énergie sur le territoire de Plaine Commune, Bilan Energie et Bilan Carbone® du territoire de Plaine Commune, septembre 2008

Le PCAET de Plaine Commune dans sa partie Stratégie, inscrit ses objectifs principaux avec ceux de la « Résolution d'engagements communs pour la sauvegarde du climat et l'amélioration de la qualité de vie à Plaine Commune », riche de 31 signataires, et élaborée avec les acteurs et les citoyens. Ses objectifs sont les suivants :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) du territoire de 40% d'ici 2030 et 75% d'ici 2050 sur la base des émissions de 2005
- Promouvoir et construire collectivement un nouveau modèle, sobre en énergie, respirable, adapté aux changements climatiques, riche en travail, sensible à la biodiversité en inventant de nouvelles formes de coopération entre collectivités, société civile et entreprises.

La stratégie se décline en 3 temps : des mesures d'urgence à mettre en œuvre dès 2020, et des objectifs à horizon 2030 et horizon 2050.

Elle se compose de plusieurs axes adaptés au territoire :

- AXE 1 : SOBRIETE ET JUSTICE SOCIALE
- AXE 2 : RESILIENCE
- AXE 3 : AIR ET SANTE ENVIRONNEMENTALE
- AXE 4 : TRANSITION ENERGETIQUE ET ECONOMIE CIRCULAIRE
- AXE 5 : TRANSITION COLLABORATIVE ET PARTAGEE.

Un programme de 65 actions concrètes et précises se développe selon ces axes, pour accompagner le territoire dans sa transition en impliquant tous les acteurs et toutes les échelles du territoire.

Pour suivre leur application et les améliorations apportées, un dispositif de suivi-évaluation est également prévu.

Les sous-objectifs chiffrés principaux du territoire sont les suivants :

- Réduire les consommations d'énergie finale de 20 % à l'horizon 2030 et de 40 % à l'horizon 2050, sur la base des consommations de 2005.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % d'ici 2030 et de 75 % d'ici 2050, sur la base des émissions de 2005.
- Atteindre 10 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique du territoire à l'horizon 2030, et 30 % de l'énergie consommée d'origine renouvelable à l'horizon 2050.
- Ramener les concentrations de polluants atmosphériques sous les seuils réglementaires pour la qualité de l'air.

Les objectifs du PCAET soulignent donc une réelle volonté de développer des filières renouvelables, de réduire ses émissions et impacts et de garantir un cadre de vie sûr et sain pour les habitants.

D'après le PCAET, le développement réseaux de chaleur urbain est un enjeu prioritaire et stratégique pour mobiliser les énergies renouvelables et de récupération disponibles sur le territoire.

4. Etude d'opportunité des énergies renouvelables mobilisables pour le projet d'aménagement

4.1. Analyse des sources d'énergies disponibles

Nous parcourons dans ce qui suit les solutions disponibles en suivant la logique ENR'Choix, développée par l'ADEME Ile de France.

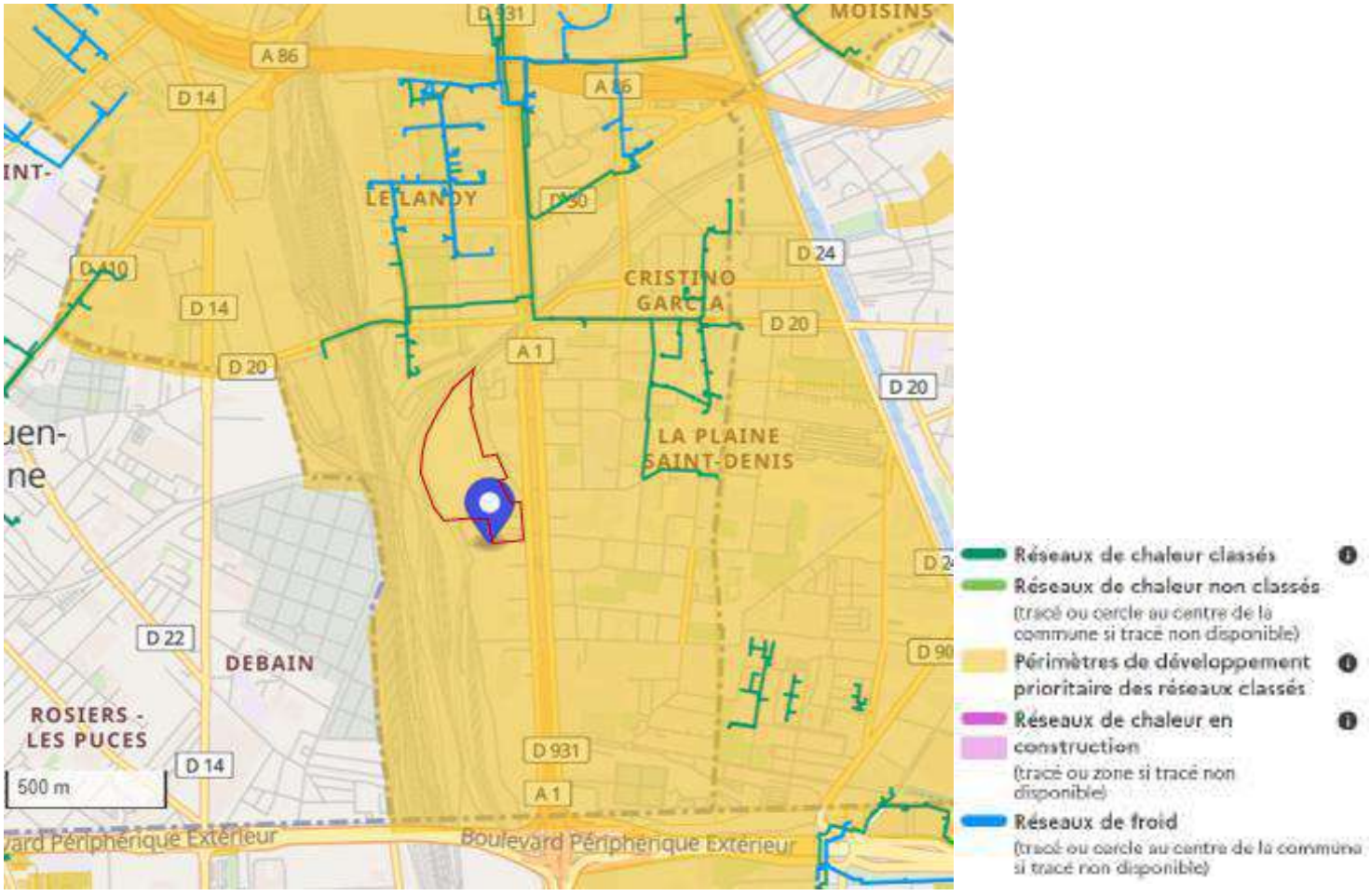
4.1.1. Réseaux de chaleur existants

En pratique, il n'existe pas de distance maximale pour pouvoir se raccorder à un réseau de chaleur. Il est néanmoins possible de définir les paramètres influençant la rentabilité de cette opération. L'ADEME évalue le seuil de rentabilité minimum pour un réseau de chaleur à 1,5 MWh/ml.

<u>Potentiel sur le projet :</u>

Réseau de chaleur répertorié à proximité du site :

- Réseau de Saint-Denis

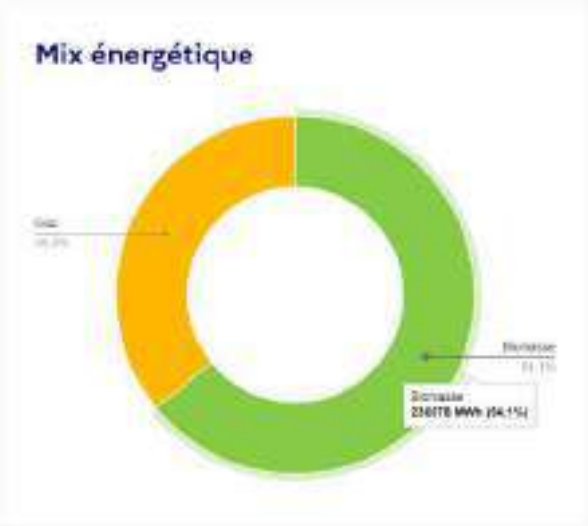


Réseaux de chaleur aux alentours du site (source France Chaleur Urbaine)

Le réseau Plaine Commune Energie alimente en chauffage l'équivalent de 61 500 logements, avec un taux d'EnR&R de 64,1 %. Il est situé à **273 m à vol d'oiseau du projet.** Au vu du périmètre couvert par le réseau et de

sa proximité avec le site, **le raccordement semble envisageable avec le réseau de chaleur Plaine Commune Energie.**

Créé en 1957, ce réseau constitué d'un réseau de distribution de 70.4 km de longueur alimente 544 points de livraison en chauffage et en ECS (eau chaude à 70°C-50°C) produite par le mix énergétique suivant :



Mix énergétique du réseau de chaleur de Saint-Denis (source : https://france-chaleur-urbaine.beta.gouv.fr/reseaux/9301C)

Bien que le réseau ne soit pour l'instant pas présent sur le site de projet, sa proximité et la nature du projet (quartier mixte, habitat, culture, services, commerces, …) rend son raccordement intéressant.

Cette option sera donc étudiée dans le cadre de l'étude d'approvisionnement énergétique.

En revanche, le réseau de froid est à plus de 450m du projet, et étant donné les faibles besoins de froid du projet des Cathédrales du Rail, il n'est pas possible d'atteindre le seuil de rentabilité financière estimé à 1,5 MWh de consommation par mètre linéique de réseau à tirer. Le rafraîchissement par le réseau de froid n'est donc pas intéressant.

4.1.2. Chaleur fatale : Unité d'incinération des Ordures Ménagères (UIOM)

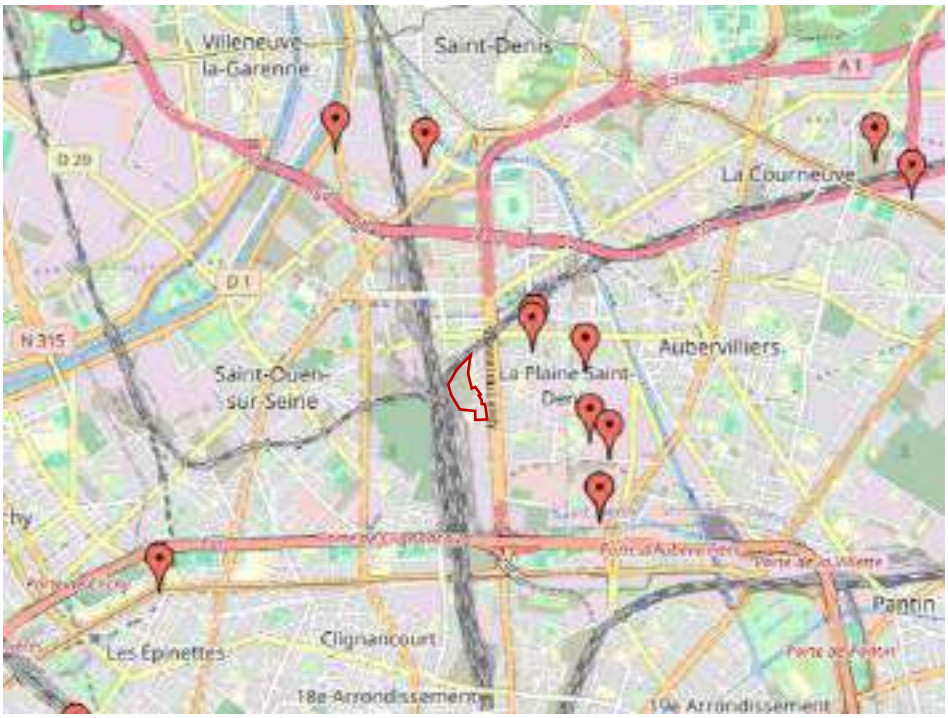
L'UIOM de Saint-Ouen-sur-Seine se trouve à 7 km du site. Ainsi, l'approvisionnement du site en **énergie fatale issue d'UIOM n'est pas envisageable**.

4.1.3.Chaleur fatale : Datacenters à proximité du site

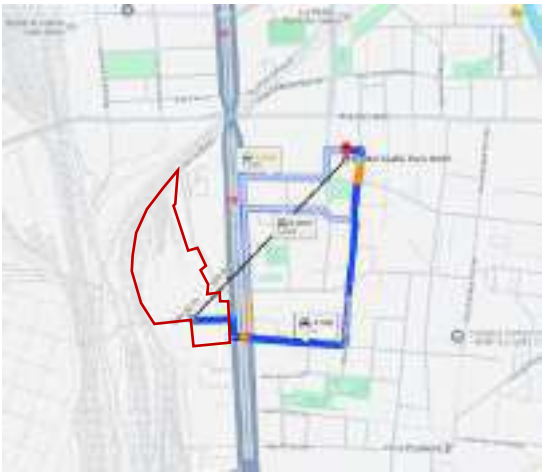
Les **datacenters**, en permanence rafraîchis par des groupes froid, consomment beaucoup d'électricité. Un datacenter de 10 000 m^2 a besoin d'une puissance de raccordement au réseau électrique de 20 MW et consomme autant d'électricité qu'une ville moyenne de 50 000 habitants pour refroidir les serveurs informatiques. La chaleur produite par ces groupes froid peut être récupérée par des échangeurs thermiques et produire une eau à 55°C pour la production de chauffage et d'eau chaude.

Depuis le 21 juin 2024, le réseau de chaleur de Saint-Denis est raccordé avec le datacenter Equinix (ZAC Plaine Saulnier Saint-Denis). La chaleur fatale du data center est récupérée pour fournir chauffage et eau chaude sanitaire, à plus de 75% d'énergie renouvelable, au Centre Aquatique Olympique de Saint-Denis et à la ZAC de la Plaine Saulnier.

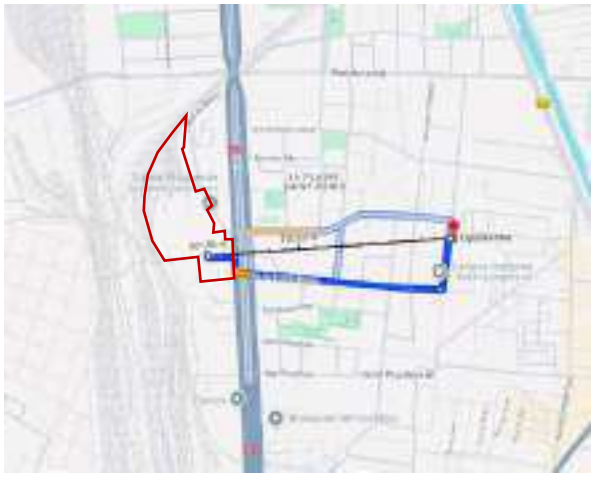
Potentiel sur le projet :



france-datacenter.fr/datacenter-ville-france-carte



Distance du site au Datacenter Interxion PAR5 (Google Maps)



Distance du site au Datacenter Equinix PA6 (Google Maps)

Distance du site au Datacenter Interoute Paris (Google Maps)

Le datacenter le plus proche est à plus de 600 mètres (Interxion PAR5). L'option de **récupération de chaleur via les datacenters n'est donc pas envisageable.**

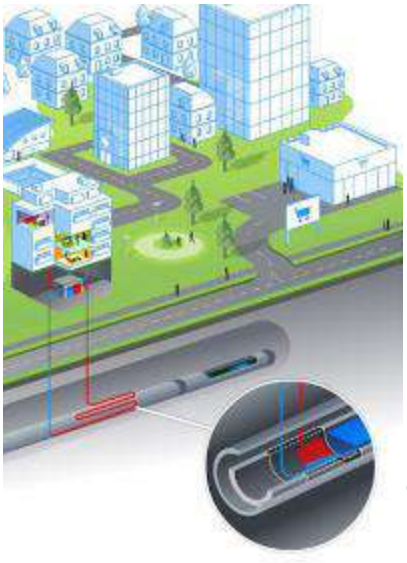
4.1.4.Chaleur fatale : Riothermie (récupération sur Eaux usées)

Les **eaux usées** domestiques sont caractérisées par des températures relativement stables tout au long de l'année comprises entre 10 et 28°C selon le point de mesure entre la sortie bâtiment et la station d'épuration terminale. Elles peuvent donc être mobilisées en ressource Basse Température pour de la récupération ou de l'injection de chaleur via des échangeurs :

- Au niveau de la station d'épuration (STEP)
- Au niveau des stations ou postes de relevage
- Au niveau des collecteurs

Échangeurs intégrés à des canalisations neuves (Saunier & Associés)

3 à 8 kW/ml d'échangeur en écoulement libre, jusqu'à 24 kW/ml en charge (fournisseur)

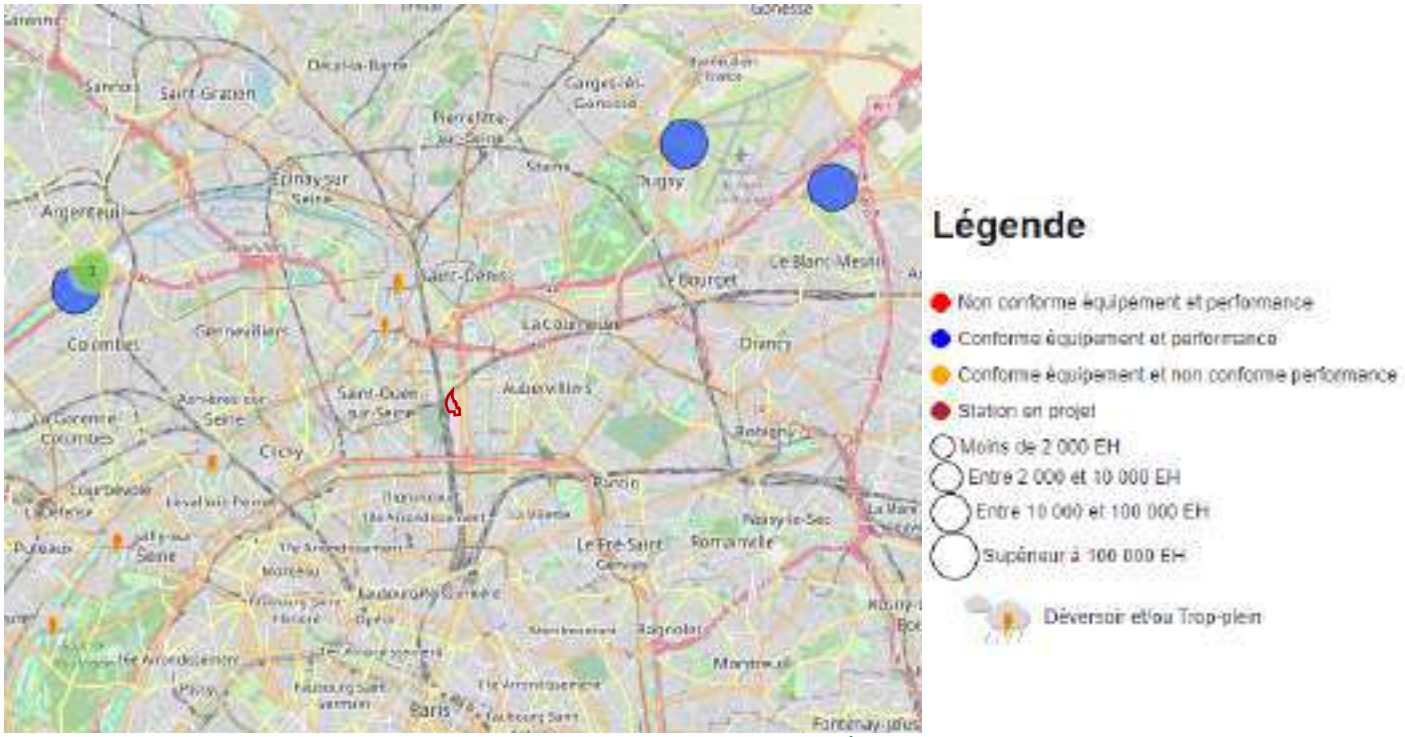


Principe de la récupération de chaleur sur collecteurs (Système Degré Bleu® de Suez)

La performance et la rentabilité du système dépendent d'un certain nombre de paramètres liés aux bâtiments consommateurs et au réseau de collecte :

	Paramètre	Contrainte/Recommandation
Bâtiments	Type de bâtiment	Demande régulière de chauffage ou d'ECS (efficacité des PAC) Bâtiments les plus adaptés : piscines, résidence de logements, bureaux, hôpitaux, maisons de retraite, hôtels. Les salles de sports, salles de spectacles et centres commerciaux sont à éviter.
	Distance collecteur / bâtiments	Inférieure à 350 m, idéalement moins de 200 m
	Température de fonctionnement	Systèmes à basse température (T<65°C) pour les solutions décentralisés, systèmes à hautes température possibles pour les solutions centralisées (avec appoint).
	Puissance thermique	Minimum 150 kW
	Volume de consommation	Supérieur à 800 MWh/an, idéalement supérieur à 1 200 MWh/an

	Climatisation	Pour les solutions décentralisées, des PAC réversibles peuvent être envisagées.
Réseau de collecte EU	Débit des eaux usées	Supérieur à 15 L/s (moyenne quotidienne par temps sec), ce qui correspond à 8 000 à 10 000 eq-habitant.
	Température des eaux usées	Supérieure à 10°C en moyenne. L'abaissement de la température des eaux en entrée des STEP terminales peut cependant avoir un effet négatif sur son fonctionnement, les opérateurs de STEP doivent être consultés pendant la conception du système
	Dimensions du collecteur	Existant : diamètre supérieur à 800 mm (échangeur rapporté) Neuf ou remplacement : un diamètre de 400 mm est suffisant (échangeur intégré) Installation facilitée pour de grands tronçons rectilignes (20 à 100 m).
	Âge des conduites	Meilleure opportunité sur des canalisations remplacées ou rénovées



STEP la plus proche du site (source du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires)

Potentiel sur le projet :

- La STEP la plus proche est celle de Bonneuil-en-France avec une capacité de traitement de 273 000 Equivalent-habitants et un débit de référence de 65 721 m3/jour. Elle est cependant à 7,5 km au nord-ouest de l'opération et **ne peut donc pas l'alimenter en énergie de récupération**.

Source : https://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/pages/data/fiche-039508801000

Données Clés 2022

Station de traitement des eaux usées de BONNEUIL-EN-FRANCE

Charge maximale en entrée	365 464 EH
Capacité nominale	273 000 EH
Débit arrivant à la station	
Valeur moyenne	48 408 m3/j
Percentile95	65 721 m3/j
Débit de référence retenu	65 721 m3/j
Production de boues	6 103 TMS/an

Résultats des conformités

Conformité équipement	oui
Conformité performance	oui
Zone globale de collecte conforme (temps sec) :	oui

La présence de logements sur le site fait que le potentiel de valorisation des eaux usées pourrait être intéressant à étudier.
L'installation de récupérateurs sur eaux grises individuels est donc à étudier.

4.1.5.Chaleur fatale : Cogénération pour la production d'électricité sur site

La cogénération est une technologie de production simultanée de chaleur et d'électricité. Ici, pour parler de récupération d'énergie fatale, on considère la cogénération pour répondre en premier lieu à un besoin de production électrique dont la chaleur est un sous-produit à récupérer.

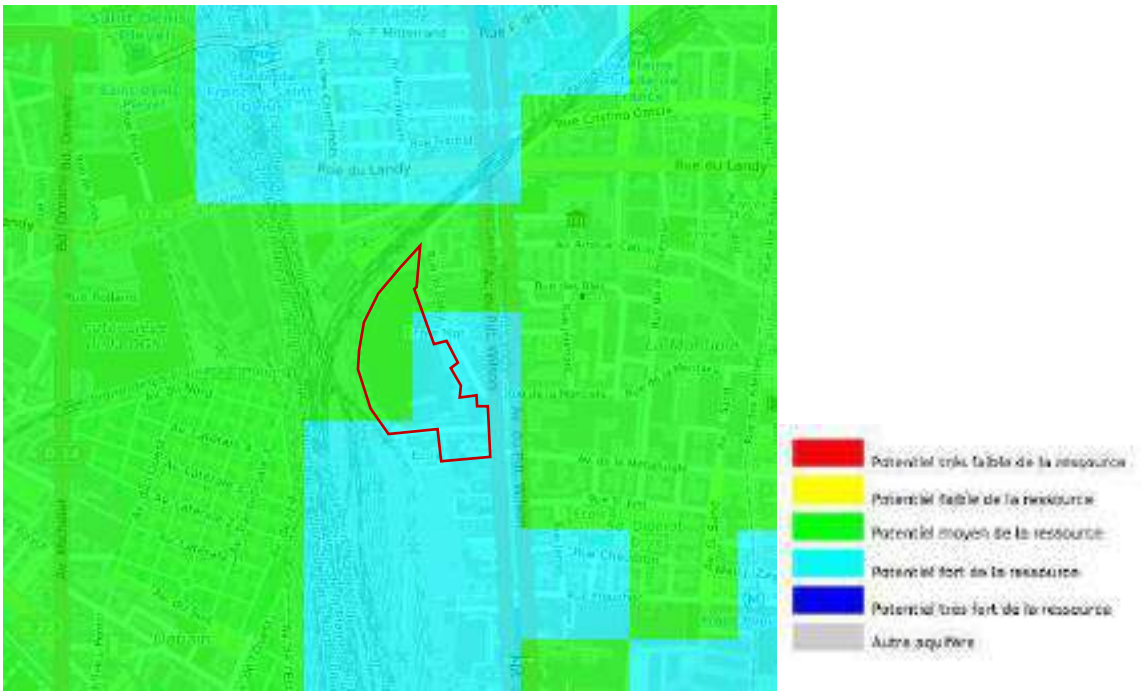
Potentiel sur le projet : les besoins d'électricité sur le projet ne justifient pas l'installation d'un tel système.

4.1.6.Géothermie

Il s'agit d'exploiter la chaleur du sous-sol et des aquifères qui s'y trouvent. 4 grands types de gisements sont définis selon les températures :

- La géothermie très basse énergie (T<30°C, profondeur inférieure à 200 m) peut assurer le chauffage, la production d'ECS et le rafraîchissement des bâtiments via des pompes à chaleur, tuyaux enterrés ou sondes sèches.
- La géothermie basse énergie (30°C<T<90°C, profondeur entre 200 et 2500 m) en exploitation directe de la chaleur sur des réseaux de chauffage urbain ou des usages spécifiques (industrie, thermalisme, etc.).
- La géothermie moyenne énergie (90°C<T<150°C, eau chaude ou vapeur humide) pour des usages industriels ou pour la production d'électricité à plus de 2 500m.
- La géothermie haute énergie (T>150°C, vapeur sèche ou humide) pour la production d'électricité.

Potentiel sur le projet :



Potentiel géothermique de surface sur échangeur ouvert (nappe) du site (source www.geothermies.fr)

La région est caractérisée par des nombreux aquifères sur lesquels peut s'appuyer le développement de la géothermie, et notamment la nappe du Dogger, entre 1500 et 2000m de profondeur, offrant des températures 57 et 85°C. Cette ressource peut être valorisée massivement par des pompes à chaleur ou au sein des réseaux de chaleur.

Actuellement, Plaine Commune compte une centrale géothermique dans le quartier Pleyel capable d'alimenter 600 000 m² de bâtiments et avec 24.4 MW chaud et 14.2 MW froid de puissance souscrite, et une autre centrale est en travaux dans le quartier de Franc-Moisin (Centrale du Fort de l'Est), qui devrait alimenter 7 500 logements.

Les ressources géothermiques du territoire se limitent à la géothermie Très basse Energie particulièrement adaptée pour des projets neufs (basse température).

Le site est identifié comme présentant un potentiel moyen à fort pour l'exploitation géothermique de surface basse et très basse énergie sur système ouvert.

Les opérations de géothermie de surface sur échangeur ouvert sont éligibles aux aides du Fonds Chaleur de l'Ademe.

Ce potentiel sera retenu et étudié dans l'étude d'approvisionnement.

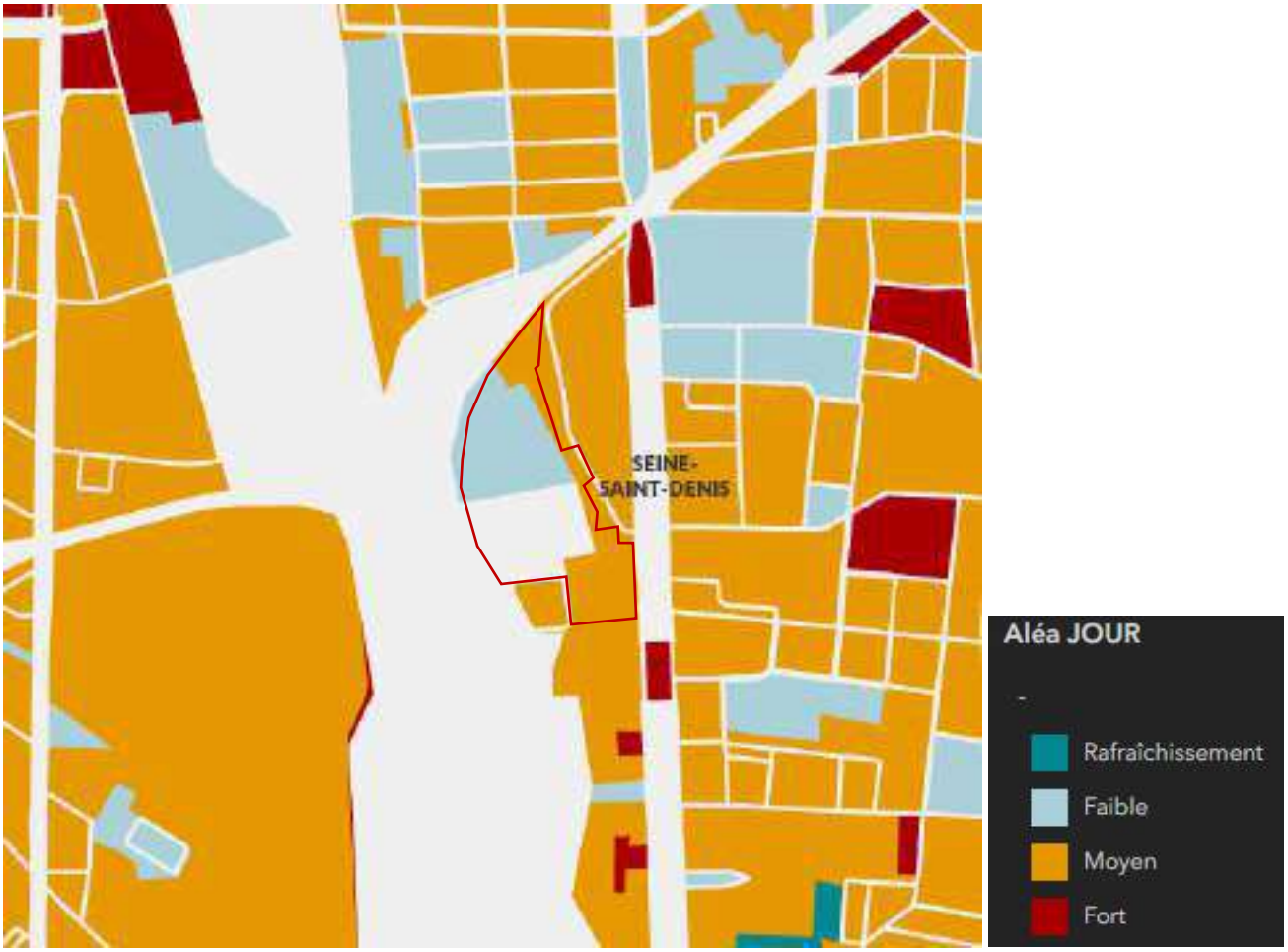
4.1.7.Aérothermie

Il s'agit d'échanger des calories avec l'air extérieur ou l'air vicié des bâtiments par des PAC pour les besoins de chauffage, de froid ou d'ECS (chauffe-eau thermodynamique). Ces systèmes ont des rendements très bons mais contribuent à l'effet d'îlot de chaleur urbain par les rejets de chaleur sur l'air extérieur en été. Ils peuvent

également poser des difficultés d'intégration au bâti des éléments extérieurs (disponibilité de surface en toiture ou en façade, intégration esthétique, nuisances acoustiques au voisinage).

Potentiel sur le projet :

L'effet d'ilot de chaleur urbain est jugé assez faible sur le site de par son pourcentage de végétalisation assez élevé et la cessation des activités humaines.



Vulnérabilité du site à l'effet d'ICU en plein jour (source Institut Paris Région)

Ces systèmes sont donc **adaptés à l'opération et seront étudiés**.

4.1.8.Hydrothermie / Thalassothermie

Il s'agit de récupérer de la chaleur sur l'eau des nappes superficielles, des cours d'eau, ou de la mer.

Potentiel sur le projet :

Carte de l'hydrographie du site (source Géoportail)

Le cours d'eau le plus proche est le canal Saint-Denis, située à environ 1,3 km. Cette distance est trop importante et **ce potentiel ne sera pas exploité.**

4.1.9.Solaire photovoltaïque

Les panneaux solaires photovoltaïques produisent de l'électricité à partir de l'ensoleillement reçu grâce à une réaction photo-chimique. Toutes les cellules photovoltaïques sont créées à partir d'un matériau semi-conducteur, généralement du silicium, dont la conductibilité électrique peut varier en fonction des conditions dans lesquelles il se trouve.

On retrouve plusieurs types de cellules photovoltaïques dont les plus courantes sur le marché actuel sont :

- Les cellules monocristallines : constituées de cristaux très purs obtenus par un contrôle strict et progressif du refroidissement du silicium, elles atteignent de bons rendements, de l'ordre de 16 à 21 %, mais leur coût est élevé.
- Les cellules polycristallines : constituées de cristaux orientés de manière irrégulière, elles ont un bon rapport performance/prix et sont donc les plus utilisées. Elles sont moins chères que les cellules monocristallines mais leur rendement est plus faible, de l'ordre de 14 à 15 %.
- Les cellules couches minces : le semi-conducteur est déposé par vaporisation sous vide sur un matériau support type verre, plastique souple ou métal. Elles sont moins coûteuses que les cellules

précédentes et permettent de créer des panneaux souples et légers. Cependant, leur rendement est plus faible, autour de 5 à 15 %.

Potentiel sur le projet :

Le territoire de Saint-Denis dispose d'un ensoleillement suffisant avec une valeur moyenne annuelle se situant autour de **1 095 kWh/m²/an** et une durée moyenne d'ensoleillement de **1 814 heures par an.**

Carte de l'ensoleillement de la France (en h/an)

Les panneaux photovoltaïques sont généralement garantis avec un rendement quasi-linéaire pendant 25 ans. Au-delà, les performances se dégradent significativement. Par conséquent il est nécessaire de bien définir la technologie utilisée selon les contraintes du site (polycristallin ou mono-cristallin, surface et puissance installée, orientation, inclinaison).

Compte tenu du gisement disponible et du potentiel économique, **le photovoltaïque représente donc une piste intéressante d'approvisionnement en EnR à l'échelle du projet.**

4.1.10. Solaire thermique

Le rayonnement solaire est capté puis converti en chaleur à l'aide d'un capteur solaire thermique et de son absorbeur. Cette chaleur est ensuite transmise à un fluide caloporteur qui circule dans le capteur dans un circuit primaire. Ce même fluide ira transmettre cette chaleur à l'eau sanitaire via un échangeur thermique. Cette eau sanitaire chauffée sera ensuite stockée dans un ballon solaire, mis en série avec un ou plusieurs ballons d'appoint, dont le rôle est de palier à un manque d'eau chaude et d'atteindre la température de consigne. Cette eau chaude sera ensuite utilisée dans le domaine domestique.

L'usage le plus courant est en production d'ECS, la rentabilité du chauffage solaire étant limitée par la non-correspondance entre la période d'ensoleillement maximal (été) et la période de chauffage (hiver).

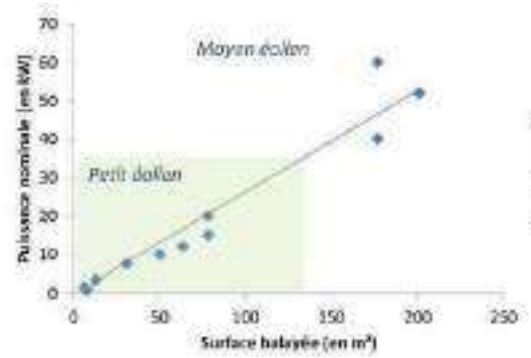
Potentiel sur le projet :

Dans le cadre d'un projet de logements, ayant peu de masques aux alentours, l'énergie **pourrait être étudiée, mais plutôt en dernière alternative** du fait de l'importance de l'appoint nécessaire.

4.1.11. Éolien

Compte tenu de l'insertion urbaine de l'opération, il s'agit ici de considérer uniquement les systèmes de micro ou petit éolien qui regroupe des installations de moins de 36 kW pouvant être de 2 types :

- Système à axe horizontales (ces systèmes sont plus efficaces pour des vents stables en vitesse et en direction et peuvent générer des nuisances acoustiques.)



Puissance nominale	Masse typique
160 W	6 kg
3 kW	180 kg
10 kW	400 kg hors mât

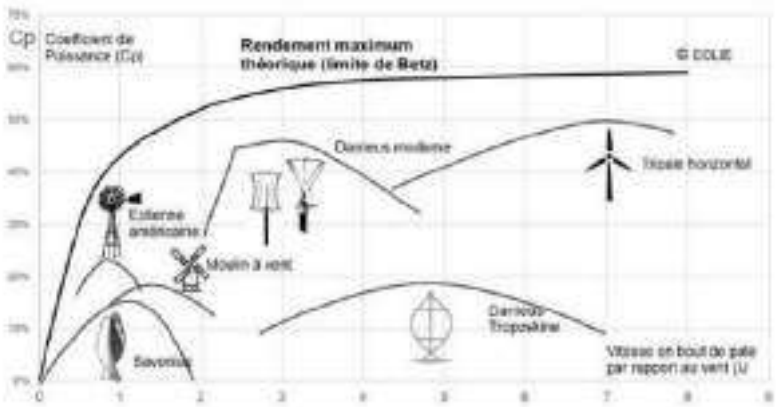
Données indicatives de dimensionnement des installations classiques d'éoliennes à axe horizontal (ADEME 2015)

Eolienne intégrée Windtronics

- Éoliennes à axe vertical : elles sont moins sensibles aux changements d'orientation des vents et aux turbulences caractéristiques des environnements urbains. (deux grandes familles sont présentes aujourd'hui sur le marché – Darrieus et Savonius)

Système VisionAIR3 de V-Air (Type Darrieus)

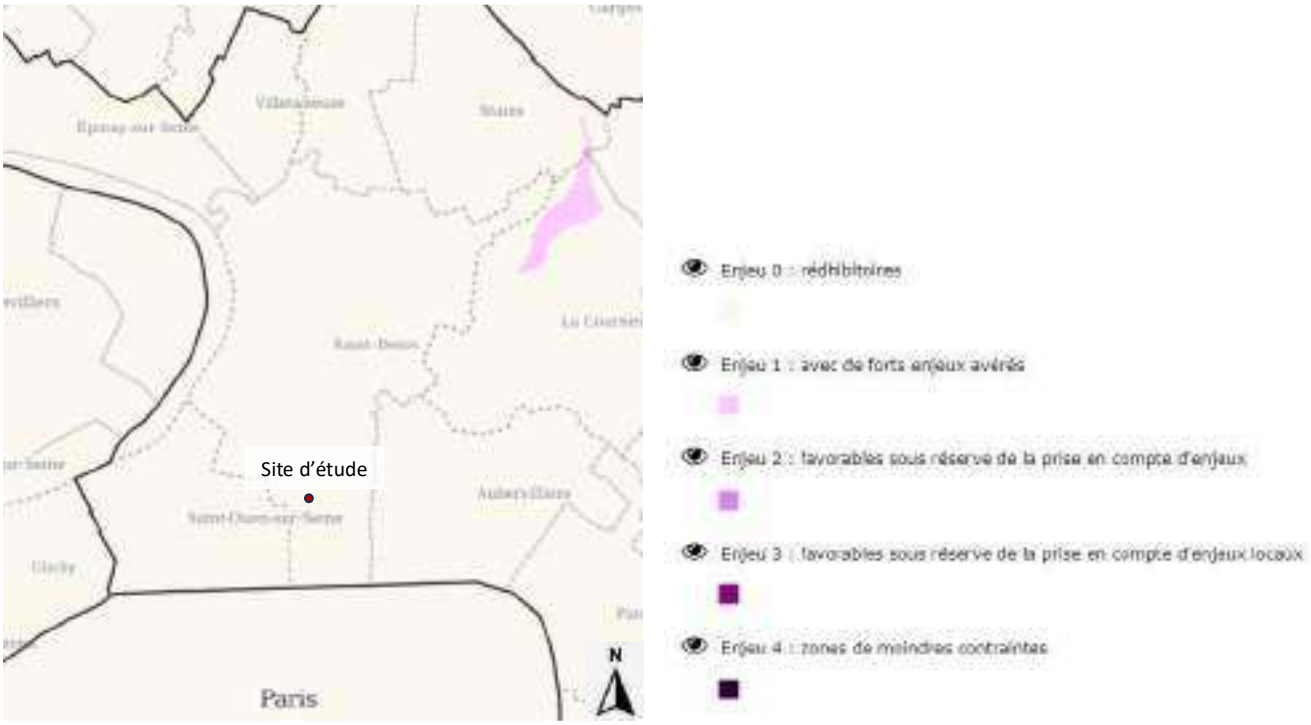
Système Windside® WS-4 (Type Savonius)



Rendement des différentes éoliennes suivant la vitesse en bout de pale par rapport au vent (source eolie)

Selon l'ADEME, le prix d'installation du petit éolien est compris entre 2 500 et 9 000 EUR/kW installé tandis que le grand éolien coûte de 1 300 à 1 500 EUR/kW à l'installation.

Potentiel sur le projet :



Cartographie des zones favorable au développement éolien, DRIEAT Ile-de-France en 2023

Le site n'est pas identifié comme une zone favorable au développement éolien. De plus, la maturité de la technologie éolienne n'est **pas encore assez développée pour que le rapport investissement performance soit rentable**. De plus, cette solution provoquerait des problèmes de bruits ainsi que de structure.

4.1.12. Biomasse méthanisable

Il s'agit de produire sur site du biogaz par méthanisation à partir des déchets organiques produits sur site ou à proximité. Celles-ci se limitent à la fraction fermentescible des ordures ménagères, déchets des activités commerciales et déchets verts. Le biogaz produit peut être réinjecté au réseau ou valorisé pour de la production de chaleur (combustion en chaudière) et éventuellement de l'électricité (cogénération). La production électrique peut bénéficier d'un tarif d'achat défini par arrêté sous certaines conditions (efficacité énergétique de l'installation, teneur en effluents d'élevage).

Potentiel sur le projet :

Les installations nécessitent cependant des emprises importantes (au moins 2000 m²) en plus d'une distance minimale par rapport aux zones d'habitation. Le stockage du gaz en zone urbaine est aussi à prendre en considération.

La méthanisation sur site ne présente pas une opportunité suffisante dans le contexte de l'opération.

4.1.13. Bois-énergie

Il peut prendre plusieurs formes :

- Bois bûches : plutôt utilisées par les particuliers pour le chauffage domestique principal ou d'appoint.

- Bûches densifiées ou compressées : également utilisées davantage pour le chauffage domestique des particuliers, elles sont issues de sciures et copeaux de bois non traités densifiés à haute pression.
- Plaquettes forestières ou de scierie : utilisées plutôt pour les usages de gros collectifs et l'industrie,
- Granulés de bois ou pellets : également utilisés par les particuliers, les usages collectifs et l'industrie

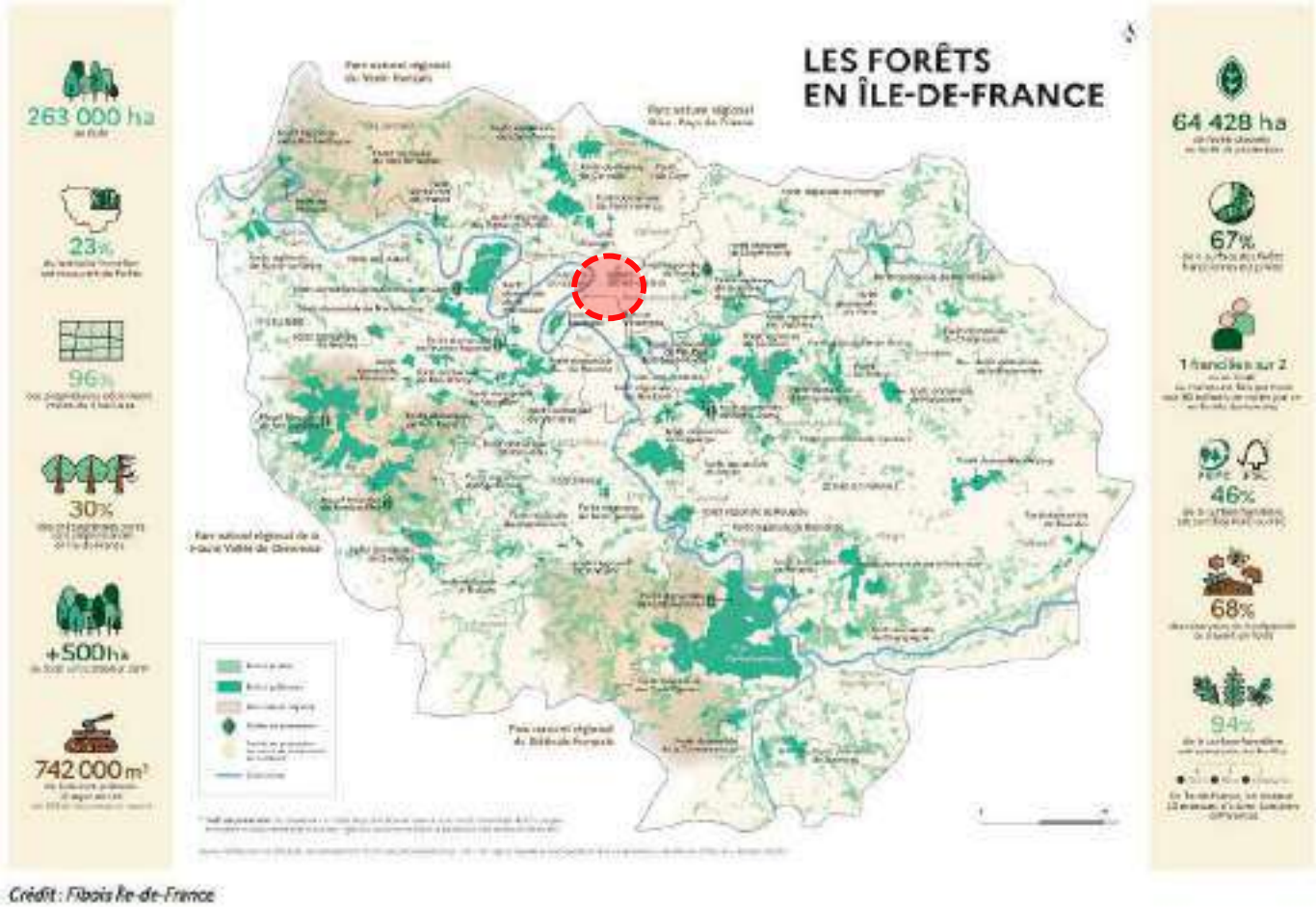
Cette ressource peut être mobilisée :

- A l'échelle des bâtiments en énergie principale ou d'appoint pour des chaudières individuelles.
- A l'échelle des quartiers via des chaufferies bois centralisées avec réseau de chaleur pour couvrir les besoins de chauffage et d'ECS, voire d'électricité en cas de mise en place de cogénération

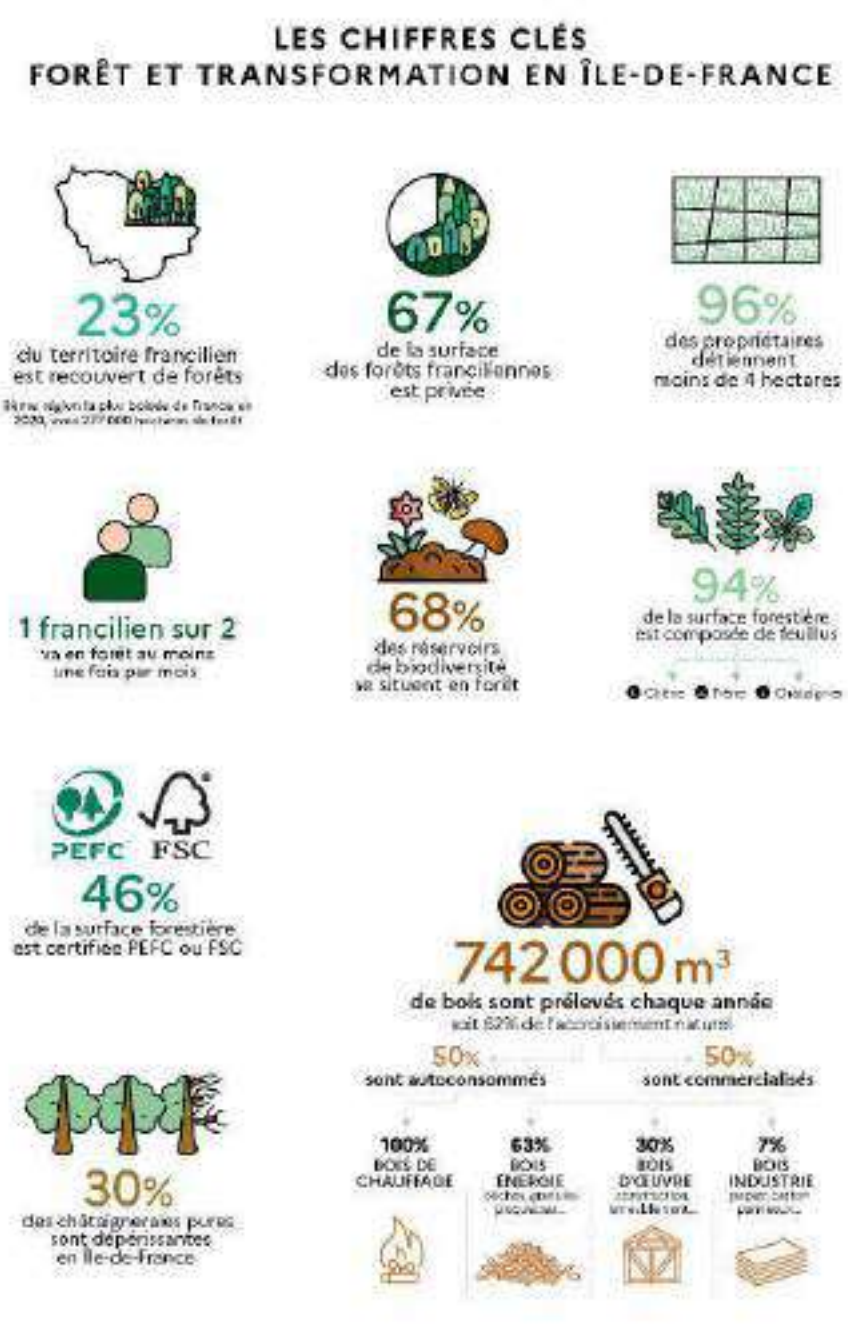
<u>Potentiel sur le projet :</u>

A l'échelle régionale, l'Ile-de-France possède un **taux de boisement de 23%, assez proche de la moyenne nationale.**

A l'échelle départementale, le département de Seine-Saint-Denis possède un **taux de boisement de 5,4% assez faible.** Il se trouve à la frontière des départements de Paris et de Seine-et-Marne, **des taux de boisement de 9,3 et 21,3%.**



Carte des boisements en Ile-de-France (Source : Fibois Ile-de-France)



Le bois-énergie est actuellement exploité sur le territoire de Plaine Commune grâce à 1 chaufferie bois raccordée et une chaufferie bois non raccordée. Dans le cadre de son PCAET, Plaine Commune envisage la création d'une nouvelle chaufferie bois comme piste d'action pour l'augmentation de la production d'énergie renouvelable.

Le bois-énergie représente actuellement la principale source d'énergie renouvelable pour le réseau de chaleur de Plaine Commune.

Les opérations de la filière biomasse-énergie éligibles au Fonds Chaleur sont les installations collectives ayant une production de plus 1200 MWh/an. Des aides régionales sont disponibles pour les installations plus petites.

Le développement de la filière bois comme source d'énergie sur le site semble complexe, avec notamment une chaufferie collective des bâtiments et un stockage à mettre en œuvre, qui ne sont pas prévus au plan masse.

De plus, le site présente des contraintes d'encombrement (stockage), de livraison (aires de livraison, rayons de giration, etc.), de distance et de fréquence des approvisionnements (limitation des émissions de GES liées au transport, impact local sur les flux de circulation, etc.), et d'impact local sur la qualité de l'air (combustion), dans un environnement déjà soumis à des pollutions atmosphériques.

Cette énergie ne sera donc pas étudiée sur le projet.

4.1.14. Biocarburant

Le potentiel de la biomasse peut se développer à partir de « cultures énergétiques » orientées vers les biocarburants. Les biocombustibles et biocarburants couvrent l'ensemble des carburants et combustibles liquides, solides ou gazeux produits à partir de la biomasse et destinés à une valorisation énergétique dans les transports et le chauffage.
On distingue différentes générations de biocarburants, selon la partie de la biomasse qui est utilisée pour les produire et selon le processus de transformation.

	Filières matures	Filières à consolider	Filières nouvelles
Type de biocarburant	1re génération	1re génération	2e et 3e génération
Type de cultures	Canne à sucre, maïs, betterave	cultures oléagineuses arbustives	Déchets agricoles et forestiers (2G) Algues (3G)
Acteurs majeurs	Industrie	Paysans locaux Entreprises agroforestières Sociétés d'oléagineux	Centres de recherche
Cibles	Consommation nationale en premier lieu Exportation à la marge	Consommation nationale Consommation locale (circuits courts)	–
Type de promoteur	Privé surtout	Privé ou public	Partenariat public-privé (PPP)
Action d'accompagnement	Appui aux politiques publiques	Appui à la définition de politiques publiques Appui à la structuration de la filière	Appui à la R&D Partenariats industriels et scientifiques

Récapitulatif de la typologie des filières (source Note de doctrine du groupe AFD sur les biocarburants)

Aujourd'hui, leur production coûte, pour la plupart, plus cher que celle de l'essence ou du gazole. Le surcoût (hors taxes) est essentiellement dépendant du prix de la ressource, et en particulier de l'huile pour les filières biogazole, et également des coûts de main d'œuvre dans les différents pays.

<u>Potentiel sur le projet :</u>

A l'échelle de l'Ile-de-France, la proportion de cultures de céréales et oléo protéagineux (COP) atteint 60% des exploitations de la région en 2020, à travers 2 673 exploitations.

- Les cultures céréalières couvrent **62% de la surface agricole utile de la région.**
- **Le blé représente 60% de la production céréalière en Ile-de-France,** soit 1,8 M de tonnes. On y cultive également de l'orge (0,6 Mt), du maïs (0,4 Mt).
- **La région cultive également près de 1,7 Mt de betteraves.**

Les ressources en biocarburants sont bien présentes dans le pays et dans la région.

Les besoins de chaud du projet sont faibles pour la complexité nécessaire à la mise en place de cette solution innovante. Cette **opportunité n'est donc pas avantageuse pour ce projet.**

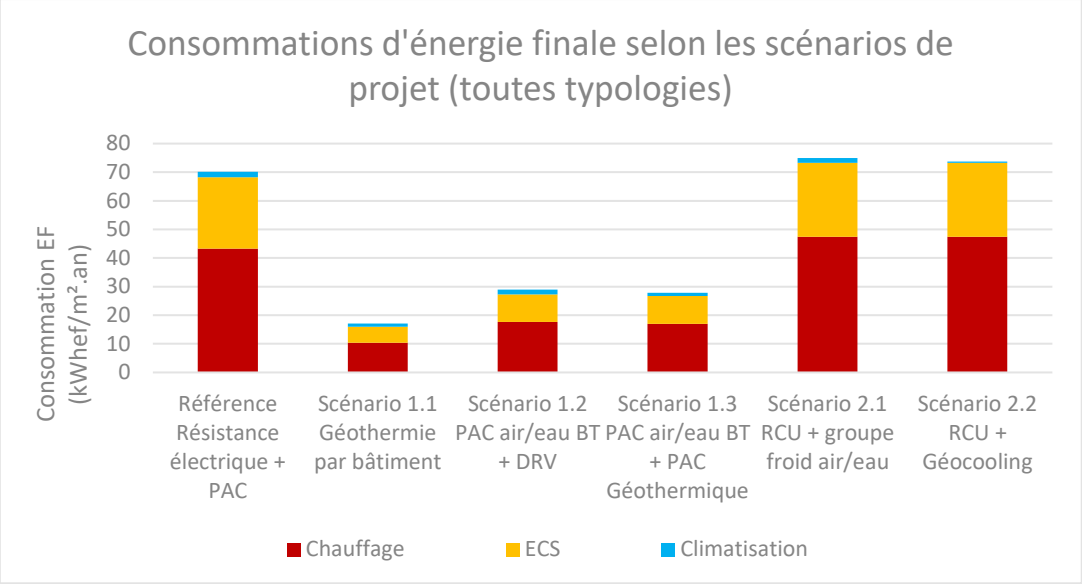
5. Définition des scénarios à étudier

Nom de la variante	Principes généraux Logements	Principes généraux Activités, services et équipements
Scénario de référence Résistance électrique + PAC	**Chauffage :** Résistance électrique **ECS :** Ballons ECS électriques par logement **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** PAC air/eau **ECS :** PAC air/eau **Climatisation :** PAC Air/eau **Electricité :** Réseau national
Scénario 1.1 Géothermie par bâtiment	**Chauffage :** PAC Géothermique **ECS :** PAC Géothermique **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** PAC Géothermique **ECS :** PAC Géothermique **Climatisation :** PAC Géothermique **Electricité :** Réseau national
Scénario 1.2 PAC air/eau BT + DRV	**Chauffage :** PAC air/eau **ECS :** PAC air/eau **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** DRV **ECS :** DRV **Climatisation :** DRV **Electricité :** Réseau national
Scénario 1.3 PAC air/eau BT + PAC Géothermique	**Chauffage :** PAC air/eau **ECS :** PAC air/eau **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** PAC Géothermique **ECS :** PAC Géothermique **Climatisation :** PAC Géothermique **Electricité :** Réseau national
Scénario 2.1 RCU + groupe froid air/eau	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** Groupe froid air/eau **Electricité :** Réseau national
Scénario 2.2 RCU + Géocooling	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** / **Electricité :** Réseau national	**Chauffage :** RCU **ECS :** RCU **Climatisation :** Géocooling **Electricité :** Réseau national

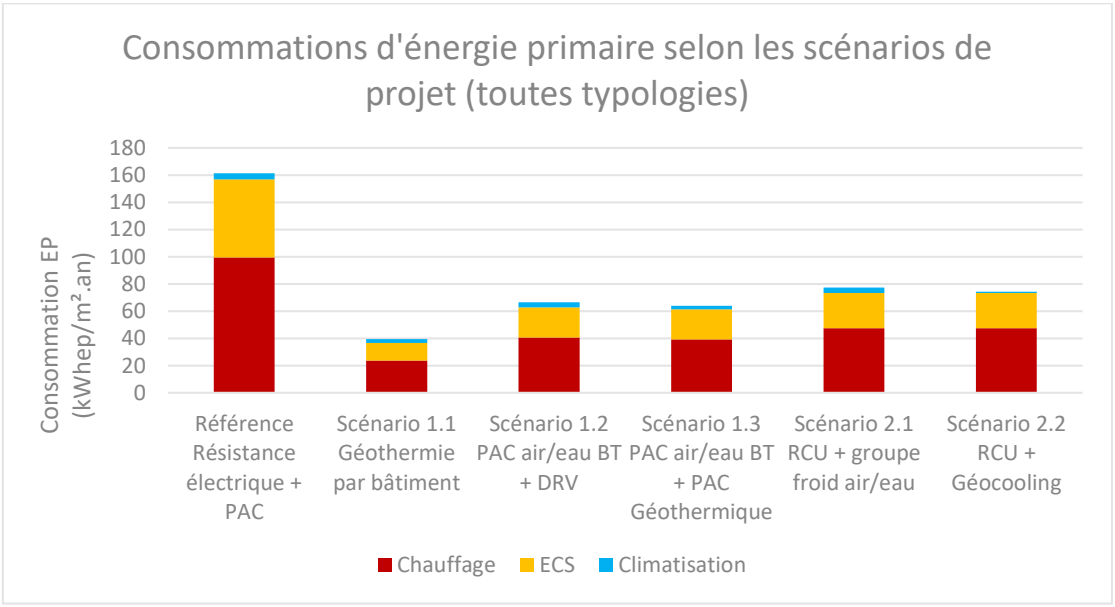
Systèmes supplémentaires	Solaire thermique	Récupération de chaleur sur eau grise	Solaire photovoltaïque
Bonus applicables à tous les scénarios	Production ECS	Production ECS	Production électrique

6. Etude de la faisabilité des différents scénarii énergétiques définis

6.1. Comparaison des consommations en énergie finale

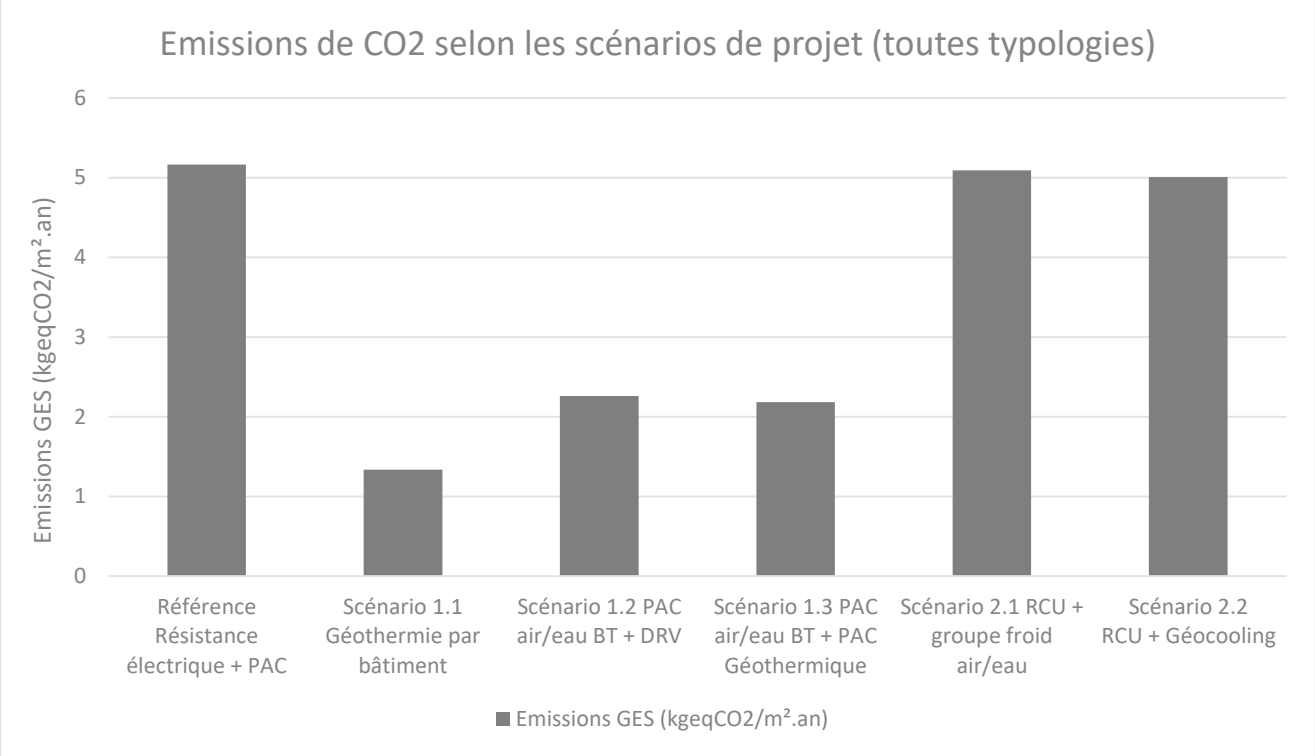


6.2. Comparaison des consommations en énergie primaire



Les scénarios consommant le moins d'énergie finale sont ceux basés sur l'utilisation de PAC géothermique et aérothermique (scénarios 1.1, 1.2 et 1.3). En effet, ces solutions permettent une réduction importante des consommations liées au chauffage et ECS grâce à leur COefficient de Performance élevé. En termes d'énergie primaire, les scénarios impliquant la PAC Géothermique par bâtiment et les PAC aérothermiques sont les plus intéressantes et permettent de limiter la consommation. Le raccordement au RCU permet également de réduire les consommations de manière significative par rapport à la référence.

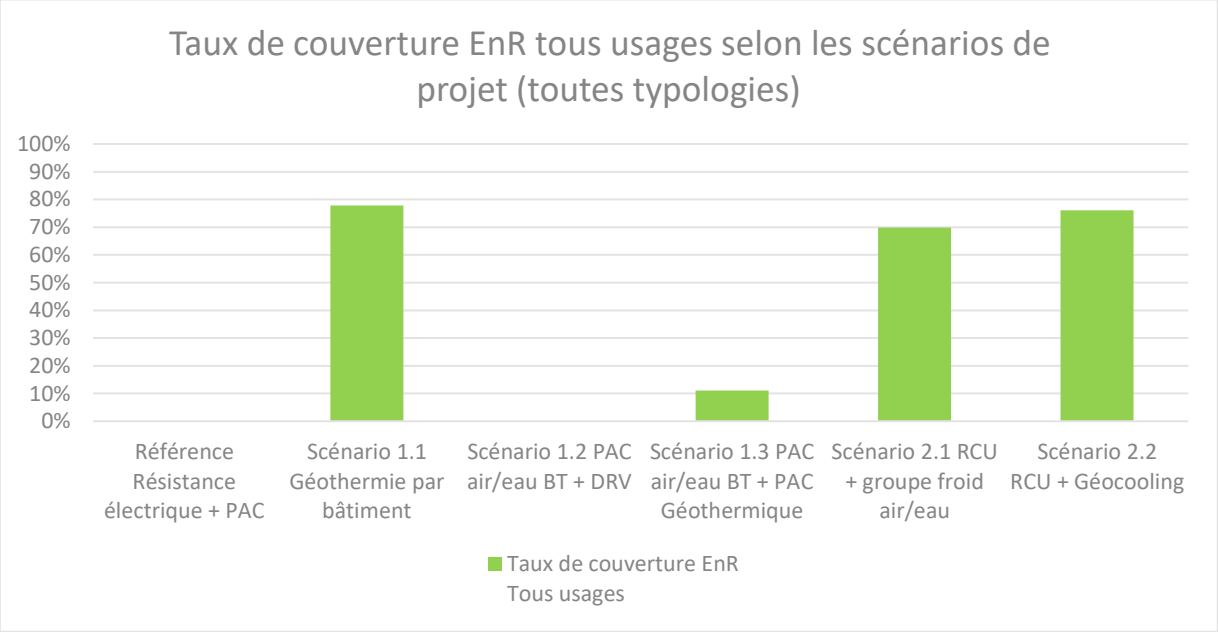
6.1. Comparaison des émissions de gaz à effet de serre



Les scénarios sont globalement assez décarbonés car ils s'appuient sur l'électricité (relativement décarbonée sur le réseau électrique français), la géothermie et un réseau de chaleur urbain dont le taux d'EnR est avantageux.

Les émissions sont donc liées aux rendements des différents systèmes et à la consommation électrique, ce qui explique que le scénario de référence et les scénarios avec raccordement au RCU (scénarios de référence, 2.1 et 2.2) soient les plus émetteurs, tandis que les scénarios recourant à des PAC (scénarios 1.1, 1.2 et 1.3) ont des émissions plus faibles grâce à leurs coefficients de performance élevés.

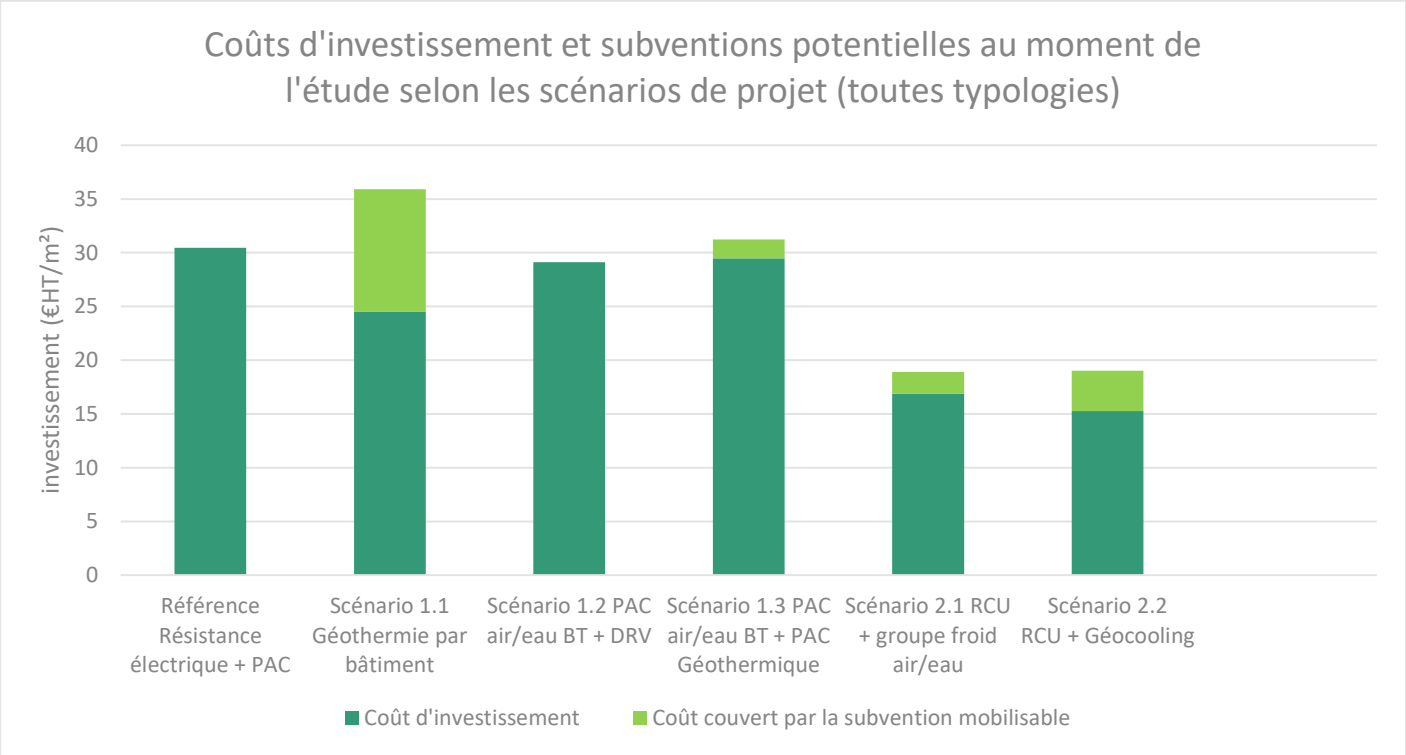
6.1. Comparaison du taux de couverture en ENR



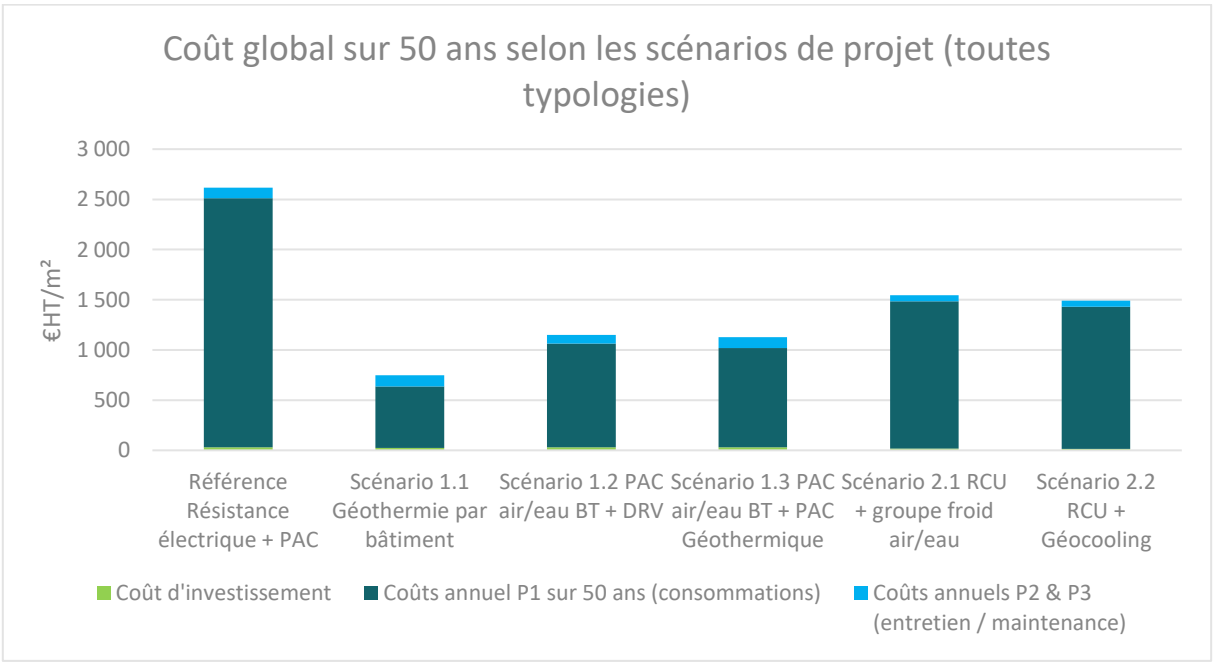
Les scénarios de Géothermie et de raccord au RCU (scénarios 1.1, 2.1 et 2.2) sont les plus intéressants pour promouvoir et utiliser des énergies renouvelables, s'appuyant réciproquement sur l'énergie géothermique et sur un réseau de chaleur ayant un taux d'EnR élevé.

6.2. Comparaison financière entre les scénarii

6.2.1. Coûts d'investissement



6.2.2. Coût global sur 50 ans



Dans l'ensemble, les coûts liés à la consommation d'énergie représentent le poste de dépenses le plus important en coût global sur 50 ans.

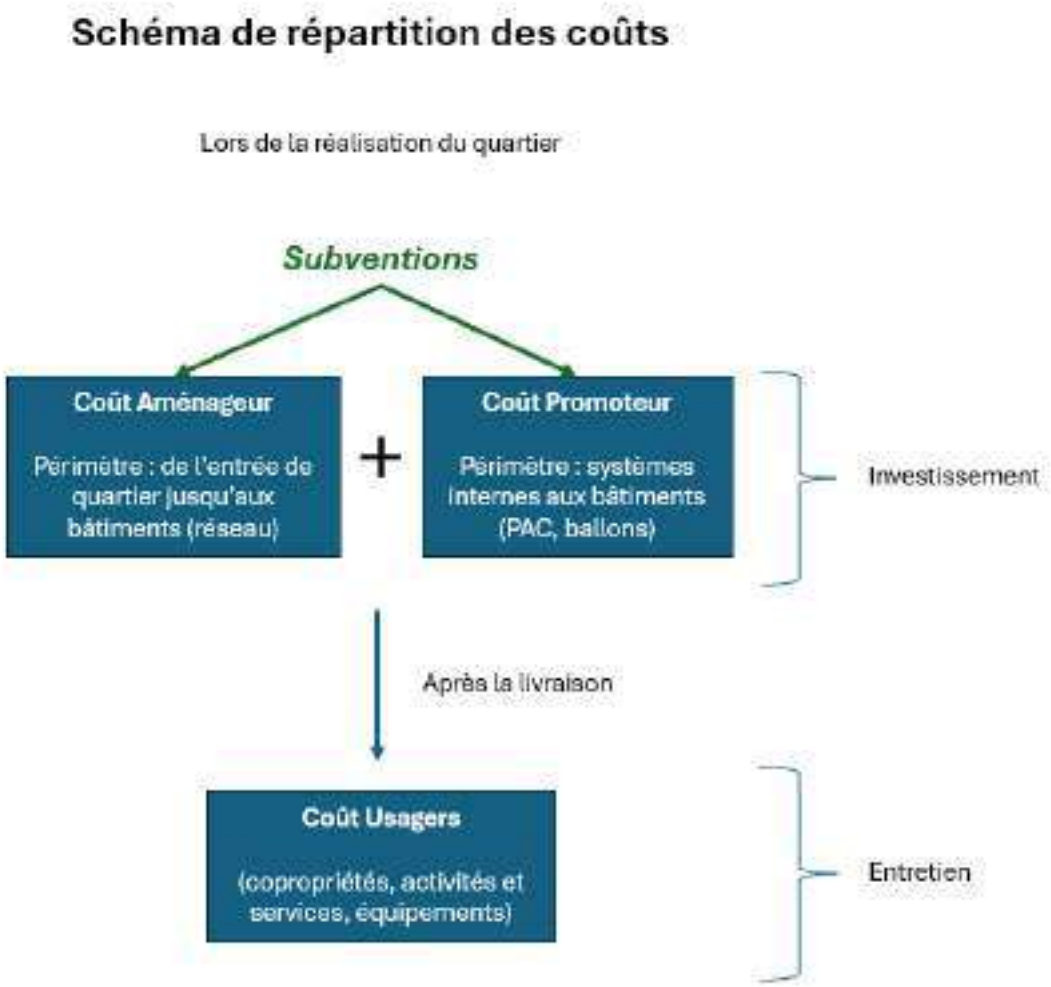
Le scénario géothermie a le cout d'investissement le plus élevé, notamment dû aux forages nécessaires, mais comporte également beaucoup de subventions ce qui permet de compenser l'investissement. L'usage de PAC géothermiques, de géocooling ou le raccordement au réseau de chaleur sont subventionnés ce qui permet de compenser des coûts d'investissement. Le raccordement au RCU est le système impliquant les coûts d'investissement les plus bas.

En observant le coût global sur 50 ans, il ressort que le scénario le plus intéressant économiquement est celui de la Géothermie appliquée à l'ensemble des bâtiments du quartier (scénario 1.1), bien que les 4 autres variantes soient également très intéressantes comparées au scénario de référence et permettent de réduire le coût global. Les scénarios utilisant la géothermie et le géocooling sont cependant impactés par des coûts de maintenance plus élevés, coûts que le raccordement au réseau de chaleur permet au contraire de limiter.

Bien que le tarif du RCU engendre des coûts de consommations relativement élevés par rapport aux autres scénarios, il s'agit de prix plus stables que ceux du réseau électrique sur lequel s'appuient les autres scénarios.

Les solutions de Géothermie et de raccordement au RCU avec Géocooling (1.1 et 2.2) apparaissent donc comme les meilleures solutions en termes de gestion de coûts sur 50 ans, d'investissements, de subventions mais également de durabilité.

6.2.3.Synthèse économique par acteur



	Référence Résistance électrique + PAC	**Scénario 1.1** Géothermie par bâtiment	**Scénario 1.2** PAC air/eau BT + DRV	**Scénario 1.3** PAC air/eau BT + PAC Géothermique	**Scénario 2.1** RCU + groupe froid air/eau	**Scénario 2.2** RCU + Géocooling
Coût d'investissement aménageur					508 000 €HT Soit 10 €/m²	596 000 €HT Soit 11 €/m²
Subvention potentielle aménageur					107 000 €HT Soit 2 €/m²	107 000 €HT Soit 2 €/m²
Coût d'investissement promoteur	1 600 000 €HT Soit 30 €/m²	1 900 000 €HT Soit 36 €/m²	1 550 000 €HT Soit 29 €/m²	1 650 000 €HT Soit 31 €/m²	500 000 €HT Soit 9 €/m²	400 000 €HT Soit 8 €/m²
Subvention potentielle promoteur		597 600 €HT Soit 11 €/m²		91 300 €HT Soit 2 €/m²		91 300 €HT Soit 2 €/m²
Coût annuel entretien maintenance usagers	300 000 €HT Soit 6 €/m²	264 000 €HT Soit 5 €/m²	305 000 €HT Soit 6 €/m²	330 000 €HT Soit 6 €/m²	134 000 €HT Soit 3 €/m²	120 000 €HT Soit 2 €/m²

Les scénarios de raccordement au RCU présentent des coûts pour l'aménageur. Les scénarios mettant en œuvre des résistances électriques et des PAC (Référence, 1.2, 1.3) sont très coûteux pour les promoteurs, mais moins que ceux impliquant la géothermie, du fait des forages. Les scénarios intégrant le raccordement au réseau de chaleur (2.1 et 2.2) sont ainsi mis en avant, d'autant plus qu'ils présentent les coûts de maintenance les plus faibles pour les usagers.

7. Etude spécifique des solutions complémentaires d'approvisionnement

7.1. Avantages et inconvénients des différents systèmes

Système	Solaire thermique	Solaire PV	Récupérateur de chaleur sur eau grise
Avantages	- Source d'énergie inépuisable - Panneau très simple et durable (verre et acier) - Produit de la chaleur toute l'année - Coût d'installation faible et retour sur investissement important - Bilan carbone très bon - Bonne production partout en France métropolitaine (fonctionnement même par temps nuageux)	- Productivité bonne dans toute la France métropolitaine désormais - Très favorisée par les pouvoirs publics (tarifs de rachat de l'électricité avantageux) - Bilan carbone très bon	- Système totalement passif - Remplacement d'éléments rare car les installations sont simples et robustes. - Bon retour sur investissement - Soumis à l'Avis technique du CSTB
Inconvénients	- Entretien et maintenance à anticiper par un contrat de conception-exploitation avec engagement de performance - Impact sur la conception architecturale potentiellement important dans un contexte de projet avec ABF et validation nécessaire	- Dépendance de l'approvisionnement de matériaux venant de Chine - Nécessite des matériaux qui génèrent des pollutions importantes sur les lieux d'extraction - Impact sur la conception architecturale potentiellement important dans un contexte de projet avec ABF et validation nécessaire	

7.2. Etude liée aux panneaux photovoltaïques

7.2.1. Général

Pour ce cas d'étude, nous considérons que la production photovoltaïque est en priorité consommée par les parties communes des bâtiments, puis est utilisée pour les parties privatives. Le surplus est réinjecté sur le réseau public d'électricité.

Usage de la production PV	Autoconsommation totale
Prix de revente de l'énergie	80 €HT/MWh
Type de panneaux	Panneau Monocristallin
Puissance de crête surfacique	185 Wc/m^2

7.2.2. Masque solaire

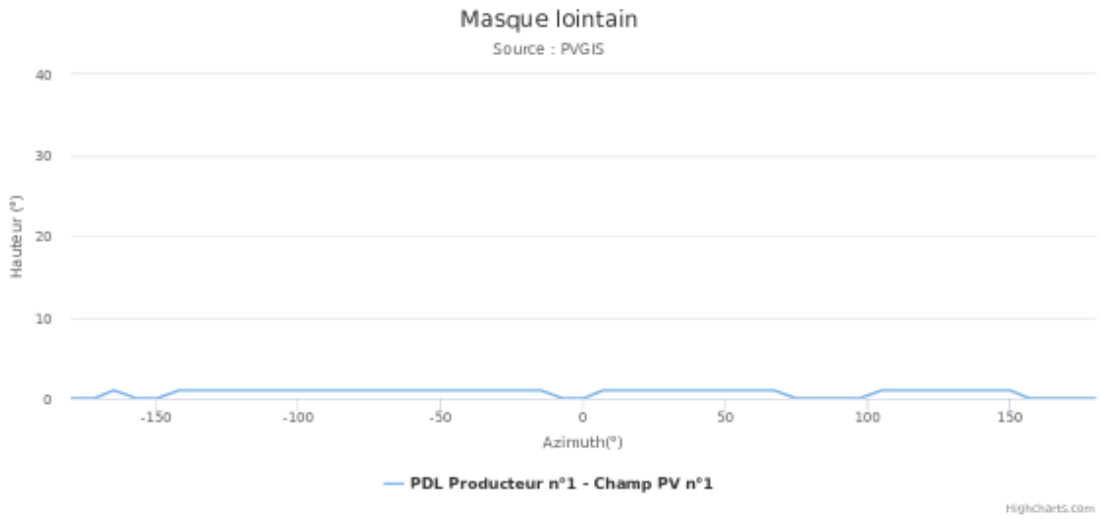


Figure : Masque lointain

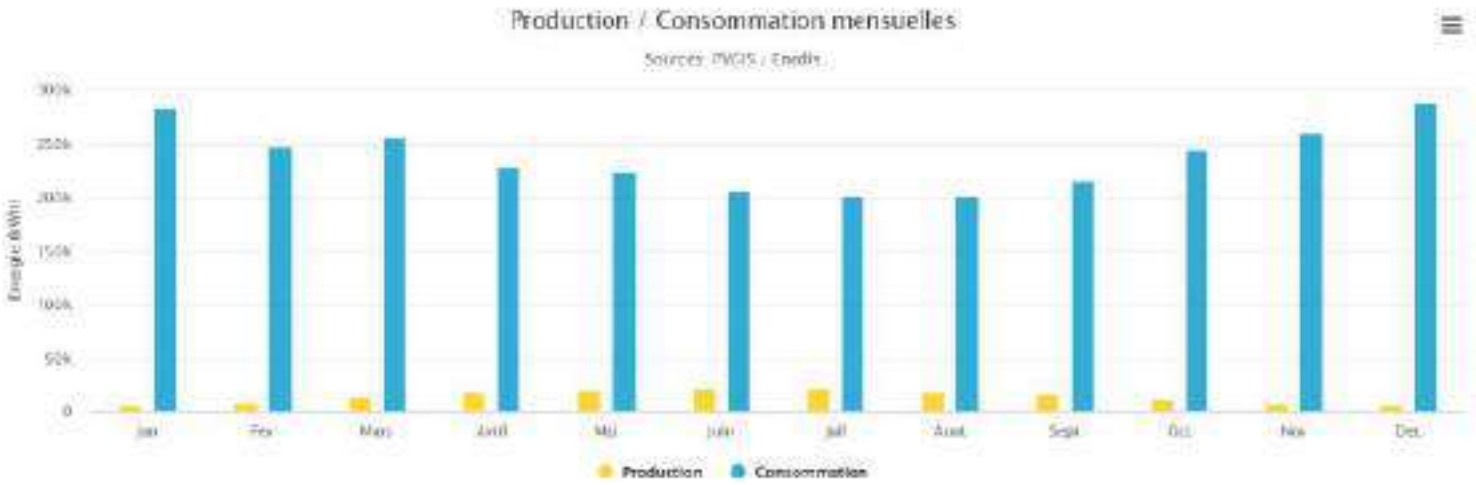
7.2.3. Dimensionnement de l'installation

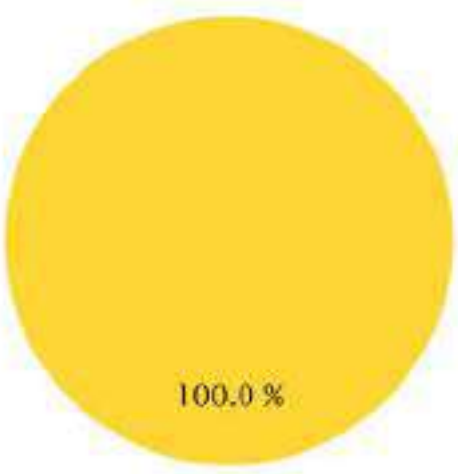
Surface de panneaux considérée	820 m²
Puissance installation total	150 kWc
Inclinaison (horizontal = 0°)	30°
Orientation (Sud = 0° / Ouest = 90°)	0° (Sud)

7.2.4.Analyse énergétique et environnementale

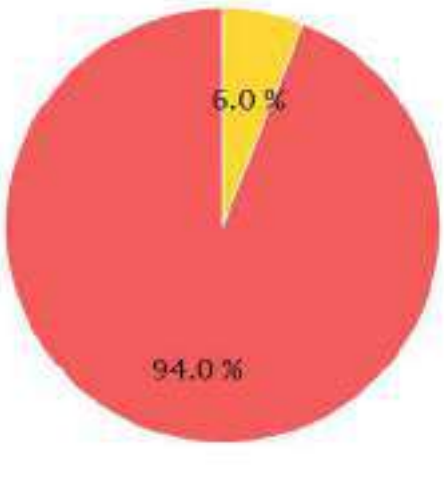
Les données de consommation sont issues de courbe de charge standard d'Enedis, elles prennent en compte uniquement les consommations électriques (pas de prise en compte du chauffage).

Production annuelle	Consommation annuelle
171 271 kWh	2 856 897 kWh





Taux d'autoconsommation : 100 %

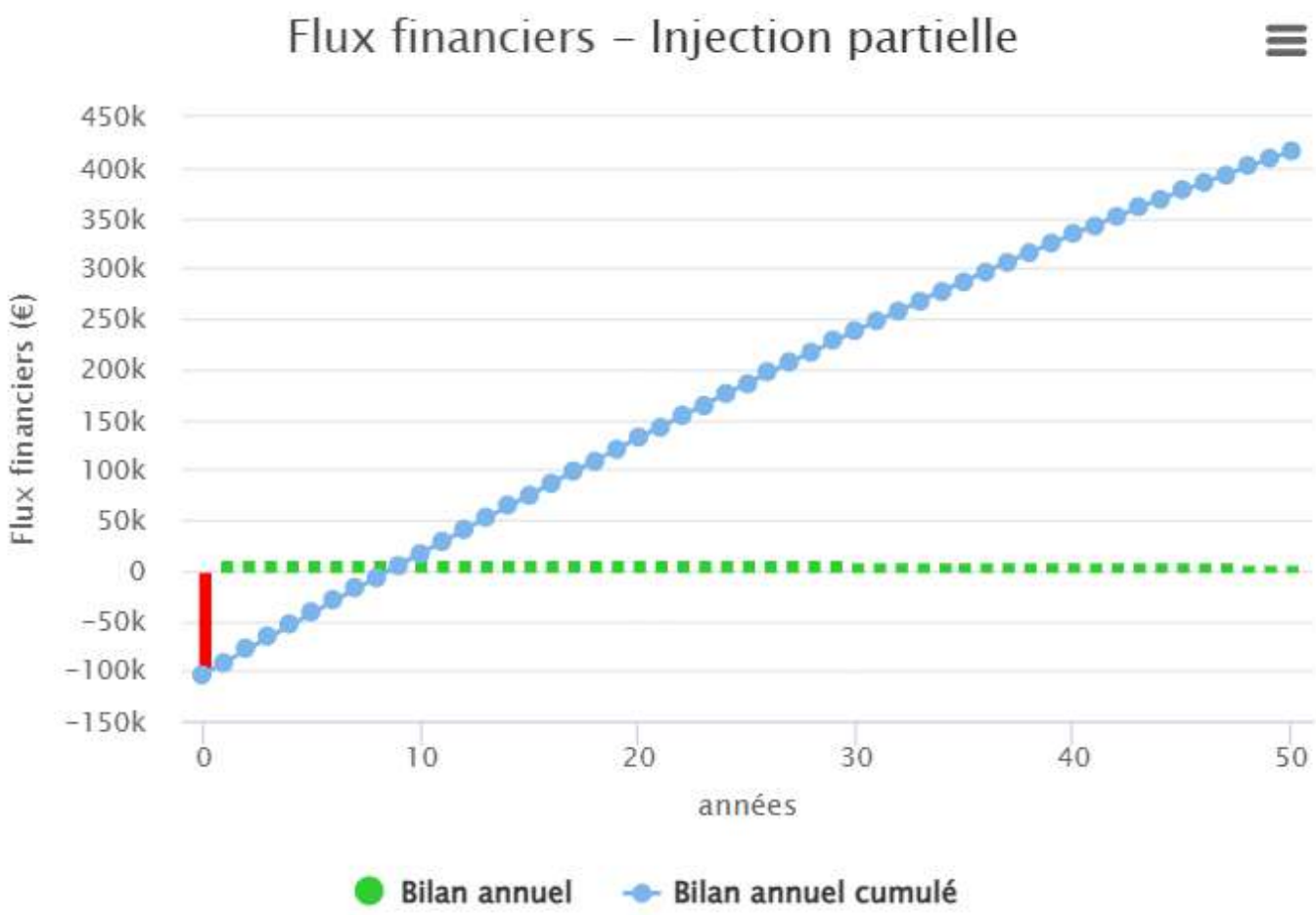


Taux d'autoproduction : 6 %

Empreinte carbone sur le cycle de vie	Temps de retour énergétique (EPBT - *Energy Payback Time*)	Quantité annuelle de CO_2 économisée
41,86 g CO_2 éq/kWh	1,7 ans	1 236 357 g CO_2 éq/an

7.2.5.Analyse économique

Investissement (CAPEX)	147000 €HT
Entretien-maintenance (OPEX)	3 300 €HT/an
Temps de retour sur investissement	9 ans
Bilan financier sur 50 ans	+ 233 000 863 €



7.3. Etude liée aux panneaux solaires thermiques

7.3.1. Dimensionnement de l'installation

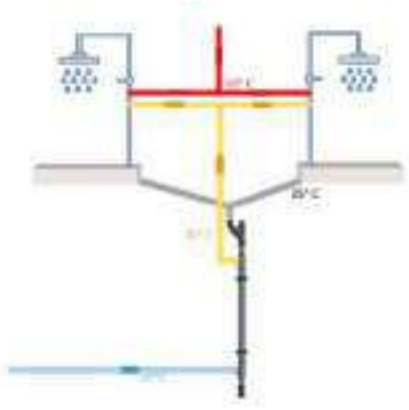
Surface de panneaux considéré	820 m²
Productivité	470 kWh/m²/an soit **384 MWh/an**
Inclinaison (horizontal = 0°)	30°
Orientation (Sud = 0° / Ouest = 90°)	0° (Sud)

7.3.2. Analyse économique

Couverture des besoins ECS	33%
Coût de l'installation	700€/m² soit **572 000€ HT**
Coût de l'entretien annuel	5€ HT/m²/an
Coût de l'entretien décennal	100€ HT/m²
Economies sur 50 ans	33% des consommations liées à l'ECS par production PAC air/eau soit jusqu'à **+ 4 500 000 €**
Temps de retour sur investissement	7 ans

7.4. Etude liée à la récupération de chaleur sur eau grise

Installation de récupérateurs de chaleur sur eau grise passifs installés sur les douches du projet (exemple illustré ci-dessous).



7.4.1. Dimensionnement de l'installation

Nombre d'échangeurs type Showerpipe (récupération de chaleur sur eau grise des douches)	455 (75% du nombre de logements)
Ratio de récupération des échangeurs	40%
Gain énergétique	**110 MWhef/an**

7.4.2.Analyse économique

Coût de l'installation	364 000€ HT (800€/unité)
Gain financier cumulé sur 50 ans	**+3 680 000 €**
Temps de retour sur investissement	11 ans

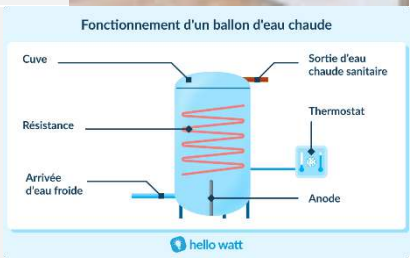
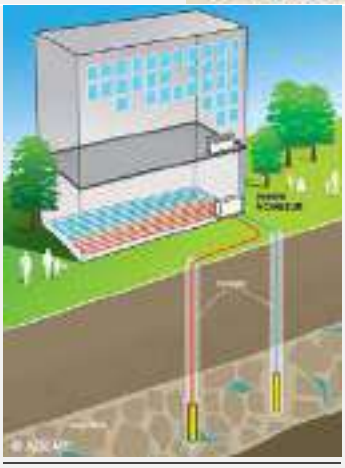
8. Conclusion

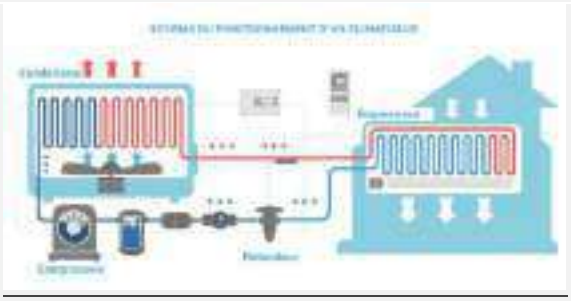
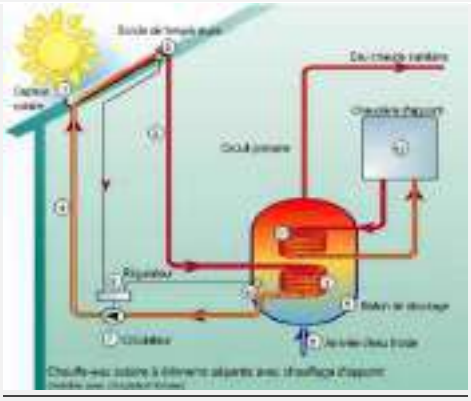
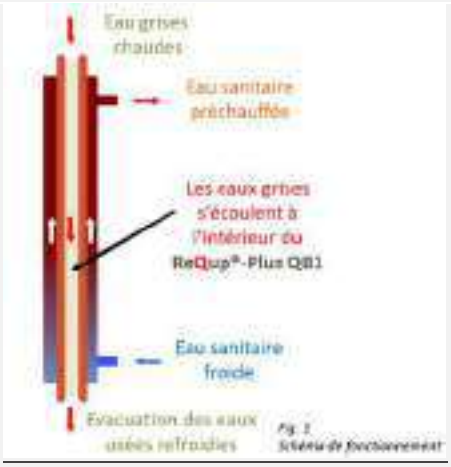
Il ressort de cette étude que :

- D'un point de vue économique, technique et environnemental, l'installation de la solution de raccordement au réseau de chaleur urbain (RCU), permettant la production de chaud et d'ECS dans les bâtiments, associée à du géocooling pour les usages nécessitant du froid ressort comme étant la meilleure solution. Cette solution, bien que plus chère sur 50 ans que la géothermie, présente des coûts d'investissement et d'entretien restreints, une simplicité de mise en œuvre et le recours aux EnR, ainsi que de bonnes performances environnementales.
- Des systèmes complémentaires, l'installation d'au moins 150 kWc de panneaux photovoltaïques en toiture à l'échelle du quartier, dédiés à l'autoconsommation, combinés avec un système de récupération de chaleur sur eau grise sont recommandés.

9. Annexe 1 : Définitions

9.1. Définitions

Résistances électriques : Dispositifs de chauffage utilisant l'électricité pour produire de la chaleur, généralement sous forme de radiateurs électriques	
Ballons ECS : Ballons électriques servant à la production et au stockage d'eau chaude sanitaire pour les besoins domestiques.	
PAC réversible : Pompe à chaleur air/eau capable de produire à la fois du chauffage en hiver et du rafraîchissement en été en inversant son cycle thermodynamique.	
DRV (Débit de Réfrigérant Variable) : Système de pompe à chaleur utilisant un fluide frigorigène à débit modulable pour assurer le chauffage et le refroidissement de manière optimisée, similaire à une PAC réversible mais avec un meilleur contrôle de la température.	
PAC géothermique : Pompe à chaleur exploitant la chaleur souterraine en utilisant l'eau d'une nappe phréatique ou des capteurs enterrés pour transférer des calories et assurer le chauffage ou le rafraîchissement d'un bâtiment.	

Géocooling : Système de rafraîchissement passif utilisant la circulation d'un fluide caloporteur dans le sol ou une nappe phréatique pour dissiper la chaleur et abaisser naturellement la température intérieure.	
Groupe froid : Système thermodynamique air/eau conçu pour produire du froid en transférant la chaleur d'un espace intérieur vers l'air extérieur via un cycle frigorifique.	
Panneau solaire thermique : Dispositif captant l'énergie solaire pour chauffer un fluide caloporteur. Cette chaleur est ensuite transférée à un ballon de stockage pour produire de l'eau chaude sanitaire ou alimenter un circuit de chauffage.	
Echangeur de récupération thermique sur eau usée : Système récupérant la chaleur des eaux usées (douches) pour préchauffer l'eau froide entrante. Il permet de réduire la consommation d'énergie en améliorant l'efficacité des chauffe-eaux ou des systèmes de chauffage de l'eau.	
Panneau photovoltaïque : Dispositif convertissant l'énergie solaire en électricité grâce à l'effet photovoltaïque. Composé de cellules en silicium, il génère un courant continu qui peut être transformé en courant alternatif via un onduleur pour alimenter des équipements électriques ou être injecté dans le réseau.	

10. Annexe 2 : Hypothèses de l'étude

10.1. Hypothèses communes aux scénarios

10.1.1. Durée d'étude

Nous retenons une durée d'étude des scénarios sur 50 ans.

10.1.2. Surfaces programmatique et segmentation des approvisionnements

Les surfaces issues du programme fonctionnel par typologie utilisées pour cette étude sont les suivantes :

	Surface de plancher
Logements	43 400 m²
Commerces, services	7 200 m²
Equipements publics	2 000 m²
Cathédrales du Rail	8 400 m²

Répartition des surfaces par typologie issue du programme fonctionnel

10.1.3. Besoins énergétiques

Les besoins énergétiques estimés sur ce projet sont :

Besoins surfaciques	Résultats annuels logements	Résultats annuels commerces, services	Résultats annuels équipements publics
Chauffage	50 kWh/m².an	30 kWh/m².an	30 kWh/m².an
Climatisation	0 kWh/m².an	30 kWh/m².an	30 kWh/m².an
ECS	30 kWh/m².an	3 kWh/m².an	3 kWh/m².an

Source des données : Outils d'évaluation interne TERAO

10.1.4. Puissances nécessaires

Les puissances appelées estimées sur le projet sont :

Puissances	Puissance estimée logements	Puissance estimée commerces, services	Puissance estimée équipements publics
Chauffage	50 W/m2	40 W/m2	40 W/m2
Climatisation	0 W/m2	40 W/m2	40 W/m2
ECS	20 W/m²	10 W/m²	10 W/m²

Source des données : Puissance estimée par BE Fluide

10.1.5. Coefficients EF/EP

Source des données : RE2020

Vecteur énergétique	fp
Electricité du réseau national	2,3
Gaz, charbon, produits pétroliers	1
Chaleur et froid d'un réseau local	1
Electricité consommée issue d'une production sur site	0

10.1.6. Coefficient CO2

Source des données : RE2020

Energie - Usage	Coefficient CO2	Unité
Electricité - Chauffage	0,079	kg eq CO_2/kWhef
Electricité - Climatisation	0,064	kg eq CO_2/kWhef
Electricité - Eclairage	0,064	kg eq CO_2/kWhef
Electricité ECS	0,065	kg eq CO_2/kWhef
Electricité - Autre	0,064	kg eq CO_2/kWhef
Réseau de chaleur (2027)	0,068	kg eq CO_2/kWhef

10.1.7. Hypothèses financières

Coût de l'énergie à l'année 0 :

	Consommation & abonnement
Electricité type d'abonné Logement	230 (€HT/MWh)
Electricité type d'abonné Autre	260 (€HT/MWh)
Chaleur réseau urbain	64,18 (€HT/kWh) + abonnement 67,02€HT/kW
Revente électricité PV	80 (€HT/MWh)

Inflation prise en compte :

Inflation moyenne de l'énergie	4 %
Inflation moyenne France	2 %
Inflation prix de revente PV	0 %
Taux d'actualisation générale	2 %
Taux d'actualisation énergie	0 %

Source : INSEE (moyenne sur les 5 et 10 dernières années) / Catalogue DiDo des données de l'énergie, REX TERAO

10.2. Hypothèses spécifiques aux scénarios

10.2.1. Scénario Référence : Résistance électrique + PAC

	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) - Logements	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) – Commerces, services, équipements
Chauffage	Radiateur électrique COP moyen : 3 unités de 100W par logement soit 1 200€ par logement	PAC air/eau HT COP moyen : 2,60 7 PAC de 51 kW soit 7 x 31 500€ Et 3 PAC de 33 kW soit 3 x 22 700€
ECS	1 Ballon ECS 80L 440€/logement	
Climatisation	/	PAC air/eau BT EER moyen : 2,80 7 PAC de 41 kW soit 7 x 27 000€ Et 3 PAC de 27 kW soit 3 x 20 000€
Prod EnR	Non	Non

10.2.2. Scénario 1.1 : Géothermie par bâtiment

	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) - Logements	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) – Commerces, services, équipements
Chauffage	PAC eau/eau COP moyen : 4,50 6 PAC de 506 kW soit 6 x 152 000€	PAC eau/eau COP moyen : 4,50 7 PAC de 51 kW soit 7 x 15 300€ Et 3 PAC de 33 kW soit 3 x 10 000€
ECS		
Climatisation	/	
Forage	Géothermie sur nappe 15 m (730 000€)	Géothermie sur nappe 15 m (110 000€)
Prod EnR	Oui – coefficient EnR de 0,80 en chaud	Oui – coefficient EnR de 0,80 en chaud et 0,82 en froid

10.2.3. Scénario 1.2 : PAC air/eau HT + DRV

	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) - Logements	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) – Commerces, services, équipements
Chauffage	PAC air/eau HT COP moyen : 2,60 6 PAC de 506 kW soit 6 x 232 400€	DRV 2 tubes COP moyen : 3 en chaud DRV 2 tubes COP moyen : 3,20 en froid 7 DRV de 51 kW soit 7 x 15 300€ Et 3 DRV de 33 kW soit 3 x 10 000€
ECS		
Climatisation	/	
Prod EnR	Non	Non

10.2.4. Scénario 1.3 : PAC air/eau HT + PAC Géothermique

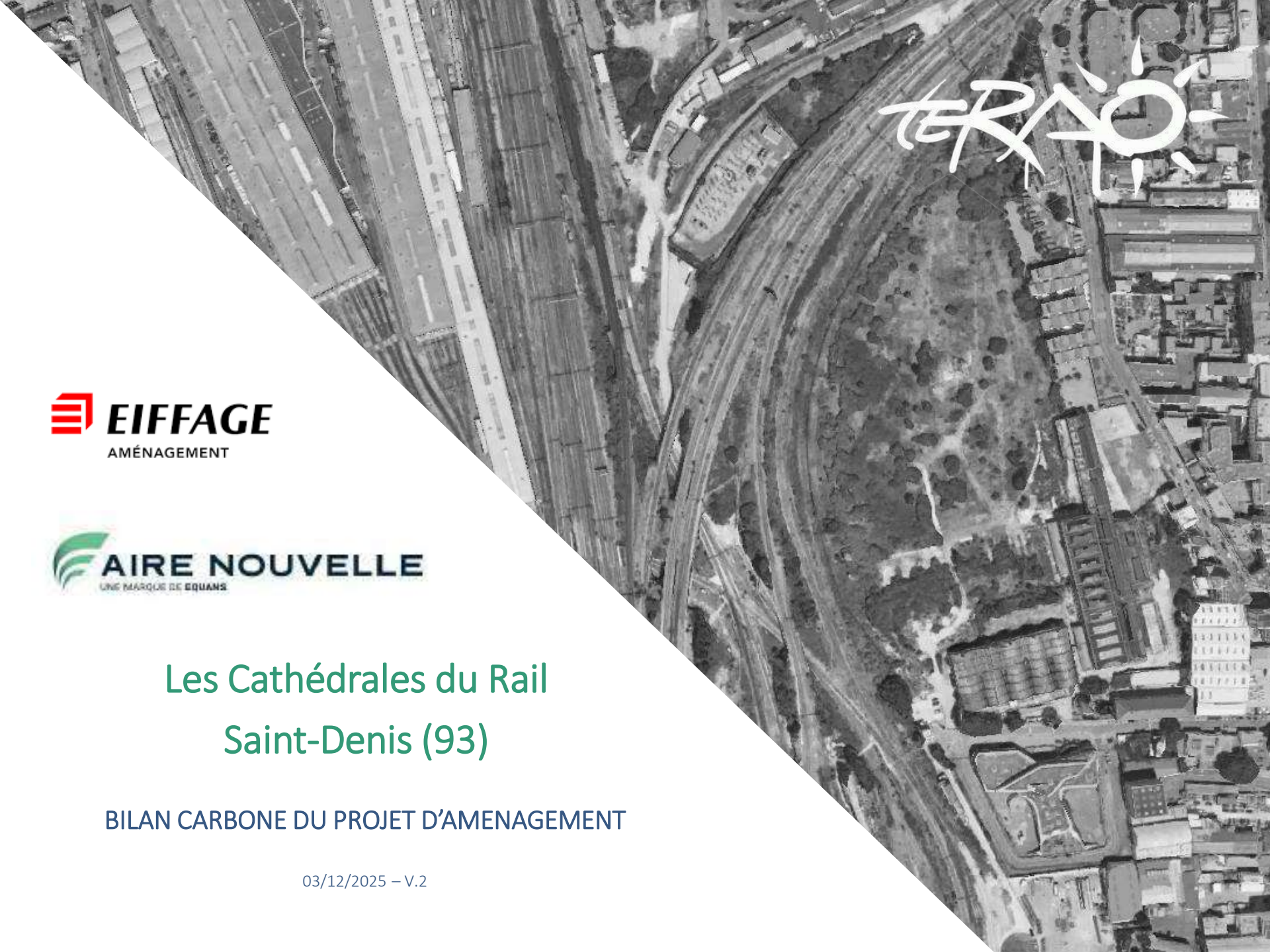
	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) - Logements	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) – Commerces, services, équipements
Chauffage ECS	PAC air/eau HT COP moyen : 2,60 6 PAC de 506 kW soit 6 x 232 400€	PAC eau/eau COP moyen : 4,50 7 PAC de 51 kW soit 7 x 15 300€ Et 3 PAC de 33 kW soit 3 x 10 000€
Climatisation	/	
Forage	/	Géothermie sur nappe 15 m (110 000€)
Prod EnR	Non	Oui – coefficient EnR de 0,78

10.2.1. Scénario 2.1 : RCU + groupe froid air/eau

	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) - Logements	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) – Commerces, services, équipements
Chauffage ECS	Echangeur thermique à vapeur COP moyen : 0,98 6 échangeurs de 506 kW soit 6 x 32 000€	Echangeur thermique à vapeur COP moyen : 0,98 7 échangeurs de 51 kW soit 7 x 18 500€ Et 3 échangeurs de 33 kW soit 3 x 18 000€
Climatisation	/	PAC air/eau BT COP moyen 3 7 PAC de 41 kW soit 7 x 12 000€ Et 3 PAC de 27 kW soit 3 x 8 000€
Raccordement	423 ml – 508 000€	
Prod EnR	Oui – coefficient EnR du RCU de 0,75	Oui – coefficient EnR du RCU de 0,75

10.2.2. Scénario 2.2 : RCU + Géocooling

	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) - Logements	Equipements prévus / performance et coût de l'investissement (€HT) – Commerces, services, équipements
Chauffage ECS	Echangeur thermique à vapeur COP moyen : 0,98 6 échangeurs de 506 kW soit 6 x 32 000€	Echangeur thermique à vapeur COP moyen : 0,98 7 échangeurs de 26 kW soit 7 x 18 500€ Et 3 échangeurs de 17 kW soit 3 x 18 000€
Climatisation	/	Géocooling – EER 12 7 systèmes de 41 kW soit 7 x 3 000€ Et 3 systèmes de 27 kW soit 3 x 3 000€
Forage/raccordement	423 ml – 508 000€ et Géothermie sur nappe 15 m (110 000€)	
Prod EnR	Oui – coefficient EnR du RCU de 0,75	Oui – coefficient EnR du RCU de 0,75 Coefficient EnR de 0,92 en géocooling



Les Cathédrales du Rail
Saint-Denis (93)

BILAN CARBONE DU PROJET D'AMENAGEMENT

03/12/2025 – V.2

Référence du document	TR19-786-2_EIFFAGE_CDR_ACV Quartier	
Distribution	SAS Cathédrales du Rail Clément TREBAOL (Eiffage Aménagement) Anne-Laure MARCHI (Aire Nouvelle)	
Version | Date	V.2	03/12/2025
Rédigé par	Cécile Belin Ingénieure d'étude 07 57 60 05 57 cbelin@terao.fr	
Vérifié par	Mathieu KERRIEN Chef de Projets pôle Urbain mkerrien@terao.fr 07 80 90 71 32	

© TERAO 2025

SOMMAIRE

Introduction – contexte et objectifs de l'opération Page 4

Analyse de Cycle de Vie à l'Echelle Quartier Page 9

Synthèse de l'étude ACV Page 14

Résultats du projet détaillés par poste Page 17

- Bâtiments – Matériaux Page 18
- Chantier Page 19
- Espaces extérieurs Page 20
- Bâtiments – Energie Page 22
- Eaux Page 23
- Déchets Page 24
- Mobilité Page 25

Conclusion Page 26

- Résultats – Quartier projeté Page 27
- Pistes d'amélioration Page 29
- Synthèse des scénarios étudiés Page 30

Annexe : hypothèses détaillées Page 31

© TERAO 2025

Introduction

Contexte et objectifs de l’opération

CONTEXTE DE L'OPÉRATION

Le projet des Cathédrales du Rail est un projet de renouvellement urbain situé dans la partie sud de la ville de Saint-Denis. Le site est constitué principalement d'un foncier en friche appartenant à la SCNF et comprend deux halles ferroviaires, ayant perdues leur fonction d'atelier SNCF et inscrites à l'Inventaire des Monuments Historique.

Ce projet, d'une surface d'environ 6,5 ha, répond à un objectif d'aménagement de quartier urbain à dominante résidentielle et culturelle. Il comprend la reconversion des halles, la dépollution de la friche, la création d'un parc urbain et la création de logements collectifs. La réhabilitation du site a été confiée au groupement composé d'Aire Nouvelle et d'Eiffage Aménagement, identifié sous la forme juridique SAS Cathédrales du Rail.

Ce projet urbain s'inscrit dans un périmètre plus large. Il intègre notamment des parcelles au sud du site sous propriété de la ville de Saint-Denis et de l'EPFIF. Ces parcelles sont actuellement occupées par un centre médical de santé, une crèche et une maison de la petite enfance, par divers hangars dont Une Pièce en Plus (UPEP) et un pavillon à l'abandon.

Plus précisément, la programmation est la suivante :

- La démolition d'hangars de l'UPEP et le réaménagement de leur parcelle,
- La démolition des espaces d'activités situés sur les parcelles de la ville de Saint-Denis et de l'EPFIF, au sud du Chemin des Petits Cailloux
- La démolition des anciens hangars de TKE par l'EPFIF hors maîtrise d'ouvrage SAS
- La création d'environ 650 logements diversifiés
- La création d'un pôle culturel ouvert au public de 8 400m² par la réhabilitation des Cathédrales en musée du Hip-Hop
- La création de commerces et de services (avec un accent sur la mobilité) sur 5 200 m²
- La création d'équipements publics (crèche et pôle santé) sur 2 000 m²
- La création d'activités économiques sur 2 000 m²
- La création d'un parc d'environ 1,6 ha

Le projet urbain et paysager vise le développement d'environ 60 000 m² de surface de plancher au total. Il s'inscrit ainsi dans les orientations stratégiques de Plaine Commune, à la fois en matière d'environnement et de qualité de vie. Le projet porte notamment plusieurs objectifs dont :

- La restauration du patrimoine historique et culturel des cathédrales
- La dépollution de la friche et sa transformation urbaine et paysagère
- Le développement d'une programmation immobilière mixte à dominante résidentielle
- Le développement d'espaces ouverts végétalisés permettant la perméabilité du site à travers des liaisons créées pour les mobilités actives.

Puisque le projet de renouvellement urbain porte sur un périmètre compris entre 5 et 10 et dont la surface de plancher ou l'emprise au sol est supérieure à 10 000 m², il est soumis à un examen au cas par cas en application du Code de l'Environnement. A l'issu de cette procédure, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports (DRIEAT) en Ile-de-France, par sa décision n°DIREAT-SCDD-2023-195 du 24 novembre 2023, a décidé que le projet nécessitait la réalisation d'une évaluation environnementale à l'échelle du projet d'ensemble à raison de potentielles incidences sur l'environnement et la santé humaine. Dans ce cadre, une Analyse de Cycle de Vie (ACV) a été réalisée par TERAO. Cette approche bas carbone implique de travailler à la fois à l'échelle du quartier et des bâtiments, et permet d'évaluer l'impact du projet à travers une approche détaillée selon les différents postes principaux impactant le bilan carbone du projet.

Le périmètre de l'étude ACV couvre la quasi-totalité de la parcelle du projet. L'îlot de la résidence sociale Saint-Denis Petits Cailloux Adoma, situé au sud du bâtiment des cathédrales a été soustrait de cette analyse. Ce choix s'explique du fait de l'absence d'intervention à cette échelle. Ce périmètre n'est pas compris dans le projet de renouvellement urbain.

PÉRIMÈTRE GLOBAL

Le périmètre de l'étude couvre l'ensemble du périmètre de projet représenté sur le plan ci-dessous, soit environ 6,5 ha.

Périmètre d'analyse de l'étude ACV

PÉRIMÈTRE GLOBAL

Plan masse d'octobre 2025

MÉTHODOLOGIE RETENUE

PÉRIMÈTRE TEMPOREL

Durée d'étude de 50 ans

- **1 an :** cadre des bilans carbone d'activité annuels
- **50 ans** : cadre de la règlementation RE2020. Durée de vie moyenne pour des bâtiments neufs avant démolition, reconstruction ou réhabilitation lourd
- **80 -100 ans :** durée de vie des infrastructures, généralement plus longues que celles des bâtiments individuels (80 à 100 ans pour les voiries et infrastructures)

OUTIL UTILISÉ

UrbanPrint outil ACV Quartier mis au point par EFFICACITY

INDICATEUR RETENU

Les émissions seront exprimées en tonnes équivalents CO2 (t CO2eq ou teqCO2)

Cet indicateur prend en compte les principales sources d'émission telles que : CO2, CH4, N2O, HFC, PFC, SF6, NF3

UNITÉS FONCTIONNELLES

- Les émissions de CO2 équivalentes totales annuelles en Teq CO2/an
- Les émissions de CO2 équivalentes par m² sur une durée de 50 ans, en kgeqCO2/m².SHAB
- Les émissions de CO2 équivalentes par habitant par an, Teq CO2/an.habitants
- Les émissions de CO2 équivalentes par habitant par an selon la méthode Quartier Energie Carbone, Teq CO2/Useq/an.

© TERAO 2025

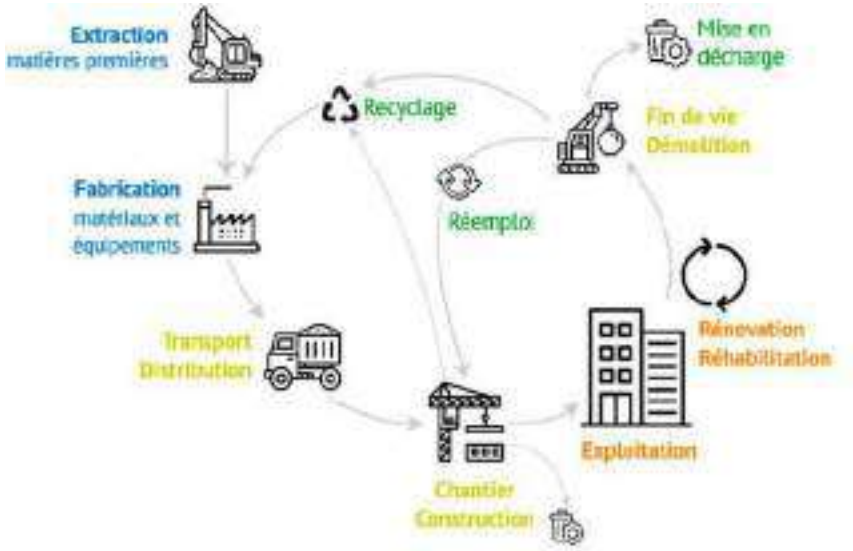
Analyse de Cycle de Vie à l'Echelle Quartier

DÉFINITION – ANALYSE DE CYCLE DE VIE

Une Analyse de Cycle de Vie (ACV) est une étude qui quantifie l'ensemble des impacts environnementaux lié à une activité dans un périmètre donné.

Elle peut quantifier par exemple les consommations d'énergie, d'eau, les émissions de gaz impactant la couche d'ozone, la production de déchets, etc.

Cette étude peut couvrir soit l'ensemble de la vie d'un bâtiment (construction, exploitation, démolition…) soit une étape donnée, comme l'impact des matériaux de construction utilisés.

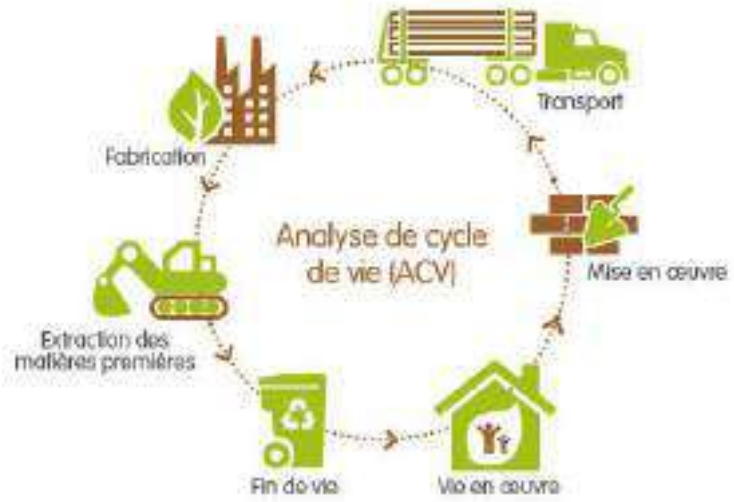


ANALYSE DE CYCLE DE VIE (ACV)

- L'ACV permet de quantifier les impacts d'un « produit », depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de distribution (transport) et d'utilisation. Les différentes phases du cycle de vie d'un produit peuvent impacter l'environnement.

BILAN CARBONE

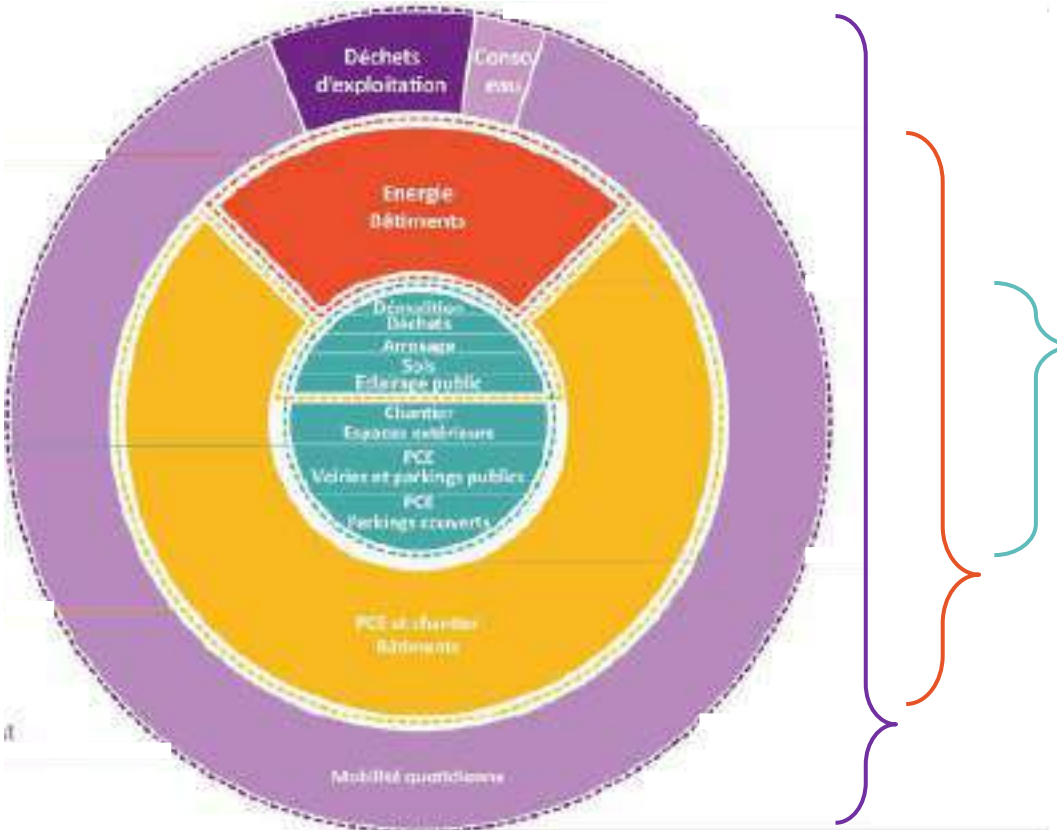
- Le terme Bilan Carbone® désigne la méthode développée par l'ADEME et l'Association Bilan Carbone (ABC), qui propose la définition et la mise en œuvre d'une démarche de progrès en matière de GES, d'évaluation et de réduction des GES pour les organisations. Le Bilan Carbone® se réfère à la norme ISO 14064-1.
- Schématiquement, il s'agit d'une Analyse de Cycle de Vie ne prenant que l'indicateur des émissions de Gaz à Effet de Serre et pensée à l'échelle d'une organisation.



© TERAO 2025

CONTRIBUTEURS – PÉRIMÈTRE ACV QUARTIER

- Comme spécifié dans la méthode QEC, le périmètre MOA consiste à évaluer la performance et les impacts associés aux ouvrages et services urbains sous la responsabilité directe des concepteurs du quartier.
- Ce périmètre d'évaluation prend en compte :
  - les familles d'équipements suivantes : les bâtiments, les espaces extérieurs, les réseaux du quartier (voiries, réseaux de chaleur, réseaux d'eau, collecte des déchets, etc.)
  - la liste des services urbains (ou contributeurs associés aux équipements) suivants : énergie, produits de construction, eaux, déchets, mobilité, chantier.
- Sur ce périmètre, la performance du quartier est évaluée comme la somme brute des impacts des contributeurs qui le composent.



Espaces publics	Matériaux et équipements Consommations énergétiques Chantier (consommation eau, énergie, transport terres excavées) Consommations en eau
Bâtiments	Matériaux et équipements Consommations énergétiques Chantier (consommation eau, énergie, transport terres excavées) Consommations en eau
Vie de quartier	Mobilité Équipements, services, commerces Gestion des déchets

Source : Répartition des contributeurs selon les différents indicateurs BBCA Quartier du périmètre Aménagement, REFERENTIEL BBCA QUARTIER, 28 NOVEMBRE 2022

© TERAO 2025

A CHAQUE ÉCHELLE SON IMPACT

La notion de Tonne Equivalent CO2 (tCO2e ou teqCO2) est de plus en plus utilisée pour évaluer l'impact de nos activités à l'échelle nationale.

L'objectif fixé par la Stratégie Nationale Bas Carbone est d'atteindre l'équivalent de **2 t.eqCO2/habitant/an** à horizon 2050 et 0.5tCO2/personne.an d'ici à 2100, afin d'atteindre une neutralité carbone compatible avec les objectifs climatiques.

- L'empreinte carbone des Français représente en moyenne **9,8 tonnes d'équivalent CO2 par français et par an aujourd'hui.**

Elle est composée des émissions directes des ménages, et des émissions résultant de la fabrication des biens et services qu'ils consomment.

L'empreinte carbone a l'échelle du quartier

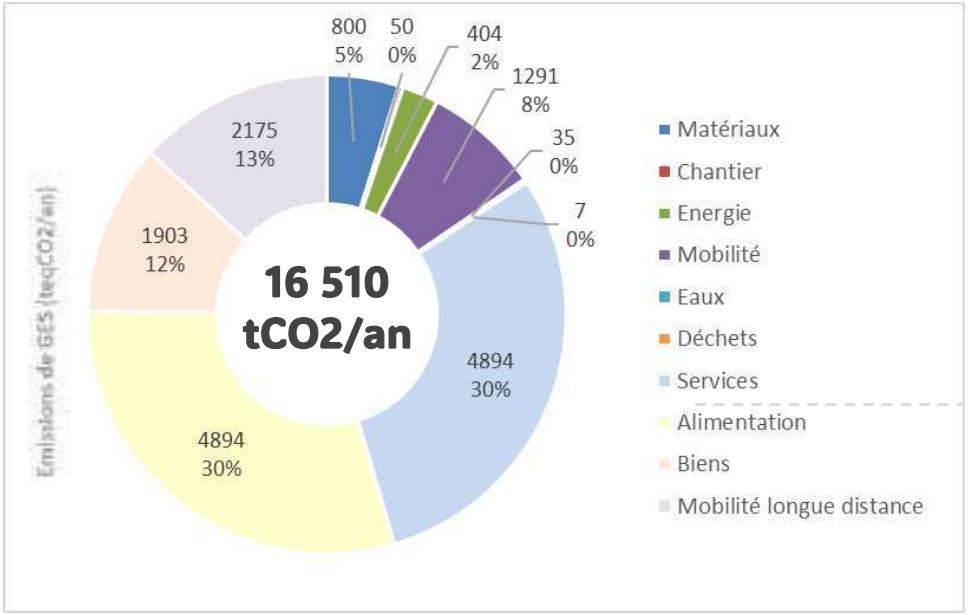
A CHAQUE ÉCHELLE SON IMPACT

Pour évaluer le bilan carbone d'un quartier, il est essentiel de prendre en compte à la fois les choix opérés par la MOA et ceux prévus par les usagers.

Les leviers dits **« hard »** correspondent aux critères classiques relevant des décisions de la MOA. **Ces leviers ont un impact direct sur les émissions des habitants et concernent notamment les postes liés aux matériaux, à l'énergie, à la gestion de l'eau, aux chantiers et la gestion des déchets.**

Cependant, les usagers jouent également un rôle important dans la réduction de l'empreinte carbone du quartier. Les leviers dits **« soft »** sont associés à leurs comportements et englobent les postes liés à l'alimentation, à la mobilité longue distance, aux biens de consommation et aux services. Un quartier devra donc savoir mobiliser des choix incitatifs au-delà de son périmètre d'intervention technique, permettant d'embarquer l'usager pour atteindre des performances en phase avec les trajectoires carbones attendues.

À l'échelle du projet, environ **16 %** **des émissions de carbone sont directement liées aux choix de la MOA** (levier dits hard), comme le montre le graphique de répartition de l'impact carbone global des usagers. Dans cette optique, notre analyse se concentrera exclusivement sur les postes relevant des décisions de la MOA.



Impact carbone global du projet (Y compris les aspects non liés à l'aménagement). Elaboration à partir des donnés Urban Print.

Le bilan carbone pour le quartier projeté est estimé à:

16 510 tCO2/an

sur 50 ans pour l'ensemble du quartier avec les postes associés aux usagers et aux choix de l'aménageur.

Et de **2 643 tCO2/an** pour les postes concernant le périmètre de l'aménageur, soit 16% des émissions carbone globale.

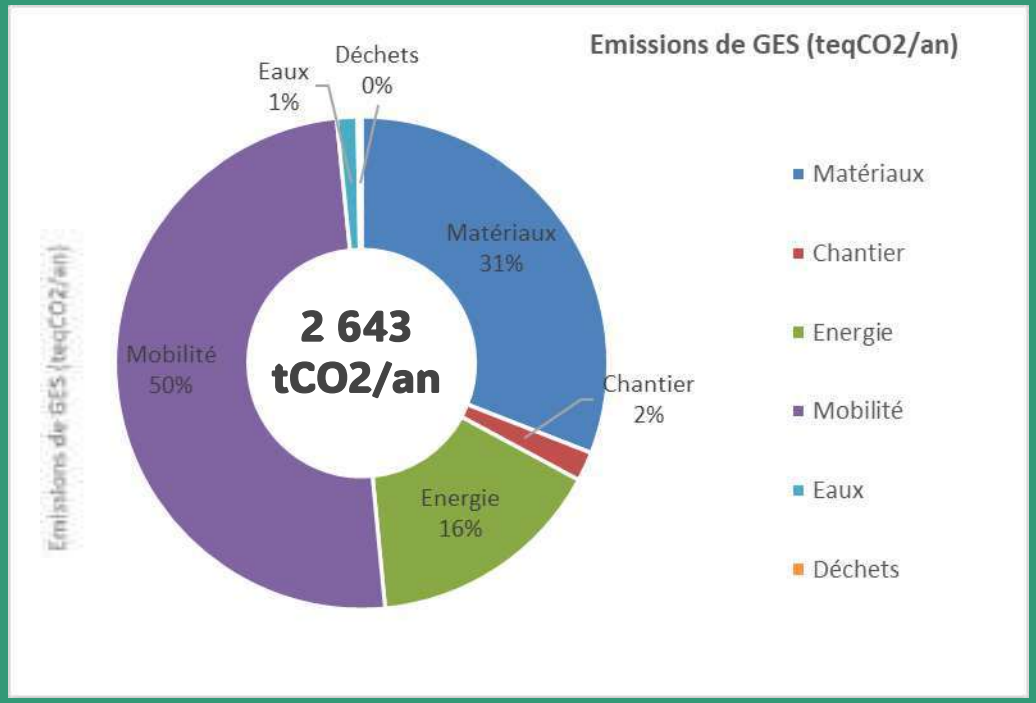
© TERAO 2025

Synthèse de l’étude ACV

SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE ACV

Par cette étude, nous avons évalué l'impact des solutions d'aménagement validées sur le projet à ce stade, à l'échelle des espaces extérieurs et des espaces bâtis. Ici, nous analysons uniquement le périmètre des choix de la SAS Cathédrales du Rail, et non celui propre aux usagers (alimentation, consommation de biens et services, etc.).

Cette analyse a été réalisée grâce au logiciel UrbanPrint, la méthodologie associée et les retours d'expérience de TERAO.



Bilan des émissions du projet correspondantes au périmètre de l'aménageur

Le bilan carbone pour le quartier projeté (périmètre aménageur) est estimé à:

2 643 tCO2/an

pour l'ensemble du quartier. Ce qui représente

16 % des émissions totales.

Le bilan carbone pour le quartier projeté (périmètre usagers+ aménageur) est estimé à:

16 510 tCO2/an

Les émissions associées par usager sont estimées à environ

6 teqCO2/habitant/an

Soit une diminution d'environ 40% par rapport à l'empreinte carbone moyenne d'un français.

© TERAO 2025

PRINCIPALES MESURES DÉJÀ MISES EN ŒUVRE DANS LE PROJET

Une comparaison avec un quartier de référence permet de valoriser les efforts réalisés par les acteurs de l'aménagement et déjà mis en œuvre à ce stade du projet. Le quartier de référence correspond à un quartier avec le même programme, le même contexte (dont la localisation) et les mêmes fonctions urbaines que le quartier étudié. Il présente des choix de leviers et de niveaux de performances associés classiques ou standards, c'est-à-dire sans effort particulier si ce n'est le respect des règlementations.

Cette comparaison permet ainsi de constater le gain carbone apporté par le projet et les mesures préalablement mises en place.

	MESURES	GAIN POTENTIEL EN CARBONE
BÂTIMENTS – MATÉRIAUX	• Utilisation de matériaux mixtes	• - 125 073 kg eq CO2/an
	• Performance thermique élevée de l'enveloppe des bâtiments atteinte	• - 8 725 kg eq CO2/an
CHANTIER	• Gestion des terres de terrassement in-situ à 80%	• - 26 795 kg eq CO2/an
BÂTIMENTS – ENERGIE	• Mise en place d'une ventilation mécanique double flux	• - 61 329 kg eq CO2/an
	• Mise en place d'une production solaire photovoltaïque en toiture	• - 9 551 kg eq CO2/an
MOBILITÉ	• Réduction du nombre de places parkings souterrains par la construction d'un parking silo (Centrale des Mobilités)	• - 269 443 kg eq CO2/an
DÉCHETS	• Mise en place d'un traitement des déchets organiques	• - 60 423 kg eq CO2/an

© TERAO 2025

Résultats du projet détaillés par poste

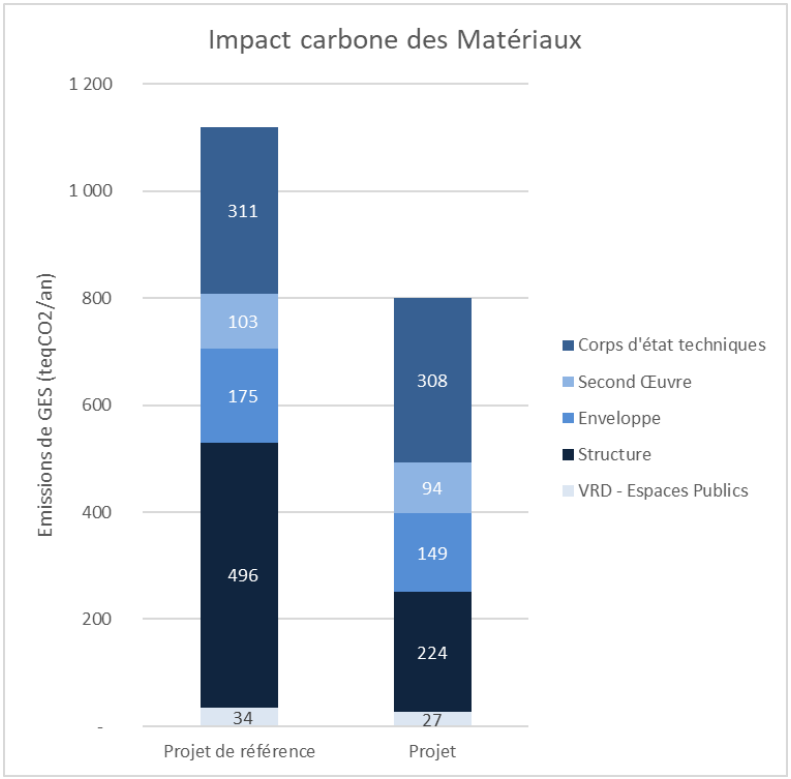
CONTRIBUTEUR – MATÉRIAUX

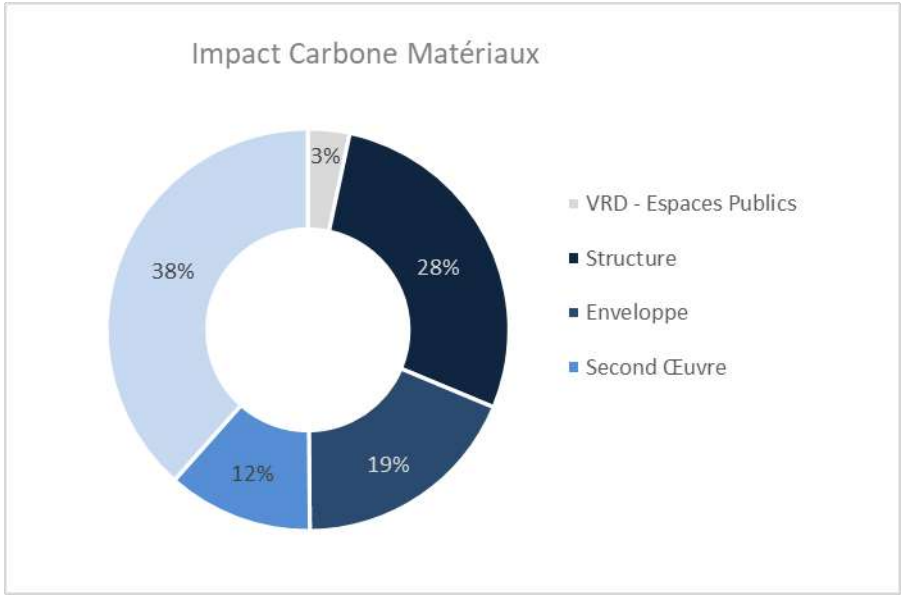
POSTES D'ÉMISSIONS PRIS EN COMPTE

Cette sous-partie présente les résultats par contributeur, obtenus par le logiciel UrbanPrint selon les hypothèses suivantes :

- Matériaux de constructions mixtes pour les constructions neuves
- Infrastructures : entre 0 et 2 niveaux de sous-sols selon les îlots
- Pas de réhabilitation de l'enveloppe considérée sur les Cathédrales

IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET





Les contributions les plus importantes proviennent du poste corps d'état technique (38%), suivi par la structure (infrastructure et superstructure - 28%) et l'enveloppe (19%). Ces postes sont notamment liés à la construction des nouveaux bâtiments.

Les émissions liées aux matériaux sont estimées à :

800 t eq CO2/an

Elles correspondent à **5%** du bilan carbone global du projet et **30%** du périmètre aménageur.

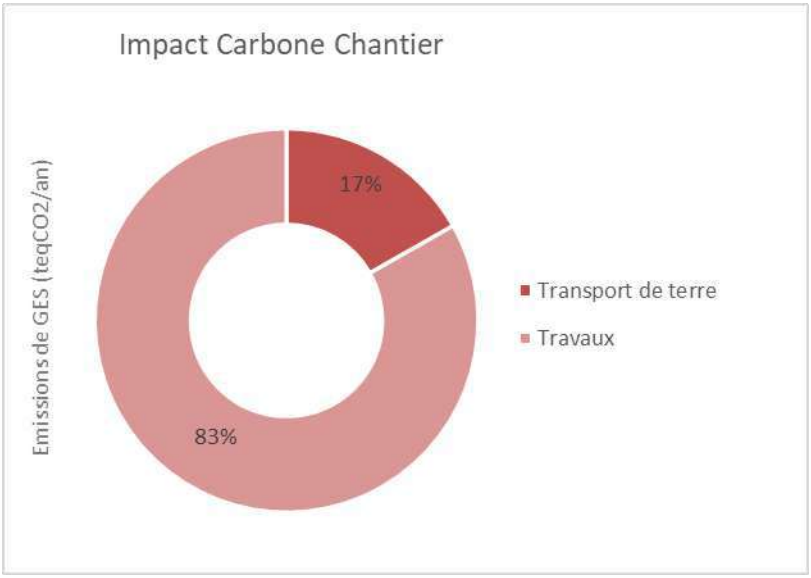
© TERAO 2025

CONTRIBUTEUR - CHANTIER

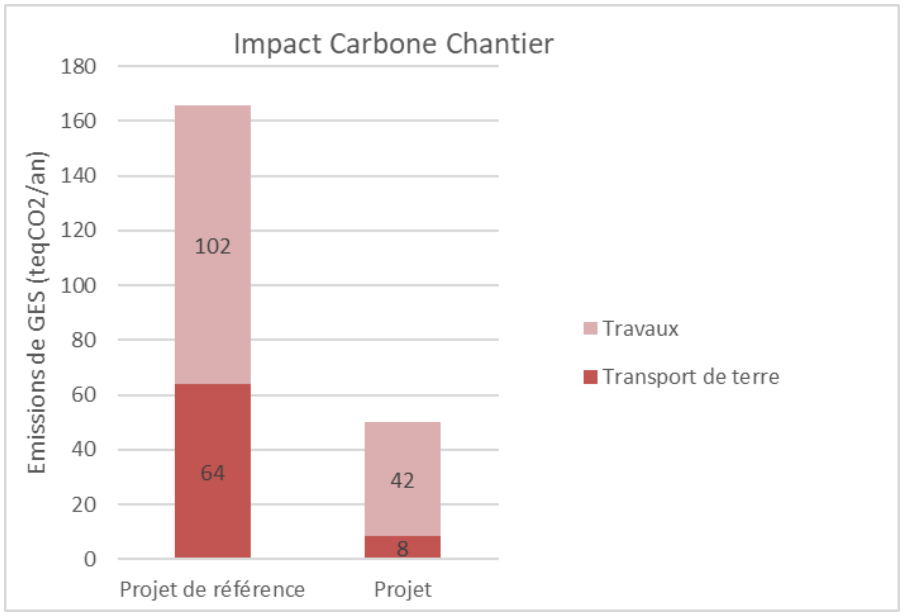
POSTES D'ÉMISSIONS PRIS EN COMPTE

Cette sous-partie présente les résultats par contributeur, obtenus par le logiciel UrbanPrint selon les hypothèses suivantes :

- Réemploi des terres excavées in situ à hauteur de 80%
- Export des terres restantes vers un site de stockage
- Import des terres depuis une carrière



IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET



Les contributions les plus importantes proviennent du poste travaux (83 %), suivi du poste transport des terres (17%).

Le projet prévoit un réemploi important des terres excavées in situ, notamment grâce à leur dépollution et à l'aménagement d'un parc urbain. Cette stratégie permet de limiter fortement l'impact carbone du contributeur chantier grâce à un transport de terre très limité.

Au total, les travaux, le transport et l'élimination des déchets, les émissions liées au chantier représentent:

50 t eqCO2/ an

Elles correspondent à moins d'**1%** du bilan carbone global du projet et **2%** du périmètre aménageur.

CONTRIBUTEUR – ESPACES EXTÉRIEURS

IMPACT CARBONE DU CHANGEMENT D'AFFECTATION DU SOL

CAPTATION CARBONE – DONNÉES STANDARDISÉES

Dans le logiciel UrbanPrint, les émissions liées au changement d'affectation des sols sont produites lors du remplacement de zones naturelles, forêts, prairies ou terres agricoles par des zones bâties. Le carbone séquestré dans la végétation et dans les sols est libéré lors de la minéralisation de ces espaces.

Les paramètres retenus pour leur influence sur les émissions dans cette partie sont :

- L'affectation ou l'usage des sols avant projet : si la zone est déjà construite, la déconstruction nécessite de l'énergie et génère des déchets. Si la zone est un terrain naturel, les émissions dues au changement d'usage sont d'autant plus importantes que le terrain naturel stocke du carbone ;
- La superficie du projet : plus la surface concernée est grande, plus les émissions de déstockage et/ou de déconstruction sont importantes ;
- La surface d'espaces verts avant et après projet : respectivement stockage de CO2 ou déstockage si des surfaces d'espaces verts sont créées ou supprimées ;
- Dans le cas où le terrain naturel avant projet est une forêt : la future utilisation du bois coupé. S'il est utilisé comme bois d'oeuvre, le carbone contenu dans le bois sera considéré comme stocké.

Dans notre calcul, nous différencions les écosystèmes suivants :

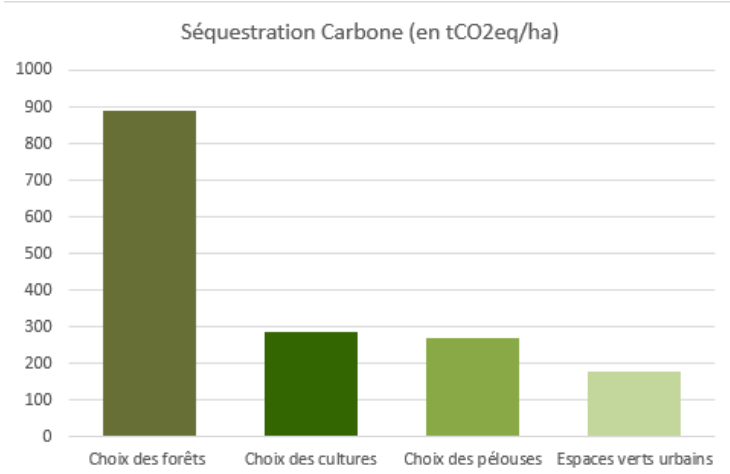
- Ecosystème forestier : écosystèmes à dominante arbustive ou arborée (taux de couvert des arbres, arbuste supérieur à 10%)
- Pelouses et pâturages naturels : espaces à dominante herbacée
- Cultures : écosystèmes dont le couvert végétal est principalement herbacé (prairies, grandes cultures) mais aussi des espaces boisés (vignes et certains vergers)
- Espaces verts urbains : la végétation urbaine sous « influence » humaine. Il englobe les parcs, les jardins publics ou privés, les sentiers, les alignements d'arbres, etc.

Ecosystème forestier
811TCO2/ha

Cultures
225 TCO2/ha

Pelouses et pâturages
309 TCO2/ha

Espaces verts urbains
177 TCO2/ha



CONTRIBUTEUR – ESPACES EXTÉRIEURS

POSTES DE CAPTATION CARBONE

ETAT EXISTANT

- Surface végétalisée mais imperméabilisée (végétation spontanée sur d'anciens remblais) : environ 22 000 m²
- Emprise du bâti : environ 14 000 m²
- Surfaces imperméabilisées et/ou minérales : environ 29 000 m²

ETAT DU PROJET

Total surfaces imperméabilisées : environ 36 000 m²

Environ 8 000 m² de voiries

Environ 20 000 m² d'emprise bâtie

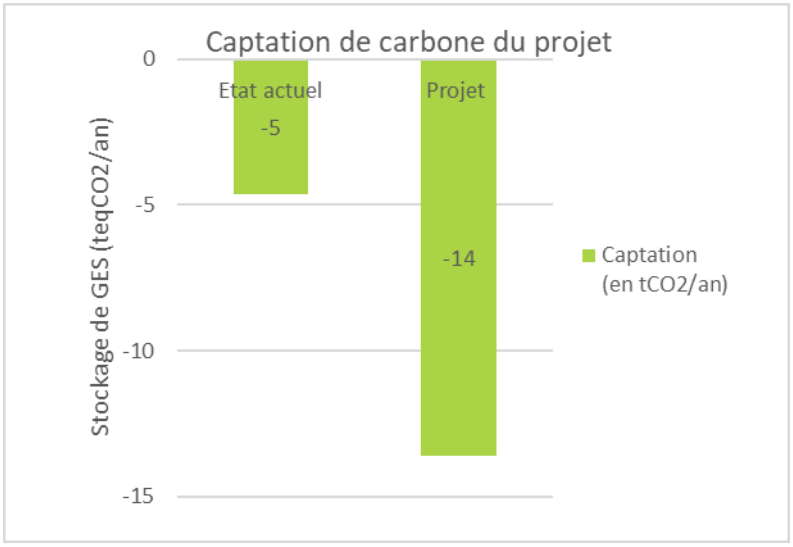
Environ 8 000 m² d'espaces piétons imperméabilisés

Total surfaces végétalisées : environ 29 000 m²

Environ 20 000 m² d'espaces verts type prairie herbacée, regroupant notamment le nouveau parc urbain

Environ 9 000m² d'espaces de pleine terre répartis dans les différents cœurs d'îlot

CAPTATION CARBONE DU PROJET



Le site a une valeur de captation carbone d'environ 14 tCO2eq/ha/an. On note une réelle amélioration des capacités de captation carbone du site, notamment grâce à sa désimperméabilisation et à sa végétalisation. Dans son état actuel, le site présente une capacité de captation carbone d'environ 5 tCO2/ha/an, relativement faible du fait de son caractère très imperméable et anthropisé.

Le projet vient ainsi améliorer les capacités du site, en désimperméabilisant et végétalisant les sols. Il présente un potentiel de captation carbone d'environ :

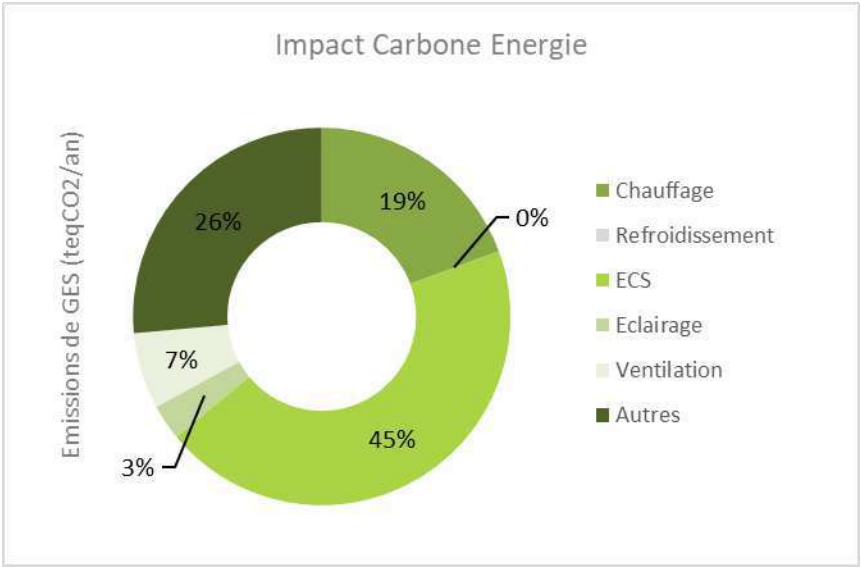
14 tCO2/ha/an

© TERAO 2025

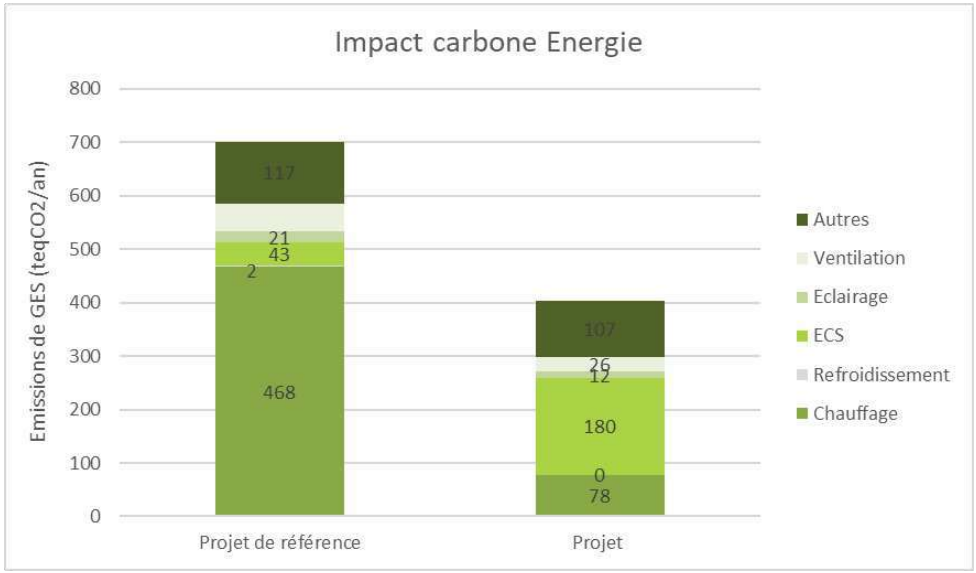
CONTRIBUTEUR – ÉNERGIE

POSTES D'ÉMISSIONS PRIS EN COMPTE

Le projet souhaite se raccorder au réseau de chaleur urbain, alimenté à 66% par des ENR, à proximité sur site. Cette sous-partie présente les résultats par contributeur selon cette solution retenue.
Concernant les nouvelles constructions, les besoins de chauffage et la production ECS sont couverts par le réseau de chaleur urbain. Les cathédrales sont considérées comme non chauffées et non desservies par une production d'ECS.
Aucun système de refroidissement n'a été considéré. L'implantation de panneaux photovoltaïques a été considérées sur les toitures les plus hautes ainsi que sur la centrale de mobilité. 60% des toitures concernées par des productions énergtiques sont destinées à la pose des modules photovoltaïques.



IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET



Les contributions les plus importantes proviennent du poste ECS (45%), suivi par le poste autres usages électriques (26%) et par le poste chauffage (19%).

Les émissions associées à l'énergie sont estimées à :

404 t eq CO2/an

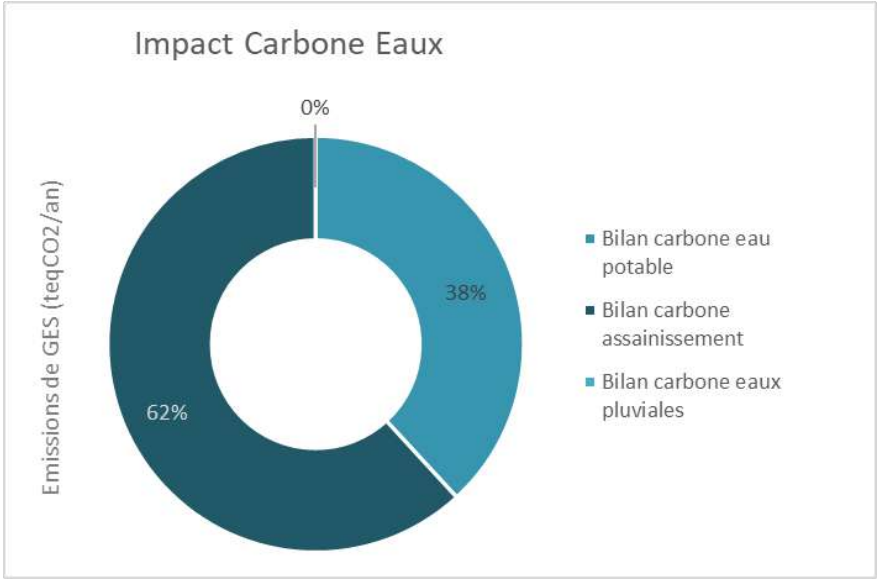
Elles correspondent à **2%** du bilan carbone global du projet et **15%** du périmètre aménageur.

CONTRIBUTEUR - EAUX

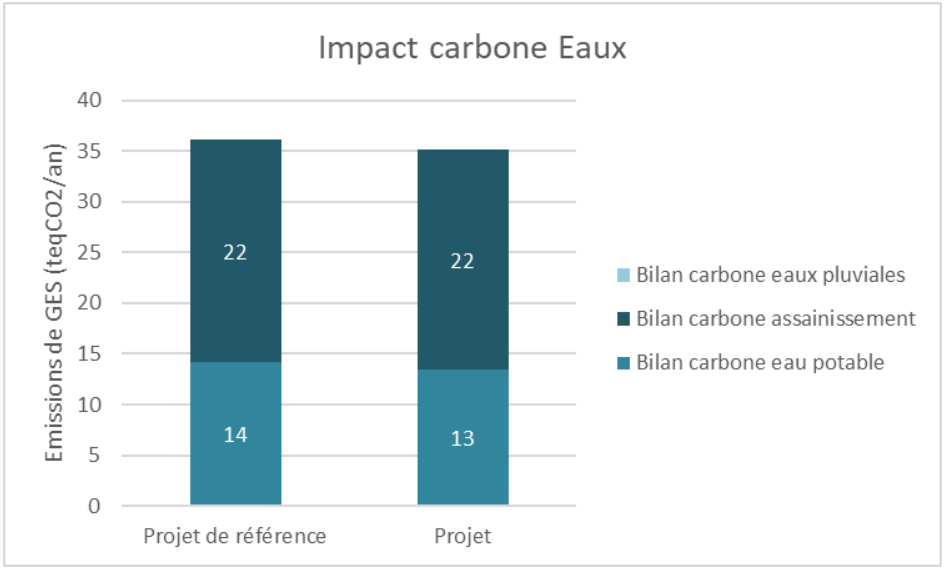
POSTES D'ÉMISSIONS PRIS EN COMPTE

Cette sous-partie présente les résultats par contributeur, obtenus par le logiciel UrbanPrint et selon les hypothèses suivantes :

- Station d'épuration centralisée
- Assainissement collectif
- Pas de récupération des eaux de pluie à l'échelle du bâtiment
- Arrosage des espaces extérieurs optimisé



IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET



L'ensemble des eaux des espaces extérieurs est collecté dans des espaces végétalisés et rendu au milieu par infiltration. La majorité des massifs plantés sera donc arrosée naturellement.
Cela permet d'éviter les impacts liés à son assainissement.

Le choix de la palette végétale sera à adapter au contexte pour limiter les besoins en eau, réduisant l'impact du traitement des eaux potables et la consommation d'eau à l'échelle du quartier.

Les émissions associées au poste eau sont estimées à

35 t eq CO2/an

Elles correspondent à moins de **1%** du bilan carbone global du projet et à **1%** du périmètre aménageur.

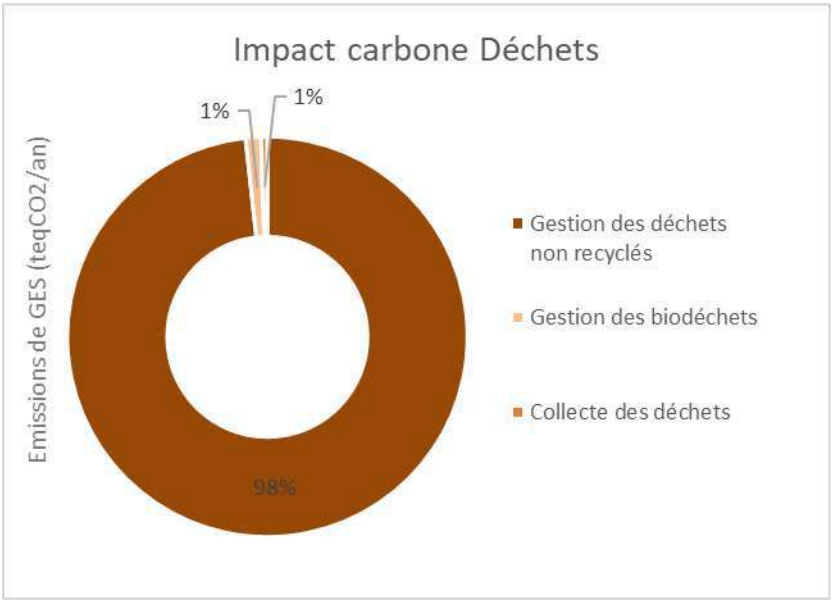
© TERAO 2025

CONTRIBUTEUR - DÉCHETS

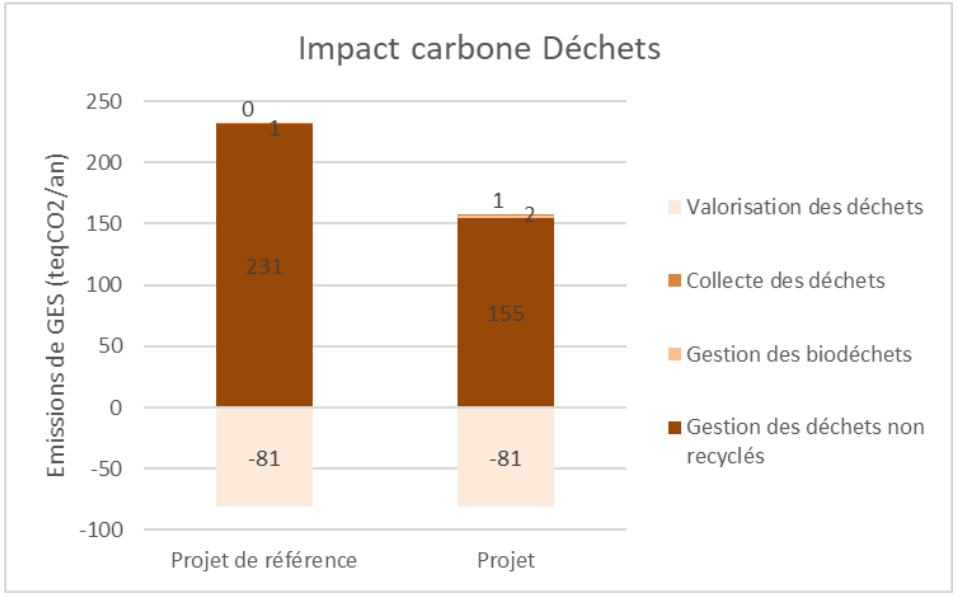
POSTES D'ÉMISSIONS PRIS EN COMPTE

Cette sous-partie présente les résultats par contributeur, obtenus par le logiciel UrbanPrint selon les hypothèses suivantes :

- Mode principal de collecte : porte à porte
- Mode principal de traitement des déchets organiques : compostage de quartier
- Distance à l'Unité de Valorisation Energétique à environ 5km pour les ordures ménagères en apport volontaire
- Distance à la déchetterie à environ à 5km pour le reste en apport volontaire



IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET



La valorisation des déchets par l'Unité de valorisation énergétique permet d'atteindre des réductions de l'empreinte carbone à l'échelle du quartier, estimé à -81 t éq. CO_2/an. .

La gestion des biodéchets par la mise en place d'un compostage de quartier génère un impact relativement faible, de l'ordre de 2 t éq. CO_2/an.

La gestion des déchets non recyclés est relativement impactante avec un impact carbone estimé à 155 t éq. CO_2/an.

Au total, le bilan carbone des déchets du quartier, en intégrant ces réductions, est estimé à environ

76 t eq. CO2/an

Elles correspondent à moins de **1%** du bilan carbone global du projet et à **3%** du périmètre aménageur.

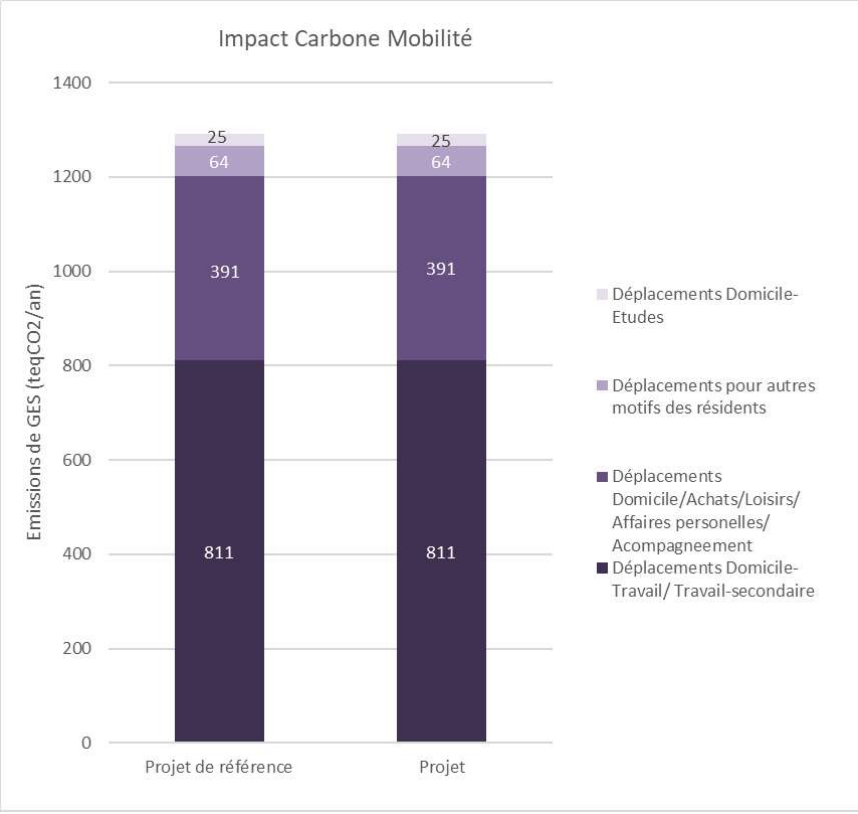
CONTRIBUTEUR - MOBILITÉ

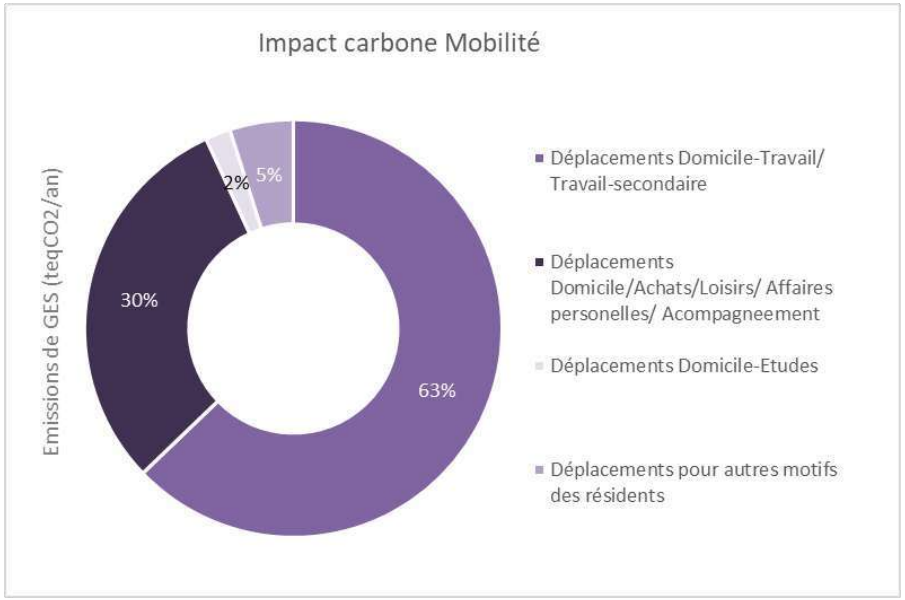
POSTES D'ÉMISSIONS PRIS EN COMPTE

Ce poste présente les résultats pour les déplacements réguliers et locaux selon les parts modales pour :

- Les déplacements domicile-travail et travail-secondaire (non lié au domicile)
- Les déplacements domicile-achats, domicile-loisirs, domicile-affaires personnelles, domicile-accompagnement, déplacements secondaires et autres.
- Les déplacements domicile-études

IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET





Les émissions associées au poste mobilité sont estimées à :

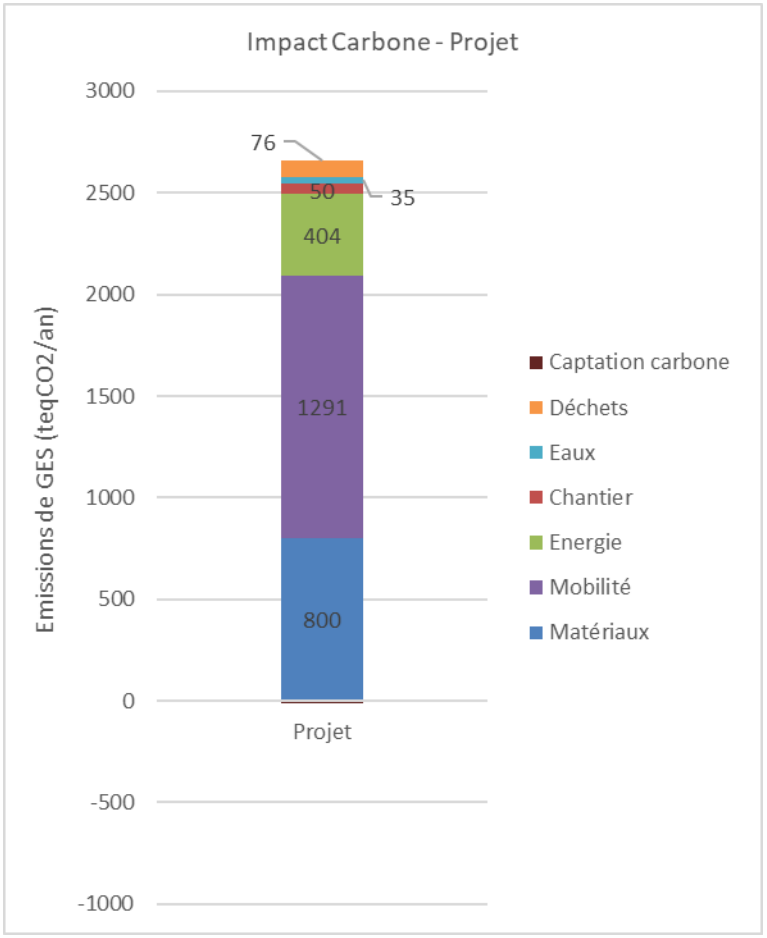
1 291 t eq CO2/an

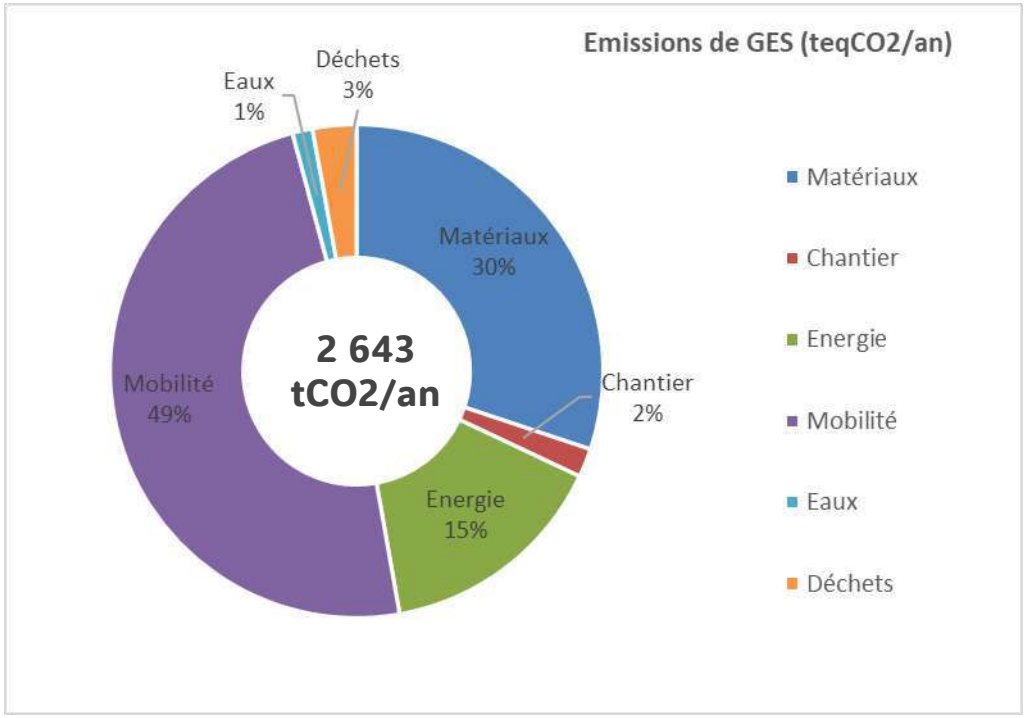
Elles correspondent à **8%** du bilan carbone global du projet et à **49%** du périmètre aménageur.

Conclusion

RÉSULTATS – QUARTIER PROJETÉ (OUTIL URBANPRINT)

IMPACT CARBONE DES CHOIX DU PROJET





Le bilan carbone pour le quartier projeté est estimé à:

2 643 tCO2/an pour l'ensemble du quartier.

Les postes d'émission les plus importants sont la Mobilité, les Matériaux et l'Energie.

Les émissions du projet représentent par poste :

- Matériaux de construction des bâtiments : 31 %
- La mobilité associée aux usagers : 50%
- Les consommations énergétiques des bâtiments : 16 %
- Le contributeur chantier : 2 %
- Les consommations en eau : 1 %
- La production de déchets par les usagers du quartier : 0 %

© TERAO 2025

CONCLUSION

Le projet s'inscrit dans un contexte global de renouvellement urbain du site des Cathédrales du Rail, à travers un projet urbain et paysager mixte à dominante résidentielle et culturelle et qui permettra la réhabilitation du patrimoine historique, la dépollution des sols, la création d'un parc urbain et la réalisation de logements. La restauration du patrimoine historique permettra la création d'un quartier culturel, reposant sur une exploitation culturelle ouverte entièrement au public.

Le site des Cathédrales est ainsi entré dans une mutation d'ampleur. Celui-ci s'illustre notamment à travers la réhabilitation de l'ancienne friche SNCF et notamment des deux halles, la démolition d'une partie du patrimoine existant sur les parcelles localisées au sud, la création de nouveaux logements et la création d'un parc urbain.

Le projet urbain vise à développer une programmation immobilière mixte à dominante résidentielle tout en s'appuyant sur une trame paysagère forte, créant des éléments à fort intérêt écologique et en mettant la gestion de l'eau pluviale au cœur de l'aménagement des espaces extérieurs. Le projet représente une occasion de repenser les usages des espaces publics en offrant de nouveaux services et aménités aux habitants et permettra de répondre aux besoins actuels et futurs.

Les programmations des bâtiments neufs proposent des performances environnementales ambitieuses, notamment grâce à travers les postes des matériaux (emploi de matériaux mixtes) et de l'énergie (raccordement au RCU et installation de panneaux photovoltaïques). Les espaces extérieurs participent également à l'amélioration du bilan carbone du projet, notamment grâce à l'amélioration des capacités de captation carbone du site qui s'explique par une désimperméabilisation des sols et la création d'espaces végétalisés à travers un parc urbain et des cœurs d'îlot en pleine terre.

Enfin, l'analyse carbone est un outil pertinent pour mesurer les impacts environnementaux du projet. Cette analyse s'accompagne de propositions opérationnelles permettant de limiter ces impacts. Toutefois, elle ne doit pas constituer le seul critère pris en compte. Il est essentiel d'adopter une vision globale et systémique de l'évaluation des projets urbains, en prenant en compte l'ensemble de leurs dimensions sociales, économiques et environnementales.

Plan masse d'octobre 2025

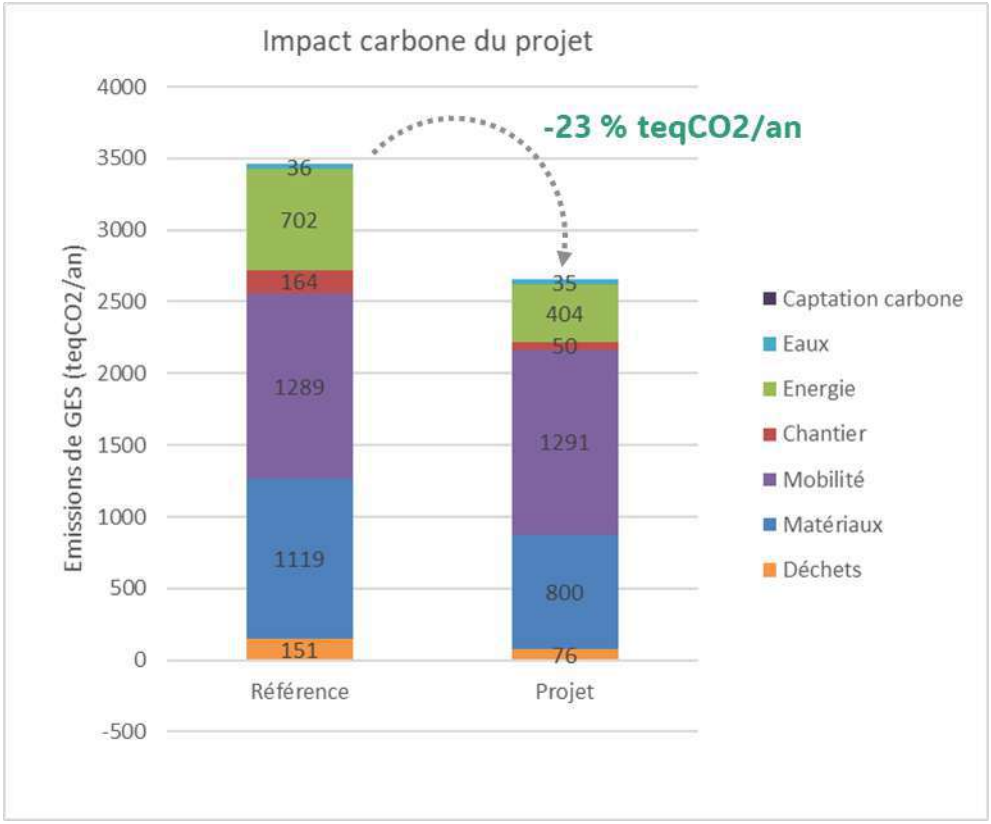
PISTES D'AMÉLIORATION

Les mesures présentées à la suite constituent des mesures ERC à inscrire dans l'étude d'impact du projet. Elles n'ont pas été prises en compte dans la modélisation du présent bilan carbone.

	MESURES
BÂTIMENTS MATÉRIAUX	• Opter pour l'utilisation de matériaux biosourcés (sur environ 12 500m²)
	• Optimisation de la performance environnementale en visant une performance énergétique très élevée (RE2020 seuil 2031) (à l'échelle du projet)
CHANTIER	• Améliorer la stratégie d'export de terre vers un site de réemploi et maximiser le réemploi des terres de terrassement in situ très élevée (100%)
EAUX	• Création d'espaces humides (espace en eau constant) permettant un captage de carbone supplémentaire
MOBILITÉ	• Développer au-delà des seuils règlementaires la présence de parkings vélos dans les espaces publics et les îlots privés
	• Développer un réseau de bornes de recharge des véhicules électriques, de bornes deux-roues au-delà de la réglementation

© TERAO 2025

SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS



© TERAO 2025

Annexe : hypothèses détaillées

ANNEXES –HYPOTHÈSES DÉTAILLÉES

Voir document Excel joint

Un monde durable n’émergera pas sans vous
Nous vous y aidons

contact@terao.fr
Siège social - 37 rue de Lyon,75012 - Paris
01 42 46 06 63

contact@terao.fr
Agence - 100 Crs Lafayette - 69003 Lyon
04 81 68 01 05

www.terao.fr

Etude d'impact environnementale

-

Résumé non technique

Les Cathédrales du Rail,
SAINT-DENIS (93)

Février 2026

Siège social : [illegible]

Référence du document	TR19-786-2_EIFFAGE – CDR_Etude d'impact environnemental_Résumé non technique		
Distribution	SAS Cathédrales du Rail		
Version I Date	Les Cathédrales du rail – Saint-Denis (93)		23/02/2026
Rédigé par	Mathieu KERRIEN mkerrien@terao.fr 07 80 90 71 32	Margaux TABELLA mtabella@terao.fr 06 11 21 37 72	Sofia HURTADO spatinohurtado@terao.fr 07 57 60 05 57
Vérifié par	Margaux TABELLA Directrice Aménagement et Projets Urbains		
Date de dépôt	27/02/2026		

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES 3

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS 4

1.PREAMBULE 6
1.1. Contexte du projet et ses objectifs 6
1.1.1. Identification des pétitionnaires 6
1.2. La procédure environnementale du projet 7
1.3. Autres procédures réglementaires concernées 7
1.3.1. Dossier Loi sur l'Eau 7
1.3.2. Monuments historiques 7
1.3.3. Défrichement anticipé 7
1.4. Identification des rédacteurs de l'étude d'impact 8

2.DESCRIPTION ET JUSTIFICATION DU PROJET 9
2.1.1. Justification du projet 9
2.1.2. Présentation du programme et objectifs de densité 9
2.1.3. Historique des solutions de substitution raisonnables et comparaison avec le projet retenu 11
2.1.4. Présentation des éléments du projet retenu 14
2.2. Aménagement de la lisière de biodiversité 16
2.3. Délimitation des responsabilités des maîtrises d'ouvrage 17
17
2.4. Vulnérabilité du projet aux changements climatiques et aux catastrophes majeurs 17
2.4.1. Evaluation de l'exposition du projet face aux aléas climatiques retenus 17
2.4.2. Sensibilité du projet d'aménagement face aux aléas climatiques 18
2.4.3. Evaluation de la vulnérabilité du projet d'aménagement face aux aléas climatiques 20

3.ETAT INITIAL DU SITE, INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES 22
3.1. Milieu physique 22
3.1.1. Topographie et géologie 22
3.1.2. Pollution des sols et eaux souterraines 24
3.1.3. Hydrogéologie 25
3.2. Impacts sur le climat 26
3.3. Milieu naturel 27
3.4. Paysage et patrimoine culturel 28
3.5. Milieu humain et socio-économique 28
3.6. Accessibilité et déplacements 29
3.7. Cadre de vie et santé 30
3.7.1. Qualité de l'air 30
3.7.2. Ambiance acoustique 31
3.8. Réseaux d'eau 33
3.9. Réseau d'énergie et potentiels en énergie renouvelables (ENR) mobilisable 34
3.10. Gestion des déchets 35

4.COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES 36

5.INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000 37

6.ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS 38

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Cartographie des domanialités des terrains sur le site à l'échelle du projet urbain et du Permis d'aménager 6

Figure 2 : Cartographie des zones mises en défens durant la phase de défrichement préalable - BIOCOR 7

Figure 3 : Intégration du projet urbain au sein de la Trame Verte et Bleue - PLUi Plaine Commnue 9

Figure 4 : Plan général du projet d'aménagement - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager 10

Figure 5 : Axonométrie illustrative du projet urbain et de l'intégration dans le paysage urbain d'ensemble - D&A - Permis d'aménager 11

Figure 6 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange nord - D&A 11

Figure 7 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange Nord – D&A 12

Figure 8 : Etudes de variantes - Accès à la composante verticale du ciel de l'Ilot Parc - TERAO - T 12

Figure 9 : Etudes de variantes - Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 décembre – TERAO 12

Figure 10 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 mars/septembre - TERAO 13

Figure 11 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'Ilot Parc au 21 juin - TERAO 13

Figure 12 : Reduction d'incidences de bruits sur la vie du quartier 13

Figure 13 : Gains moyens estimés par étage exposé aux voies ferrées, en fonction de la hauteur du merlon, Etude acoustique, Impédance, janvier 2026 13

Figure 14 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Ancienne version – D&A 14

Figure 15 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Version du Plan Directeur – Janvier 2026 – D&A 14

Figure 16 : Les axes majeurs de composition du parc 14

Figure 17 : Plan de maîtrise d'œuvre de la lisière de biodiversité selon les mesures ERC 15

Figure 18 : Emprise du parc 15

Figure 19 : Plan des limites du parc 15

Figure 20 : Plan de synthèse des accès et livraisons sur le parc 15

Figure 21 : Schéma du relief dans le parc 15

Figure 22 : Emprises maximales d'encapsulages dans le parc 16

Figure 23 : Ouvrages d'infiltration des EP 16

Figure 24 : Composition des milieux naturels 16

Figure 25 : Plan des Maîtrises d'ouvrage du parc sous la SAS des Cathédrales du Rail 17

Figure 26 : Plan des Maîtrises d'ouvrage du parc sous Plaine Commune 17

Figure 27 : Synthèse de l'exposition du site aux aléas climatiques naturels - TERAO 18

Figure 28 : Synthèse de la sensibilité du site aux aléas climatiques naturels - TERAO 19

Figure 29 : Synthèse de la vulnérabilité du projet aux aléas climatiques naturels - TERAO 20

Figure 30 : Vulnérabilité du projet aux risques anthropiques - TERAO 21

Figure 31 : Profils altimétriques au droit de la parcelle étudiée - Géoportail, ATLAS Géotechnique, Etude G2 AVP - Juin 2024 22

Figure 32 : Délimitation des bassins et des ouvrages hydrauliques – Gestion des eaux pluviales - Merlin 25

Figure 33 : Modélisation du stress thermique (PET), Etude ICU, TERAO, 2025 26

Figure 34 : Synthèse des enjeux écologiques du site - BIOCOR - 2024 27

Figure 35 : Conception de la lisière écologique - COLOCO 27

Figure 36 : Mise en valeur des 2 halles depuis le Parc - COLOCO 28

Figure 37 : Schéma de circulation et accès du projet - D&A 29

Figure 38 : Plan de programmation du Permis d'aménager 30

Figure 39 : Synthèse des enjeux en matière de qualité de l'air, Etat initial - Technisim - 2023 31

Figure 40 : Echelle de référence des niveaux de bruit - IMPEDANCE, 2025 32

Figure 41 : Niveaux sonores diurnes en situation de projet en dB(A), estimés à 4 du sol – Etude acoustique - IMPEDANCE 33

Figure 42 : Impact carbone global du projet – TERAO 34

Figure 43 : Concept du parc qui se déploie sur la butte et au travers des émergences – D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager 35

Figure 44 : Zones d'inventaires de protection du milieu naturel - INPN - BIOCOR 37

Tableau 1 : Bilan financier des études et travaux d'aménagement 36

1. PREAMBULE

1.1. Contexte du projet et ses objectifs

Le site des Cathédrales du Rail est situé dans la partie Sud de la Ville de Saint-Denis (93) au sein du quartier de La Plaine en mutation depuis plusieurs années. Il est bordé par la rue du Bailly et l'Avenue du Président Wilson à l'Est, le chemin des Petits Cailloux au Sud et la voie ferrée accueillant la future ligne ferroviaire du Charles de Gaulle Express (permettant de relier l'aéroport de Roissy à Paris), le RER B et la ligne K sur sa frange Nord-Ouest.

Sur une superficie d'environ 7 hectares, la majeure partie du site est constitué d'un foncier appartenant à la SNCF sur lequel sont positionnées deux halles ferroviaires, inscrites à l'Inventaire des Monuments Historiques : « Les Cathédrales du Rail ». A l'abandon depuis 1998, ayant perdu leur fonction d'atelier SNCF, leur rénovation est projetée depuis 2017.

Le projet urbain de mutation du site des Cathédrales du Rails, s'inscrit dans un périmètre un peu plus large que celui de la SNCF, il intègre également au Sud du site, des parcelles appartenant à la Ville (actuellement occupée par un centre médical de santé, une crèche et une maison de la petite enfance) et à l'EPFIF (occupée par divers hangars de stockage et un pavillon à l'abandon), vouées à être démolies. Les équipements publics présents seront reconstitués sur le périmètre du projet avant leur démolition, à l'exception du centre médical dont la programmation est identifiée au sein d'une autre opération

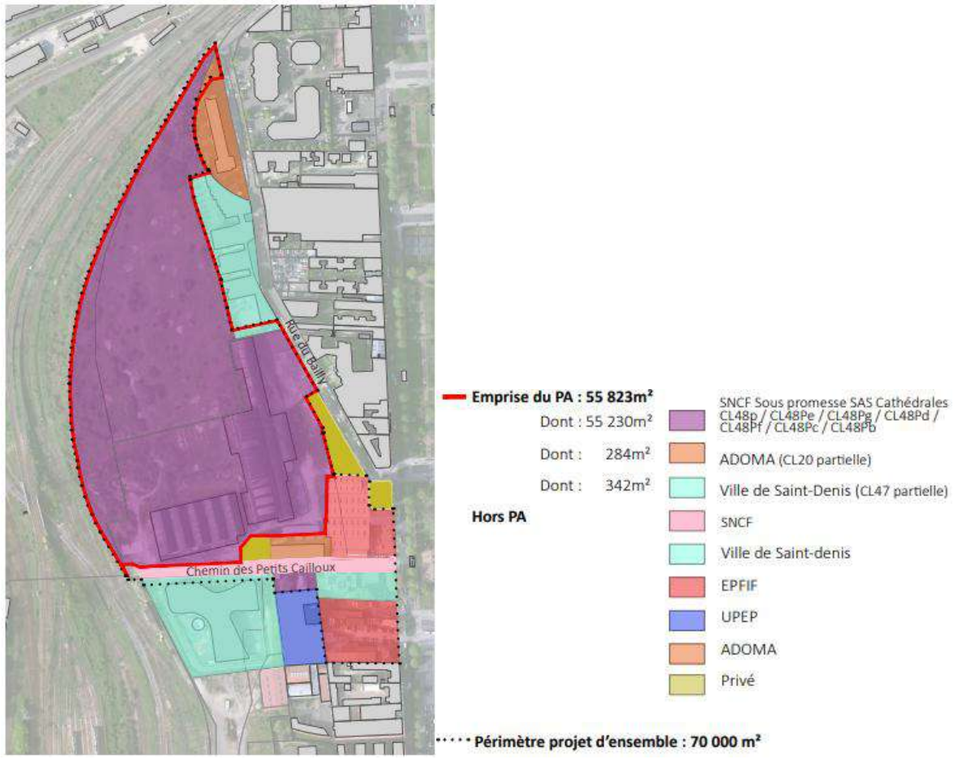


Figure 1 : Cartographie des domanialités des terrains sur le site à l'échelle du projet urbain et du Permis d'aménager

Au regard de la complexité du projet urbain caractérisée en premier lieu par la pollution des sols, la dégradation importante des halles et la complexité de leur structure en béton armée exigeant une réhabilitation particulière, la Ville de Saint-Denis, l'Etablissement Public Territorial Plaine Commune et SNCF Immobilier ont lancé un appel à projet en 2020 sur ce site en vue de procéder à la reconversion des halles de la SNCF, la dépollution de la friche au profit d'un projet urbain.

La SAS Cathédrales du Rail, aménageur lauréat de l'appel à projet, a pour objectif de concevoir un projet urbain et paysager mixte à dominante résidentielle et culturelle visant le développement d'environ 61 700 m² de surface de plancher (SDP) permettant de financer la réhabilitation du patrimoine historique, la dépollution des sols, la création :

- d'un parc d'1,80 ha
- d'environ 650 logements collectifs (dont 225 BRS et 65logements locatifs sociaux) et 130 chambres étudiantes.
- Une programmation de commerces et services implantés en rez-de-chaussée sur environ 4 500 m², dont 500 m² dédié à un pôle santé privé, 2 000 m² de commerces et 2 000m² d'activités économiques
- Une centrale de mobilité pour mutualiser une partie des stationnements et promouvoir les modes doux

La réhabilitation des Cathédrales du Rail prévoit une programmation culturelle et évènementielle sur environ 8 400 m² avec hypothèse de 100 000 visiteurs par an

1.1.1. Identification des pétitionnaires

Le projet d'ensemble du Quartier des Cathédrales du Rail objet de la présente étude d'impact, comprend une opération d'aménagement portée par deux maitres d'ouvrage, Eiffage Aménagement et Aire Nouvelle, qui ont constitué une société ad-hoc, la « SAS Cathédrales du Rail » :

Société de Projet pétitionnaire	Maîtres d'ouvrage	
SAS Cathédrales du Rail 101 boulevard Victor Hugo – 93400 Saint-Ouen-sur-Seine Delphine.bouttier@eiffage.com Clement.trebaol@eiffage.com Anne-laure.marchi@equans.com	EIFFAGE AMÉNAGEMENT	**Eiffage Aménagement** 101 boulevard Victor Hugo – 93400 Saint-Ouen-sur-Seine delphine.bouttier@eiffage.com clement.trebaol@eiffage.com
	AIRE NOUVELLE	**Aire Nouvelle** 49-51 rue Louis Blanc, 92400 Courbevoie anne-laure.marchi@equans.com

1.2. La procédure environnementale du projet

D'après la catégorie n°39.b de l'annexe R122-2 du Code de l'Environnement toute opération d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher ou l'emprise au sol est supérieure ou égale à 10 000 m², est soumises à la réalisation d'un dossier d'examen au cas par cas au titre de l'évaluation environnementale.

Ainsi, au regard des caractéristiques du projet des Cathédrales du Rail mené par la SAS à savoir une opération d'aménagement s'implantant sur un terrain d'assiette d'environ 7 ha et créant une surface de plancher d'environ 61 000 m², celui-ci a fait l'objet d'un examen cas par cas en application de l'article du Code de l'Environnement susmentionné.

A l'issue de cette procédure, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports en Ile-de-France (DRIEAT), par sa décision n° DRIEAT-SCDD-2023-195 du 24 novembre 2023, a décidé que le projet des Cathédrales du Rail nécessitait la réalisation d'une évaluation environnementale (étude d'impact) à l'échelle du projet d'ensemble à raison de potentielles incidences sur l'environnement et la santé humaine.

Au-delà du document réglementaire, l'étude d'impact est une démarche visant à présenter l'intégration environnementale dans l'élaboration d'un projet dès les phases amont de réflexions. Elle sert à éclairer le décideur sur la décision à prendre au vu des enjeux environnementaux et relatifs à la santé humaine du territoire concerné, ainsi qu'à informer et garantir la participation du public.

Elle doit rendre compte des effets potentiels ou avérés du projet - lors des travaux et phase d'exploitation - sur l'environnement et permet d'analyser et de justifier les choix retenus au regard des enjeux identifiés sur le territoire du projet. L'étude d'impact vise ainsi à prévenir les dommages potentiels, à une phase amont pertinente de conception du projet.

L'étude d'impact est rédigée conformément à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement.

1.3. Autres procédures réglementaires concernées

1.3.1. Dossier Loi sur l'Eau

Le projet est soumis au régime déclaratif de la Loi sur l'Eau au titre des rubriques du Code de l'Environnement :

- La rubrique 1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau. **Le projet des Cathédrales du Rail a installé des piézomètres pour réaliser un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique, sur au moins un cycle saisonnier, permettant de statuer sur les fluctuations du niveau de la nappe et ses niveaux de référence attendus au droit du site.**
- La rubrique **2.1.5.0** précise que tout projet interceptant une surface de bassin versant supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha et qui prévoit le rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, est soumis au régime déclaratif de la Loi sur l'Eau. **Le projet des Cathédrales du Rail s'implantant sur un terrain d'assiette d'environ 7 ha et visant une infiltration des eaux pluviales à la parcelle est donc soumis à la réalisation d'un tel dossier.**

Le projet est soumis à la réalisation d'un dossier Loi sur l'eau au titre du régime déclaratif. Il sera examiné par le guichet unique loi sur l'eau de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France.

1.3.2. Monuments historiques

Le projet est inclus dans une zone de servitudes : périmètres des abords pour les Cathédrales du rail (anciennes halles de la SNCF). Ainsi conformément à cette servitude, l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) a été consulté dans le cadre de l'élaboration du projet urbain et continuera à être associé à la définition du projet, notamment il donnera un avis sur les permis de démolition, d'aménager et de construire.

1.3.3. Défrichement anticipé

Un état initial faune / flore (chiroptères, mammifères, avifaune, amphibiens, reptiles, insectes, habitats naturels et flore, diagnostic zone humide) a été réalisé par BIOCOR ingénierie écologique sur l'année 2023 (4 saisons).

Dans le cadre des besoins d'accès au sol pour la réalisation de sondages relatifs à la pollution des sols (prévus dans le cadre de l'étude d'impact), un défrichement de la zone d'étude a été réalisé avec la validation de la DRIEAT sous réserve de maintien d'habitats (bosquets de Buddléia de David, pierriers, zones d'observations d'espèces remarquable à enjeu). A ce titre, des premières mesures de réduction de l'impact des travaux sur la biodiversité ont été mises en œuvre, dont :

- Choix du calendrier pour effectuer le défrichement de fin janvier à mi-février 2024
- Application des protocoles de gestion des espèces végétales exotiques envahissantes et traitement en filière adaptée
- Mise en défense de zone d'habitats à enjeu sur site

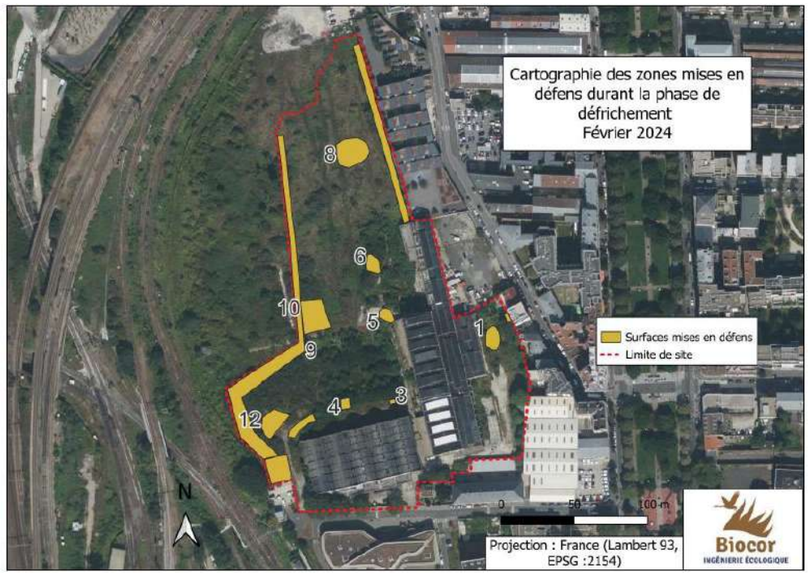


Figure 2 : Cartographie des zones mises en défens durant la phase de défrichement préalable - BIOCOR

1.4. Identification des rédacteurs de l'étude d'impact

Dans le cadre de l'élaboration de la présente étude d'impact et au regard du contexte de la mission, TERAO a appuyé sa rédaction sur des études complémentaires réalisées par une diversité d'experts (bureaux d'études) missionnés par les maîtres d'ouvrage. L'étude d'impact reprend par conséquent les conclusions de ces différentes études, dont l'intégralité est placée en annexe. Lesdites études complémentaires :

- Etude bioclimatique réalisée par TERAO (septembre-décembre 2023) ;
- Etude ICU réalisée par TERAO (2025) ;
- Inventaires faune-flore 4 saisons et diagnostic zone humide réalisés par BIOCOR (mai 2023 à septembre 2024) ;
- Etude de mobilité réalisée par COSITREX (2023-2026) ;
- Etude acoustique et vibratoire réalisée par IMPEDANCE (2023-2026).
- Etude Air & Santé réalisée par TECHNISIM (2023-2026)
- Etude géomètre réalisée par HAMEL Géomètres-Experts
- Etudes Géotechniques G1 PGC, G2 AVP, G5 Matsuo et dissolution sur les gypses réalisées par ATLAS Géotechnique.

Des investigations supplémentaires d'envergure permettant de dimensionner les travaux à mettre en œuvre seront également menées dans un second temps, notamment des investigations sur les sols qui seront effectuées par la société VALGO dans le cadre de la dépollution du site et des investigations structurelles et de pollution du bâti dans le cadre de la réhabilitation des halles.

2. DESCRIPTION ET JUSTIFICATION DU PROJET

2.1.1. Justification du projet

Le projet des Cathédrales du Rail se situe principalement dans une zone anciennement industrielle en lien avec les activités ferroviaires à proximité, actuellement à l'état de friche, sur une emprise foncière d'environ 7 ha.

Historiquement, le site est une friche industrielle ayant abrité le dépôt de La Plaine de la Compagnie des chemins de fer du Nord, servant à l'entretien des locomotives. Désaffectée depuis 25 ans, la friche ferroviaire des Cathédrales du Rail est, à l'état initial, un espace végétalisé principalement composée de ronces et d'espèces invasives.

Le choix du site s'inscrit dans les ambitions métropolitaines de transformation de la Plaine Saint-Denis, territoire stratégique faisant l'objet d'un projet de renouvellement urbain d'envergure. Ce foncier a été identifié par l'intercommunalité comme un site prioritaire pour accueillir un grand projet urbain structurant.

Le projet de transformation des Cathédrales du Rail incarne la vision du développement urbain portée par Saint-Denis et Plaine Commune : concevoir de nouveaux lieux de vie ancrés dans le territoire, inclusifs, et conciliant respect du patrimoine, transition écologique et ambition sociale. Ainsi, la réhabilitation de cette friche ferroviaire contribue à intégrer ce site dans la dynamique de mutation territoriale.

Le renouveau urbain des Cathédrales du rail est une étape majeure pour le développement du quartier de la Plaine et de la mise en valeur de l'axe Wilson dans l'objectif de faire émerger un quartier actif et habité, une nouvelle centralité faisant écho aux dynamiques structurantes de rayonnement économique et culturel dans lesquelles s'insèrent la Ville de Saint-Denis et Plaine Commune : démarche Territoire de la Culture et de la Création, parcours d'art urbain Street Art Avenue, Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024, Grand Paris Express etc.

Les Collectivités, l'EPFIF, Eiffage Aménagement et Aire Nouvelle ont affirmé leur ambition d'œuvrer ensemble au développement du projet urbain Cathédrales du rail par la production d'un protocole partenarial de travail qui a été approuvé en Conseil Municipal le 15 mai 2025 et en Conseil Territorial le 20 mai 2025.

Ce projet s'inscrit dans les orientations stratégiques de Plaine Commune en matière d'environnement et de qualité de vie explicitées notamment dans son Plan Local de l'Urbanisme Intercommunal de Plaine Commune approuvé le 25 février 2020 par le conseil de territoire, le Programme Local de l'Habitat adopté le 22 juin 2022 et la Convention Qualité constructions neuves.

Le projet est identifié au sein d'une zone urbaine d'envergure du PLUi avec le classement UMGP, correspond aux Projets urbains du territoire, comprenant les opérations d'aménagement ayant un fort intérêt de développement pour le territoire de Plaine Commune. L'objectif est de permettre la réalisation de ces grands projets porteurs de dynamisme, de développer de nouvelles centralités en affirmant leur mixité fonctionnelle et leur intensité programmatique.

Il s'agit de favoriser la densification à proximité directe de l'avenue du Président Wilson et des transports en commun structurant avec notamment l'arrivée de plusieurs lignes du Grand Paris, en priorisant la construction des secteurs au plus près du tissu urbain existant. Le projet urbain vise à favoriser la mixité sociale de la ville à travers une diversité de typologies de logements, en s'appuyant sur une trame paysagère forte, incarnée par l'OAP thématique de la Trame Verte et Bleue, conservant et valorisant des éléments à fort intérêt écologique et mettant la gestion de l'eau pluviale au cœur de l'aménagement des espaces extérieurs.

Ce site apparaît aujourd'hui pour la commune comme une réelle opportunité de permettre le développement urbain et de diversifier l'offre de logement afin de favoriser de véritables parcours résidentiels, pour répondre aux besoins actuels et anticiper les besoins de demain dans un contexte de fort développement du territoire de Plaine Commune. Il représente également une occasion de repenser les usages des espaces publics, afin d'offrir de nouveaux services et aménités aux futurs usagers et habitants du quartier

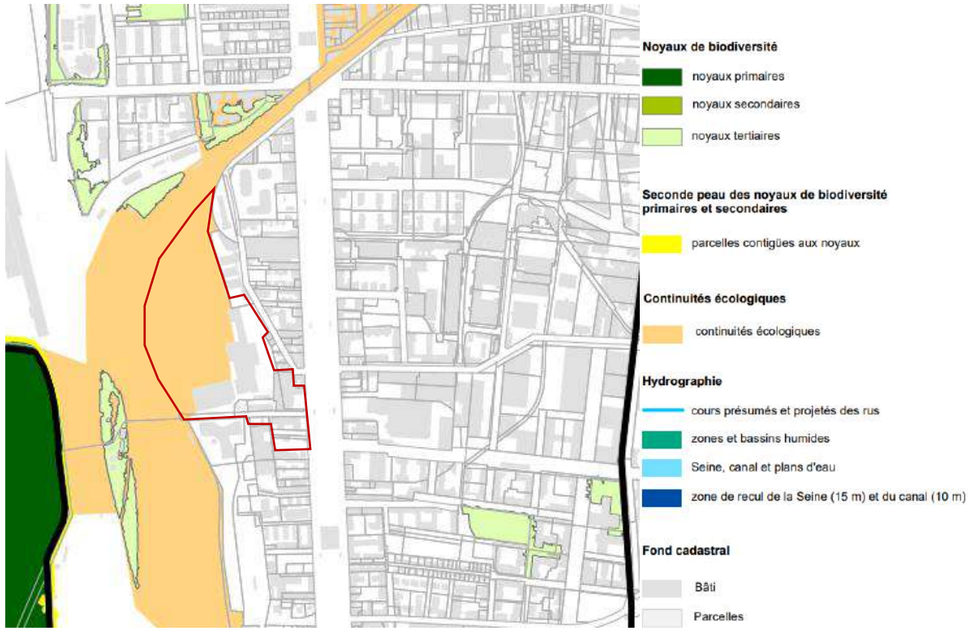


Figure 3 : Intégration du projet urbain au sein de la Trame Verte et Bleue - PLUi Plaine Commnue

2.1.2. Présentation du programme et objectifs de densité

Les objectifs principaux du projet sont les suivants :

- **Ouvrir le monument historique à tous** et en faire un lieu vivant et accessible, ancré dans la vie du nouveau quartier.
- **Créer un grand parc public**
- **Accueillir un programme culturel sur-mesure** au sein des Cathédrales, afin de valoriser le patrimoine et d'en faire un pôle d'attractivité culturelle.
- **Améliorer la desserte et la connexion du site** grâce à un maillage viaire repensé, donnant la priorité aux mobilités actives (piétons, vélos, transports doux).
- **Concevoir un quartier résilient et écoresponsable**, fondé sur des principes de conception bioclimatique et une gestion durable des ressources.
- **Favoriser la mixité urbaine** par le développement d'une offre diversifiée de logements et de rez-de-chaussée actifs et réversibles, adaptés à différents usages.

Partant d'une friche inaccessible et enclavée, le projet vise reconnecter le site à la ville.

- Dans un premier temps, il s'appuie sur le patrimoine industriel existant, valorisé et transformé en une pièce urbaine.
- Ensuite, un grand espace vert vient structurer l'ensemble du projet aux abords des cathédrales. Cet aménagement paysager crée une ouverture vers la ville, mettant en valeur les monuments emblématiques, tout en inscrivant le site dans la trame verte du territoire.
- Enfin, le projet intègre un nouveau morceau de ville au sein du périmètre, en proposant une offre mixte comprenant logements, équipements, commerces et services. Cette approche favorise la mixité urbaine et sociale, et contribue à la création d'un quartier attractif, vivant et durable.

Les nouveaux bâtiments s'implantent le long de la nouvelle voie, en relation directe avec le parc et les cathédrales, favorisant les liaisons visuelles et fonctionnelles entre les espaces publics, le patrimoine et les nouvelles constructions.

Au total, le projet des Cathédrales du Rail développe une surface de plancher de près de 61 700 m², répartie sur 7 ha de la façon suivante :

- Environ 650 logements (environ 43 000 m² de surface de plancher) dont environ :
  - 325 logements en accession à la propriété ;
  - 225 logements en BRS ;
  - 65 logements locatifs sociaux
- 130 logements étudiants
- Une programmation culturelle et évènementielle sur environ 8 400 m² incarnée par la réhabilitation des 2 halles historiques
- Une programmation de commerces et services implantés en rez-de-chaussée sur environ 4 500 m², dont 500 m² dédié à un pôle santé privé, 2 000 m² de commerces et 2 000m² d'activités économiques
- Une centrale de mobilité pour mutualiser une partie des stationnements et promouvoir les modes doux
- Un parc public de 1,8 ha

Pour cela, le projet d'aménagement est organisé autour de plusieurs grands îlots structurants.

- Elément fondateur et central du projet urbain, l'îlot Parc organise la composition du projet. Il prolonge la composition paysagère et topographique du Parc, jusqu'à la voie Nord-Sud et la voie nouvelle. Il s'ouvre sur le grand paysage et les voies ferrées.
- L'îlot Cathédrales souligne le lien étroit entre patrimoine industriel restauré et nouvel écrin de biodiversité. Il forme une limite naturelle au Parc, organise les espaces et les usages. Cet ensemble offre des vues à l'ensemble des programmation existantes et futures.
- L'îlot des enfants vient organiser la couture en plan et en volumétrie avec le groupe scolaire Aimé Césaire. Il intègre dans sa composition les extensions des Cours existantes portées par la Ville et constitue avec l'îlot Parc l'alignement de la voie nouvelle. Il vient refermer le projet au Nord et protège les cours de récréations des nuisances sonores.
- L'îlot Faubourg vient quant à lui constituer une nouvelle façade côté Cathédrales aux bâtiments existants sur la rue du Bailly. Il complète la composition urbaine de l'îlot ThyssenKrupp (TKE) – Hors Permis d'Aménager et porté par la SEM Plaine Commune Développement - L'ensemble doit également accueillir la relocaliser les équipements publics existants (PMI, crèche) existants actuellement au Sud du chemin des Petits Cailloux.
- L'îlot Coeur de Ville, bien que faisant partie du projet urbain d'ensemble, n'est pas intégré au permis d'aménager. Cet îlot assure un rôle pivot entre le paysage urbain de l'avenue Wilson et l'entrée du quartier des Cathédrales. La disponibilité foncière lui confère un rôle de préfigurateur de l'habitat du nouveau quartier.

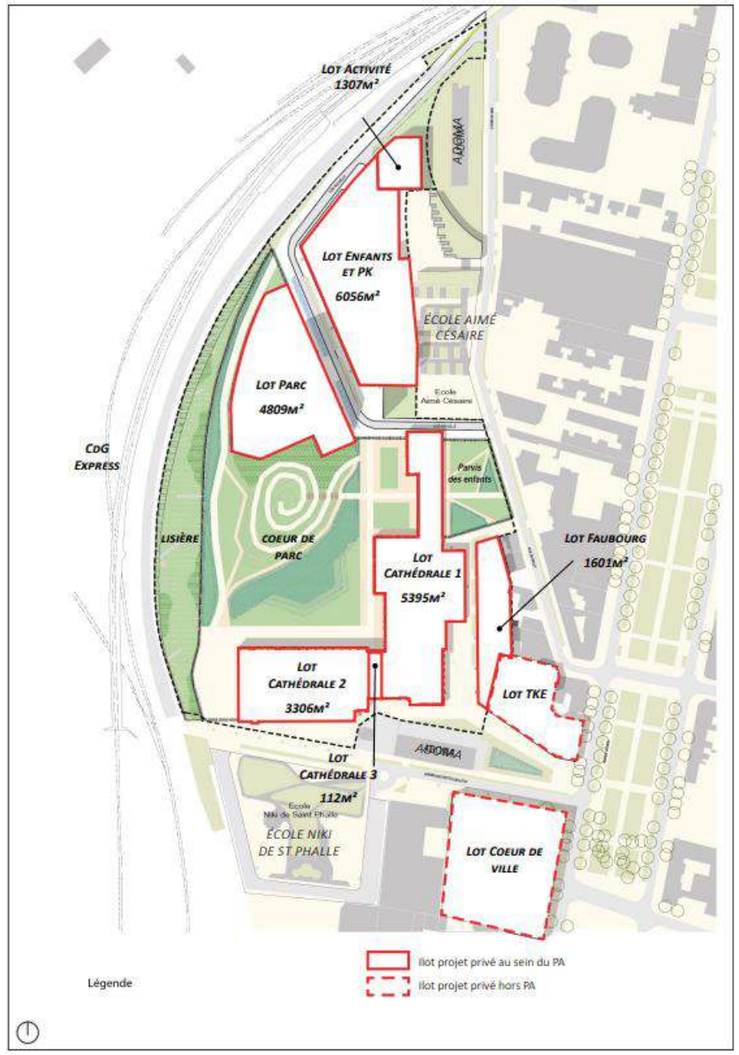


Figure 4 : Plan général du projet d'aménagement - D&A, COLOCO, Merlin - Permis d'aménager

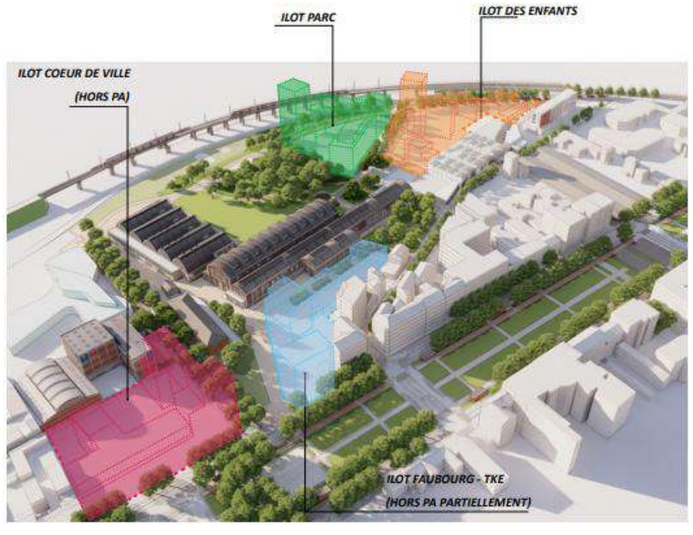


Figure 5 : Axonométrie illustrative du projet urbain et de l'intégration dans le paysage urbain d'ensemble - D&A - Permis d'aménager

L'objectif poursuivi est de développer ces centralités en affirmant leur mixité et leur densité. Avec une densité moyenne de 93 logements par hectares, il est développé un quartier vivant et multifonctionnel contribuant à réduire la consommation de ressources foncières, en adéquation avec le Plan d'Aménagement de Développement Durable (PADD) de Plaine Commune.

Pour cela, il est prévu d'articuler le sujet des hauteurs (allant jusqu'à environ R+16, selon les premières études de faisabilité) à celui de la résilience territoriale et de la préservation d'espaces de pleine terre. L'élévation en hauteur permet de construire plus de surfaces de planchers, et de répondre partiellement au déficit de logement, tout en évitant surconsommation et artificialisation des sols.

Le projet répond également aux objectifs du SRADDET Île-de-France et au cadre fixé par la loi Climat et Résilience, dans une perspective de maitrise du développement urbain et encadrement de la bétonisation des terres.

2.1.3. Historique des solutions de substitution raisonnables et comparaison avec le projet retenu

Dans le cadre de sa conception, différents scénarios et variantes ont été envisagées pour le projet.

❖ Protection et aménagement de la frange nord du site

Le traitement de la limite avec le faisceau ferroviaire a fait l'objet d'échanges afin d'aboutir à la conception d'une épaisseur nécessaire permettant de protéger la frange urbaine au nord du site.

Pour l'aménagement de la frange nord, le parti pris en matière de conception a notamment été le suivant :

- Augmenter la distance des logements aux voies ferrées afin d'améliorer le confort de vie des logements
- Réduire le nombre de logements au sein de cet ilot
- Repenser l'organisation des constructions et la répartition de la densité
- Constituer une rue animée avec commerces, services et équipements
- Limiter la place de la voiture

Ainsi, 3 évolutions stratégiques ont été consenties :

- Après analyse du recul des bâtiments par rapport au CDG Express, un bâtiment composé de 65 logements a été supprimé et a été repositionné sur les autres lots :
  - 25 logements au sein de l'ilot Parc
  - 40 logements au sein de l'ilot Cœur de Ville
- L'aménagement des formes urbaines de l'ilots Parc et Ilot des Enfants a été retravaillé pour se protéger des nuisances provenant de voies ferrées :
  - Rationaliser : aménager des ilots en forme de U afin de pouvoir permettre la restitution de l'ensemble des besoins sur les îlots nord sur une trame de 16 m de parking. Cette rationalisation peut être mise au service de l'optimisation de la pleine terre en cœurs d'îlots.
  - Fragmenter : ouvrir les ilots afin de démultiplier les vues et faire entrer l'air et la lumière
  - Se protéger : aménager un nouveau programme dédié à la mobilité en premier rang afin de protéger les logements et le groupe scolaire Aimé Césaire
  - Libérer : organiser les constructions pour libérer au maximum les cœurs d'ilots et aménager de la pleine terre
  - Travailler la ligne de ciel : gradiner vers le parc pour démultiplier les espaces extérieurs bien orientés (vues, soleil et acoustique)

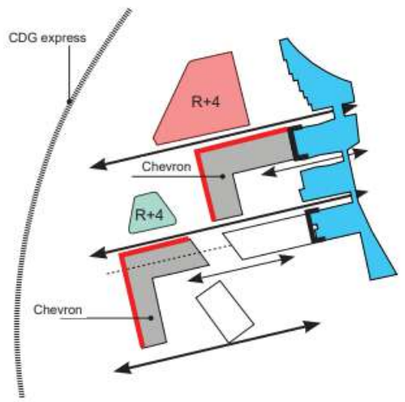


Figure 6 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange nord - D&A

- L'implantation d'une Centrale des Mobilités au Nord du site permet de :
  - Limiter la circulation au cœur du quartier
  - Libère la contrainte des ilots en matière d'aménagement dédié au stationnement au profit de rez-de-chaussée dédiés à des services et des commerces contribuant à animer les espaces publics

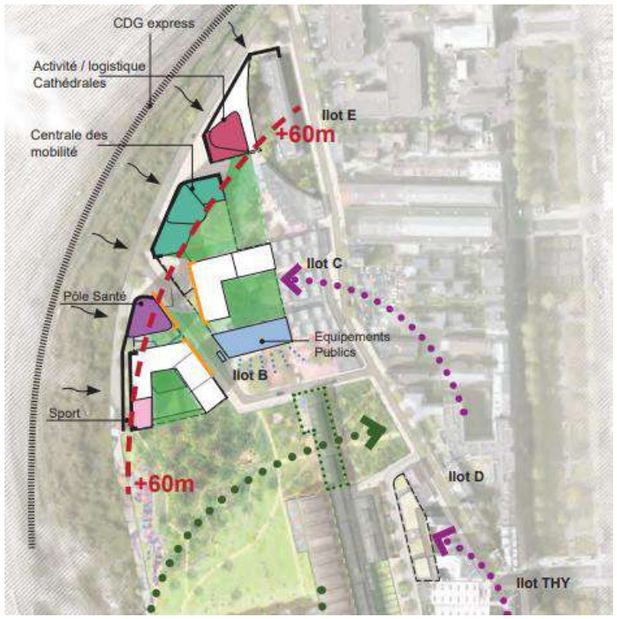


Figure 7 : Schéma de principe de l'aménagement de la frange Nord – D&A

❖ Bioclimatisque

Dans le cadre de la conception du plan masse du projet urbain des Cathédrales du Rail, plusieurs évolutions ont été réalisées à l'échelle des ilots à la suite de plusieurs études bioclimatiques et aérauliques. Ces études ont été réalisées afin de mettre au cœur du principe de conception la qualité de vie des habitants au regard de différents critères :

- ensoleillement (toiture, façade, espaces extérieurs)
- luminosité des façades
- dynamique des vents à hauteur d'homme

Ces études et ces échanges avec les concepteurs ont permis d'optimiser la conception des ilots. Ci-contre un exemple avec l'ilot Parc :

- Accès à la composante verticale du ciel

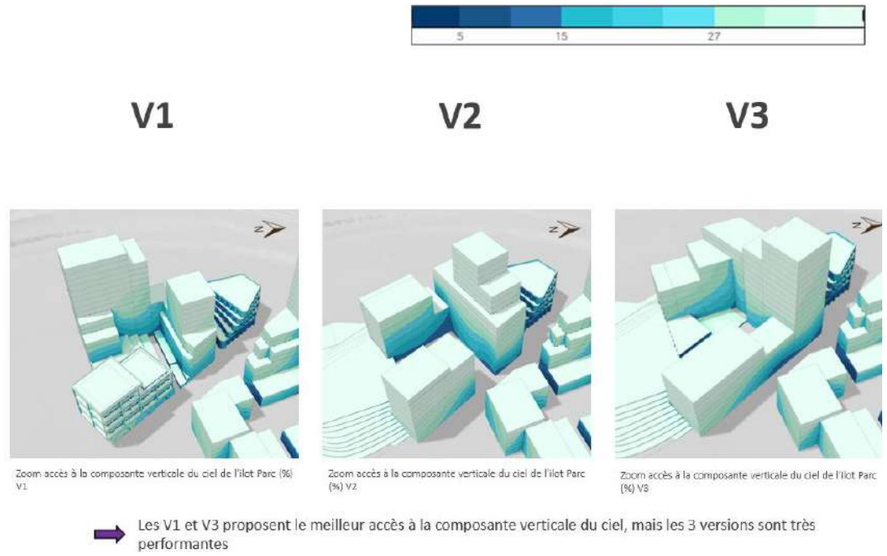


Figure 8 : Etudes de variantes - Accès à la composante verticale du ciel de l'Ilot Parc - TERAO - T

Ensoleillement – 21 décembre

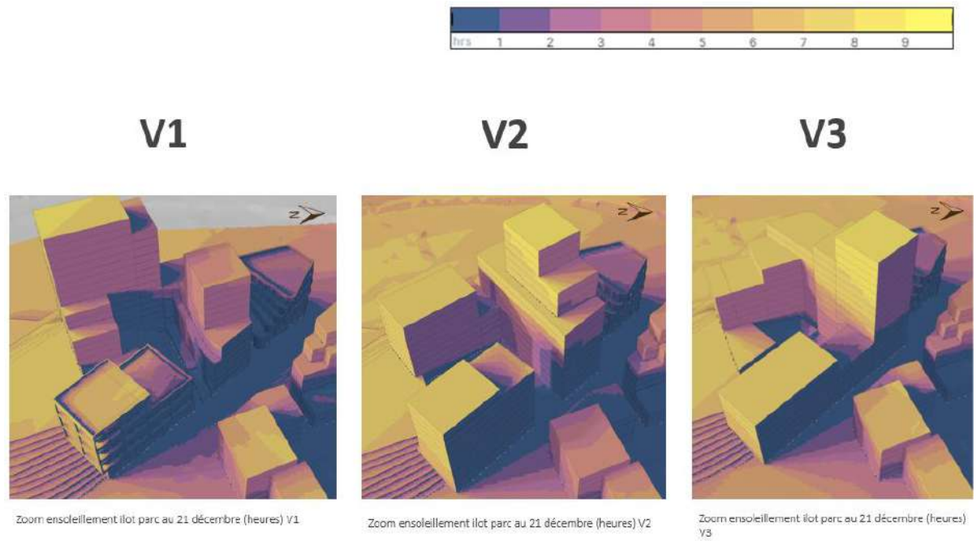


Figure 9 : Etudes de variantes - Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 décembre – TERAO

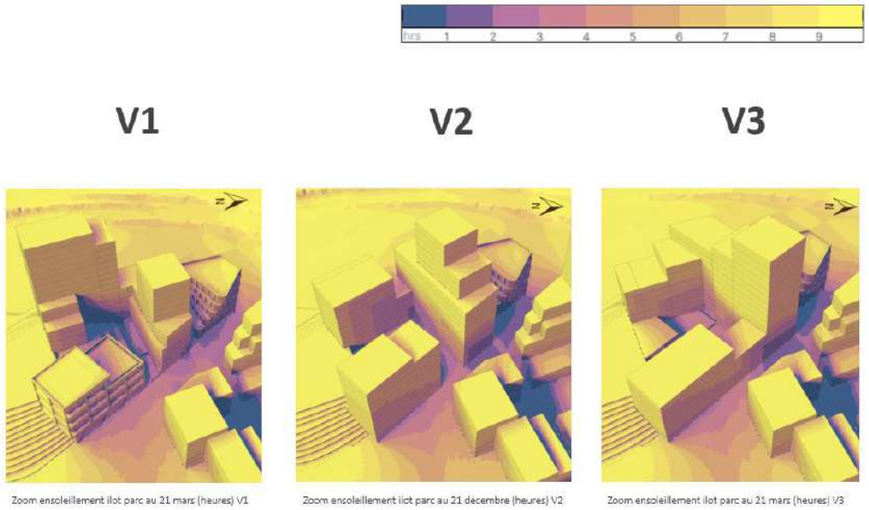


Figure 10 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'ilot Parc au 21 mars/septembre - TERAO

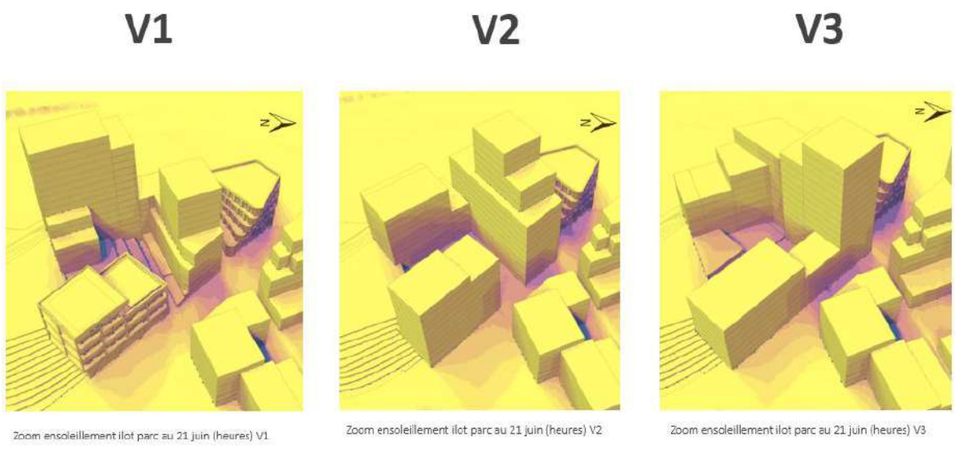


Figure 11 : Etude de variantes – Ensoleillement de l'Ilot Parc au 21 juin - TERAO

❖ Analyse acoustique

En lien avec les études bioclimatiques et aérauliques, les formes urbaines à l'échelle des ilots ont évolué visant la réduction des incidences sur l'environnement et la santé humaine. Le projet privilège les formes urbaines en « chevrons » qui démultiplient les linéaires de façades à « l'ombre » du bruit et qui réduisent les linéaires de dispositifs acoustiques lourds liés à la zone de freinage du CDGX. Ainsi, la disposition des formes architecturales permet de diminuer le bruit de 6 à 9 DB sur les façades nord, est et sud.

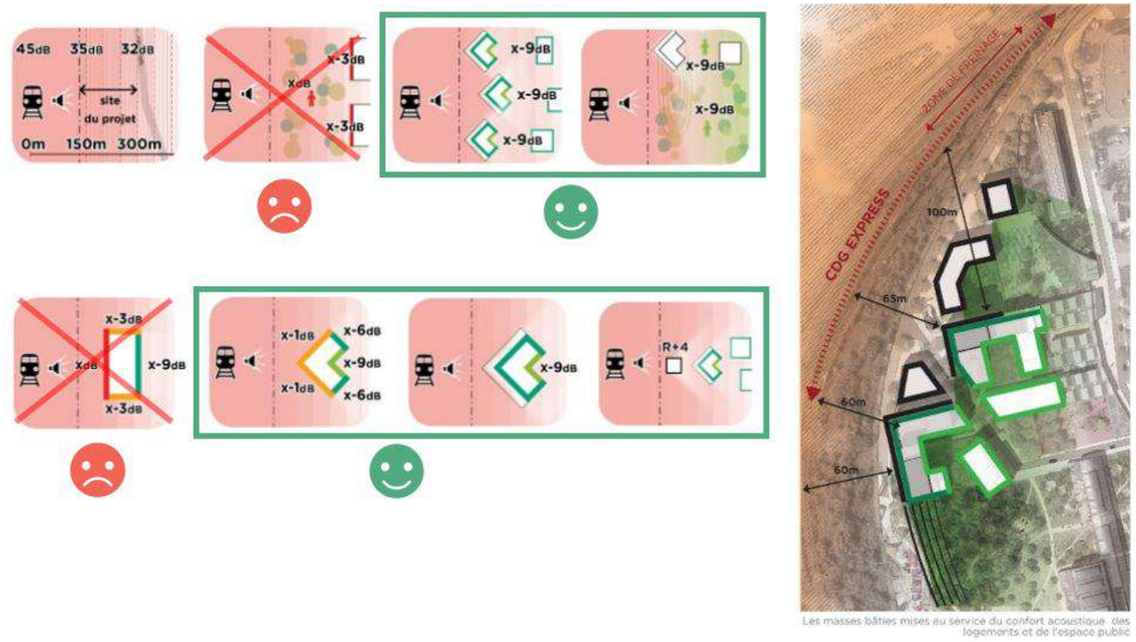


Figure 12 : Reduction d'incidences de bruits sur la vie du quartier

❖ Solutions acoustiques étudiées

Toujours dans l'objectif de réduire l'impact des infrastructures ferroviaires sur le projet, la mise en place d'un merlon a été modélisé le long du tracé du CDGx à une distance d'environ 20m du viaduc qui culmine lui à 8m de hauteur par rapport au sol. Il a été simulé à des hauteurs théoriques de 6m, 9m et 12m par rapport au sol. Pour chaque configuration les gains estimés par étage des façades directement exposées aux voies ferrées étaient les suivants :

Figure 13 : Gains moyens estimés par étage exposé aux voies ferrées, en fonction de la hauteur du merlon, Etude acoustique, Impédance, janvier 2026

Etage	Merlon 6m	Merlon 9m	Merlon 12m
Rdc	5 à 7 dB(A)	10 à 14 dB(A)	10 à 17 dB(A)
R+1	2 à 5 dB(A)	9 à12 dB(A)	11 à 16 dB(A)
R+2	1 dB(A)	7 à 9 dB(A)	10 à 12 dB(A)
R+3	0 dB(A)	2 à 5 dB(A)	4 à 9 dB(A)
R+4	0 dB(A)	0 à 2 dB(A)	3 à 6 dB(A)
R+5	0 dB(A)	0 à 1 dB(A)	2 à 5 dB(A)
R+6	0 dB(A)	0 dB(A)	2 dB(A)
R+7	0 dB(A)	0 dB(A)	1 à 2 dB(A)
R+8	0 dB(A)	0 dB(A)	1 dB(A)
R+9	0 dB(A)	0 dB(A)	1 dB(A)
R>9	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)

Gains moyens estimés par étage exposé aux voies ferrées, en fonction de la hauteur du merlon.

La configuration théorique de 12m permettrait d'avoir des gains sensibles jusqu'au R+6. Toutefois, ces résultats restent peut concluants. En effet, le viaduc du CDGx étant à 15m au-dessus du sol, l'impact du merlon est limité : il limite le bruit du RER B mais pas celui du CDGx,

Cette solution a donc été abandonnée compte-tenu du faible gain par rapport à son coût technico-économique.

❖ Aménagement du Chemin des Petits Cailloux

Depuis l'Avenue Wilson, le Chemin des Petits Cailloux constitue la voie d'accès aux Cathédrales du Rail, au groupe scolaire existant Niki de Saint-Phalle et à l'entreprise Une Pièce en Plus. Cette voie sera aménagée par Plaine Commune. Elle est à double sens mais en impasse. Unique accès pour la livraison du secteur culturel des Cathédrales, plusieurs scénarios ont été pensés pour optimiser la desserte de cet équipement culturel tout en maintenant un accès aisé au groupe scolaire et à Une Pièce en Plus.

Initialement, un rond-point avait été imaginé à l'extrémité du Chemin des Petits Cailloux.

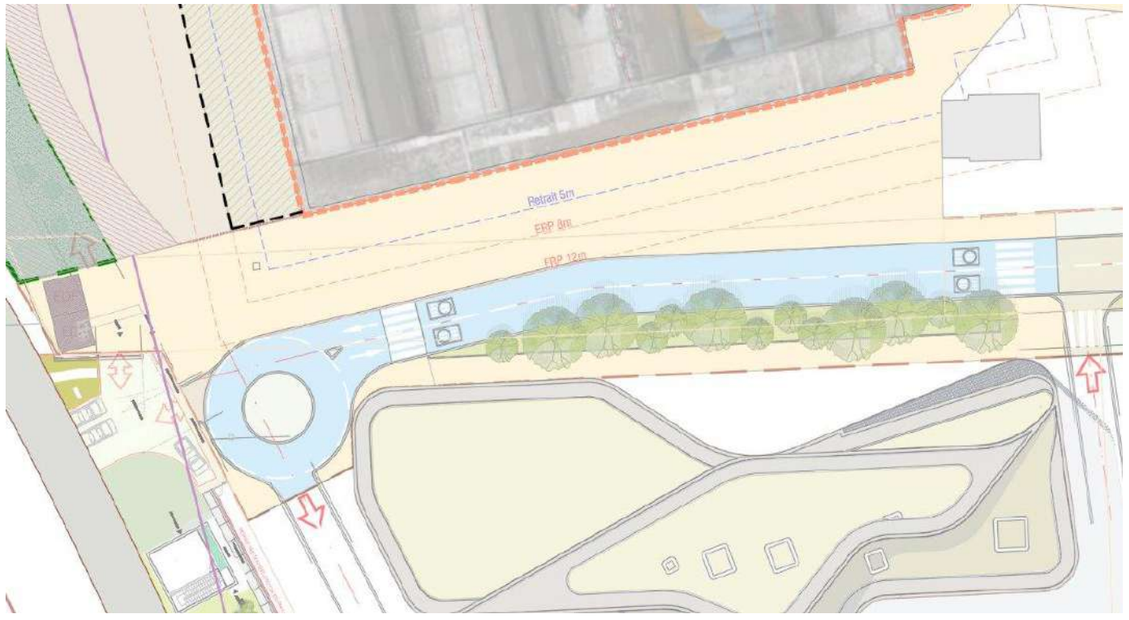


Figure 14 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Ancienne version – D&A

Finalement, il a été choisi et validé d'aménager un rond-point à l'interface entre le groupe scolaire et le lot Une Pièce en Plus et une zone de retournement derrière les Petites Cathédrales à proximité de la lisière et du Parc. Le reste du chemin des Petits Cailloux entre l'école Niki de Saint-Phalle et la petite halle est donc piétonnisé et aménagé pour des circulations douces, à l'exception de dessertes régulières et programmées pour les livraisons des halles et exceptionnelles pour les véhicules de secours.

La livraison est ainsi assurée par un accès via le Chemin des Petits Cailloux, accédant au parvis ouest de la petite cathédrale. Le retour se fait depuis le Chemin des Petits Cailloux. A ce titre le retournement des camions est étudié.

Figure 15 : Aménagement du Chemin des Petits Cailloux – Version du Plan Directeur – Janvier 2026 – D&A

2.1.4. Présentation des éléments du projet retenu

Le projet retenu prévoit la création de 650 logements associés à une résidence étudiante de 130 logements ainsi que l'aménagement de rez-de-chaussée actifs et une centrale des mobilités. Il accueillera un grand parc urbain public de 1,8 hectares, point de départ d'un projet de voie verte reliant le site à la gare des Mines et la porte de la Chapelle. Pièce paysagère centrale du projet, le parc se déploie comme un support de biodiversité, de multiples usages et comme un ilot de fraîcheur.

Afin de maintenir ces fondamentaux du projet urbain, le parc se décompose en 6 axes qui répondent également aux invariants techniques :

❖ Un parc d'un seul tenant

Conçus d'un seul tenant, il s'appuie sur des axes principaux pour assurer les continuités avec la ville (bien que clôturé et fermé la nuit) et s'inscrit en continuité des projets d'aménagement et du contexte en appuis. Les 4 axes principaux sont les suivants :

- L'axe Nord Sud en appui de la grande cathédrale permet de longer la grande cathédrale reliant ainsi le parvis de la petite cathédrale à l'accès nord en cœur de quartier. Il permet d'assurer le passage des pompiers, des gestionnaires du parc ainsi que des flux étendus de piétons.
- L'axe Nord Sud à l'ouest du parc connecte la rue du Bailly par la voie nouvelle jusqu'au Chemin des Petits Cailloux au niveau de l'école Niki de Saint Phalle. Cet accès est un accès piéton et cycle et permet également le passage règlementaire des pompiers, ainsi que des gestionnaires du parc.
- L'axe Est – Ouest qui traverse la nef de la grande Cathédrale correspond à la diffusion du parc sur le quartier.
- Déployé en escargot sur la butte, cet accès piétons et gestionnaires mène jusqu'au point haut en belvédère.

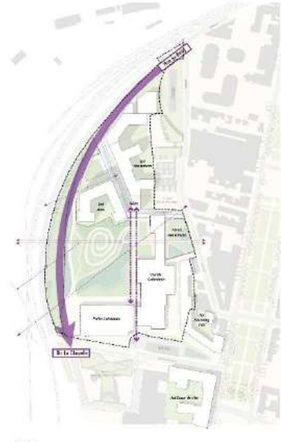


Figure 16 : Les axes majeurs de composition du parc

- La lisière de biodiversité

A l'est des voies ferrés, adossée au parc une réserve de biodiversité sur 0.5 ha reconstitue les milieux de la friche pour accueillir la faune et la flore recensées. Ce parc devient une pièce urbaine à part entière, il s'inscrit au cœur du quartier, où s'articule la programmation culturelle et habitante. La lisière de biodiversité fait l'objet de mesures d'évitement et de réduction liées au projet d'aménagement tel que convenu avec l'autorité environnementale. Elle sera maintenue inaccessible aux usagers. Seuls les gestionnaires peuvent avoir un accès ponctuel.

Bien que créée à proximité et non strictement in situ, cet espace a été considéré comme mesure de réduction par les services de l'État au regard de la forte dégradation du site d'implantation. L'objectif est non seulement de réduire directement les incidences, mais également de renforcer le niveau de fonctionnalité écologique, allant ainsi au-delà de la simple équivalence fonctionnelle visée à l'article L. 163-1 du Code de l'environnement. Ce sont 4 milieux types qui sont recréés, au sein desquels des zones d'habitats ponctuels sont créés :

  - prairie mésophile
  - prairie xerophile
  - haies et bosquets
  - gabions

La première phase de travaux de la lisière a été mise en œuvre durant l'hiver 2025-2026.

Figure 17 : Plan de maîtrise d'œuvre de la lisière de biodiversité selon les mesures ERC

- Les limites du parc

Les limites du parc s'appuient sur l'existant et s'adossent aux limites privées et éléments bâtis

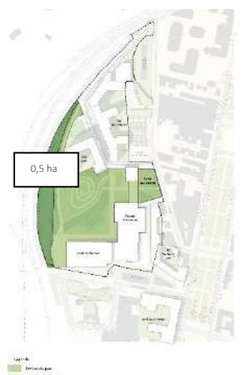


Figure 18 : Emprise du parc

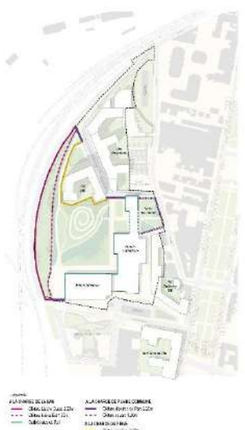


Figure 19 : Plan des limites du parc

- Accès du par cet livraisons

Le parc déploie des accès divers, dont les horaires s'adaptent selon les raisons :

  - Le parc est accessible aux piétons à chacune de ces entrées.
  - Un axe Nord-Sud vélo et piéton est en continuité d'une intention d'aménagement territoriale qui relie le Nord de Saint Denis jusqu'à La Chapelle à long terme. Cet axe est accessible par les vélos en permanence lors des horaires d'ouvertures du parc.
  - L'accès pompier est permanent. Cet axe constitue une voie échelle pour l'îlot parc. Les abords des Cathédrales sont également accessibles aux pompiers
  - Le gestionnaire du parc peut accéder à tout espace imperméabilisé dans le cadre de la gestion

L'équipement culturel des Cathédrales nécessite des livraisons pour alimenter sa programmation permanente comme évènementielle. Ces livraisons seront encadrées dans le cadre d'une convention selon des horaires spécifiques et se feront depuis le Chemin des Petits Cailloux.

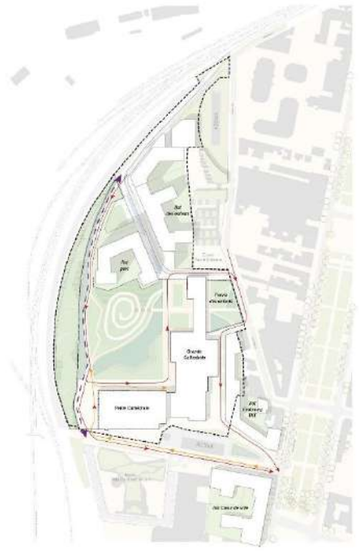


Figure 20 : Plan de synthèse des accès et livraisons sur le parc

- Une topographie affirmée par un équilibre de déblais - remblais

La conception du parc s'adosse à l'équilibre déblais - remblais du projet urbain. Ce réemploi des terres traitées directement sur site sans exportation est une ambition vertueuse.

Pour cela, le projet conçoit la mise en place d'une butte de 7m de hauteur en appui de l'îlot Parc. Son relief se poursuit sur l'îlot, confortant ce dernier comme étant intégré au parc. Assurant une continuité d'ambiance entre l'îlot privé et public, la butte offre un belvédère sur le parc. Cette butte accessible PMR, permet d'arpenter un sous-bois en découvrant petit à petit le paysage lointain du territoire dyonisien.

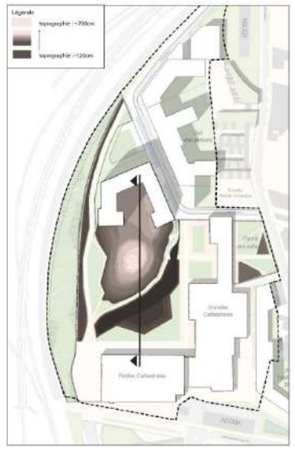


Figure 21 : Schéma du relief dans le parc

- **Encapsulage des terres traitées**

Les sols en place présentent un seuil de pollution qui nécessitent un traitement des terres pour atteindre les seuils acceptables dans le cadre du changement d'usage du site et de la réutilisation in situ des terres. Un volume des terres traitées sera donc encapsulé dans une géomembrane dans les sols du parc. Cette géomembrane ne pouvant être superposée à un ouvrage d'infiltration, est avant tout positionné sous des surfaces imperméables, assurant la portance donnée pour des accès pompiers, gestionnaires et de livraisons. De même, ces encapsulages ne peuvent être en contact avec les systèmes racinaires des arbres, leur positionnement induit ainsi un juste équilibre des ambiances et composition végétale du parc.

A ce jour, sont évaluées les emprises maximales nécessaires pour l'encapsulage des terres. Ces volumes seront affinés dans le cadre des études. Cet encapsulage positionné dans le parc, pourra être végétalisé sur sa surface supérieure, en fonction du projet du Parc porté par Plaine Commune.

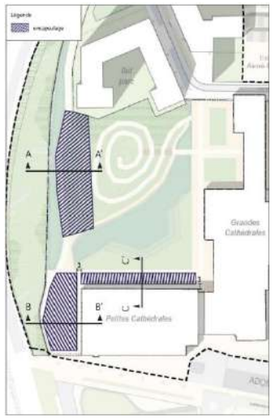


Figure 22 : Emprises maximales d'encapsulages dans le parc

- **Le parc comme réservoir des épisodes pluvieux**

Ce projet infiltre les eaux pluviales à ciel ouvert. Les ouvrages d'infiltrations des pluviales dans le parc sont dimensionnés pour accueillir les pluies décennales, trentennales et centennales. Les sous bassins versants convergent en direction du Parc, qui absorbent les eaux de pluies ruisselantes au travers des ouvrages. Ceux-ci sont dimensionnés pour communiquer entre eux, fonctionnant en engrenage les uns avec les autres. Véritables milieux du Parc, ils sont conçus pour fonctionner avec les usages programmés sans interférer l'ouverture du parc. C'est une gestion des eaux pluviales à l'échelle du quartier qui est mise en œuvre sur le parc.

Le nivellement de ces ouvrages, ainsi que le fonctionnement hydraulique sont dimensionnés conformément aux règlements du SDAGE et de Plaine Commune :

- infiltration avec zéro rejet jusqu'à la trentennale
- vidange en 48h en pleine terre
- sur les espaces publics, une maîtrise des risques avec les volumes des centennales intégrés au parc, maintenant les Cathédrales à sec.

Figure 23 : Ouvrages d'infiltration des EP

Validé par les maîtrises d'ouvrages, les toitures des Cathédrales (foncier privé) sont intégrées aux ouvrages d'infiltrations sur le parc (foncier public). Le reste des îlots privés doivent gérer les eaux pluviales à la parcelle.

- **Des milieux en lien avec les usages et le patrimoine existant**

Face aux enjeux climatiques et le besoin de Nature en ville, ce parc offre un espace de fraîcheur aux habitants. Déployé sous la forme de plusieurs ambiances végétales, l'objectif est notamment de :

  - Diversifier les milieux et les strates
  - Assurer les 70% d'espèces locales et indigènes
  - Conforter les espaces d'infiltrations
  - Constituer des espaces ouverts de prairie
  - Constituer un milieu forestier de fraîcheur
  - Conforter un milieu friche dédié à la biodiversité faune flore du site

Pour ce dernier point, le projet doit réserver 950 m² de réservoir de biodiversité sous la forme d'un milieu de haies et bosquets, en plus de la lisière de biodiversité non accessible au public. A l'interface avec l'îlot parc, ce milieu permet de garantir un espace dédié à la faune à distance des usagers tout en garantissant un espace tampon entre le public et le privé.

Des milieux en eau en lien avec les ouvrages d'infiltrations sont programmés pour assurer les besoins de fraîcheur grâce aux phénomènes d'évapotranspirations.

Figure 24 : Composition des milieux naturels

2.2. Aménagement de la lisière de biodiversité

A l'état existant, la friche ferroviaire des Cathédrales du Rail, désaffectée depuis 25 ans, se compose d'un milieu d'espaces ouverts et de fourrés arbustifs. Ce contexte a favorisé une dynamique de réenfrichement progressif marqué par une recolonisation spontanée à dominante arbustive, quasi exclusivement composée d'espèces exotiques envahissantes. En parallèle, on y rencontre également la présence de plusieurs espèces à enjeu dont la Drave des Murailles – *Draba muralis L.*, espèce protégée à fort enjeu.

Pour l'aménagement du projet et l'accès au terrain dans ce contexte écologique et fonctionnel, le projet prévoit une phase de défrichement de végétation opportuniste issue d'une dynamique de friche post-industrielle ; phase qui s'inscrit dans les objectifs de la stratégie nationale de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Ces opérations permettent d'aménager de manière anticipée une zone de biodiversité localisée en continuité fonctionnelle immédiate du site d'étude du permis d'aménagement. Elles constituent des mesures de réduction et se font en amont des travaux d'aménagement du permis d'aménager. La première phase de travaux a été réalisée entre décembre 2025 et février 2026 et permet de reconstituer l'ensemble des habitats impactés. La seconde phase déroulera à partir du T3 2027 après l'acquisition des terrains. Une ultime phase de réalisation d'un complément de prairie et de buissons sera réalisée lors des travaux d'aménagement du parc.

Bien que créée à proximité et non strictement in situ, cette zone a été considérée comme mesure de réduction par les services de l'État au regard de la forte dégradation du site d'implantation. En effet, l'ensemble des typologies d'habitat y sont recréés avant de porter atteinte aux habitats identifiés par l'étude faune-flore 4 saisons de BIOCOR.

2.3. Délimitation des responsabilités des maîtrises d'ouvrage

Dans le cadre du Permis d'Aménager, la SAS réalise :

- la voie de desserte des ilots nord
- Au sein du parc : les travaux nécessaires à la réalisation du projet d'aménagement : la lisière de biodiversité, la dépollution, les nivellements, les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales, les encapsulages
- la structure de la voie Nord- Sud qui traverse le parc à l'ouest (hors finitions)
- la structure de voie des parvis en cœur de parc (hors finitions)
- Les parvis sud et est des Cathédrales
- Sous l'ensemble de ces espaces, les réseaux nécessaires.

Au sein du périmètre du permis d'aménager, Plaine Commune réalisera sous sa maitrise d'ouvrage les travaux de revêtements qualitatifs, de finition, de plantation du parc et d'équipement du parc. Pour ce faire Plaine Commune déposera son propre permis d'aménager précisant ces travaux.

Le parc fera l'objet d'un second Permis d'Aménager porté par Plaine Commune dans une seconde phase.

Au-delà du permis d'aménager, Plaine Commune prévoit de requalifier la rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux bordant le périmètre du permis d'aménager.

La ville de Saint-Denis réalisera également des travaux d'extension de la cour d'école du groupe scolaire Aimé Césaire.

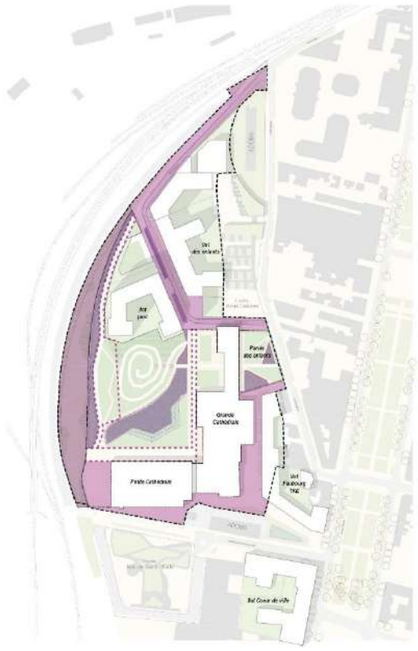


Figure 25 : Plan des Maîtrises d'ouvrage du parc sous la SAS des Cathédrales du Rail

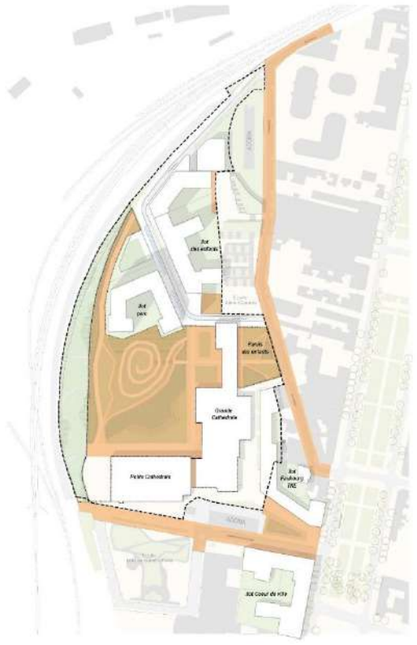


Figure 26 : Plan des Maîtrises d'ouvrage du parc sous Plaine Commune

2.4. Vulnérabilité du projet aux changements climatiques et aux catastrophes majeurs

Dans un contexte de dérèglement climatique croissant, la compréhension des notions d'adaptation et de résilience est devenue essentielle pour orienter les choix d'aménagement du territoire. L'étude de résilience permet d'anticiper les impacts des aléas climatiques physiques — dont la fréquence et l'intensité augmentent sous l'effet du changement climatique — et d'y répondre de manière stratégique. TERAO a réalisé une étude de résilience pour le projet des Cathédrales du Rail 2025. L'étude s'appuie principalement sur des données extraites du portail DRIAS et sur les premières analyses du GREC francilien.

2.4.1. Evaluation de l'exposition du projet face aux aléas climatiques retenus

Pour l'évaluation de l'exposition du projet, nous évaluons l'ampleur des aléas naturels auxquels le projet devra faire face, ainsi que la probabilité d'occurrence de ces aléas. Cette évaluation passe par :

- Une analyse de l'**exposition actuelle**, en s'appuyant sur différentes ressources telles que des cartographies et des documents réglementaires.
- Une analyse de l'**exposition future** en s'appuyant sur des indicateurs prospectifs disponibles sur la plateforme DRIAS.
  Nous avons étudié les projections à **horizon moyen (2041-2070**), prenant ainsi en compte les projections des trente prochaines années, dans un scénario pessimiste avec des émissions de GES très élevées (**RCP8.5**).

3 niveaux d'exposition sont possibles par aléa : Faible, Moyen et Fort.

Evaluation de l'exposition		
Thèmes	**Aléas**	**Niveau d'exposition**
Aléas liés à la température	Vague de chaleur	**Fort**
	Vague de froid	**Faible**
	Feu de forêt	**Faible**
Aléas liés au vent	Tempête	**Faible**
	Tornade	**Moyen**
Aléas liés à l'eau	Retrait-gonflement des argiles	**Moyen**
	Débordement de cours d'eau	**Faible**
	Remontée de nappe	**Faible**
	Ruissellement	**Moyen**
Aléas liés aux masses solides	Erosion des sols (hors côtière)	**Faible**
	Glissement de terrain	**Moyen**
	Affaissement et effondrement	**Fort**

Figure 27 : Synthèse de l'exposition du site aux aléas climatiques naturels - TERAO

2.4.2. Sensibilité du projet d'aménagement face aux aléas climatiques

L'évaluation de la sensibilité du projet d'aménagement est réalisée seulement sur les aléas ayant un niveau d'exposition supérieur à Faible. Elle prend en compte les caractéristiques des bâtiments (présence de sous-sol, matériaux utilisés…), les caractéristiques de l'environnement du bâtiment (imperméabilisation, végétation, terrain en pente…), l'usage des bâtiments et le profil des usagers du quartier.

Aléas	Niveau de sensibilité	Justifications des forces du projet	Justifications des faiblesses du projet
Vague de chaleur	Fort	Les espaces extérieurs sont végétalisés et arborés Les couleurs de façade seront claires et permettront la réflexion. Bâtiments neufs avec du double vitrage voire triple vitrage et un niveau RE. L'inertie des bâtiments est supposée moyenne. Logements traversant	Les bâtiments ne sont pas climatisés. Absence d'informations sur le traitement solaire des vitrages et la mise en place de protection solaire. Le projet présente des surfaces d'espaces publics encore soumises fortement à l'ensoleillement (parvis des cathédrales par exemple) et le choix des revêtements n'est pas encore défini.
Phénomène de vent	Moyen		Des bâtiments assez hauts Des arbres assez hauts sont présents à proximité immédiate des bâtiments. Absence d'information sur la protection des ouvertures, des équipes, des façades, etc.
RGA	Faible	Un géotechnicien a été consulté Les bâtiments seront hauts et avec des sous-sols, ils sont donc peu impactés par ce risque	
Remontée de nappe	Faible	L'assainissement pluvial sera essentiellement basé sur la gestion intégrée des eaux pluviales pour respecter les écoulements naturels ; stocker l'eau au plus proche du lieu de précipitation ; favoriser l'infiltration naturelle et/ou le débit régulé et veiller à la prise en compte des épisodes pluvieux exceptionnels ou à la répétition d'épisodes pluvieux. Le niveau de la nappe est situé à environ 6m à 8m de profondeur et le projet prévoit au maximum 2 niveaux de sous-sol uniquement sur l'ilot cœur de ville.	
Ruissellement	Moyen	Stockage des eaux pluviales sur les parcelles publiques et privés. Création des jardins de pluie.	Sol argileux et peu perméable.
Mouvement de terrain	Faible	Une étude spécifique sur la problématique du gypse a été réalisée, elle indique que la majorité de ces sondages montre un bon état de conservation des niveaux gypseux, à l'exception de 4 sondages dont deux localisés au nord de la ZAC (SD102 et SD104) et les deux autres au sud (SD122 et SD125). Des recommandations sont dictées dans les mesures.	

Figure 28 : Synthèse de la sensibilité du site aux aléas climatiques naturels - TERAO

2.4.3. Evaluation de la vulnérabilité du projet d'aménagement face aux aléas climatiques

Enfin, la vulnérabilité désigne le degré auquel le projet et ses occupants sont affectés par les effets des aléas climatiques. Elle correspond au croisement entre les conclusions de l'exposition et de la sensibilité du projet d'aménagement.

Evaluation de la vulnérabilité		
Thèmes	**Aléas**	**Niveau de vulnérabilité**
Aléas liés à la température	Vague de chaleur	**Très fort**
	Vague de froid	**Faible**
Aléas liés au vent	Phénomène liés au vent	**Moyen**
Aléas liés à l'eau	Retrait-gonflement des argiles	**Faible**
	Débordement de cours d'eau	**Très faible**
	Remontée de nappe	**Faible**
	Ruissellement	**Moyen**
Aléas liés aux masses solides	Erosion des sols (hors côtière)	**Très faible**
	Mouvement de terrain	**Moyen**

Figure 29 : Synthèse de la vulnérabilité du projet aux aléas climatiques naturels - TERAO

Au regard de la vulnérabilité du projet face à certains aléas climatiques, des mesures sont proposées dans le chapitre ah doc.

Aléas	Niveau d'exposition	Justifications	Mesures /stratégies de réduction des risques	Vulnérabilité du projet après mesures
ICPE et site SEVESO	Faible	Le site d'étude est inscrit dans un contexte avec des nombreuses ICPE situées toutefois à plus de 1 km du site, mais sans installation SEVESO.	-	Faible
Installations nucléaires	Faible	Le site est à 14 km environ du CEA (Commissariat de l'Energie Atomique) de Fontenay-aux-Roses, mais ce site est en cours de démantèlement depuis 1999 pour se consacrer uniquement à la recherche et à l'innovation.	-	Faible
Etablissement déclarant des rejets de polluants	Faible	5 installations industrielles rejetant des polluants dans la commune. A 550m à l'est du projet. Cependant, au vu de l'écoulement hydraulique de la nappe s'effectuant vers l'extérieur du site d'après les études hydro géotechniques déjà effectuées, ces installations sont peu susceptibles d'exercer une influence sur la zone d'étude dans le cas d'une contamination des sols et/ou de la nappe, bien qu'ils pourraient contaminer leur entourage extérieur.	-	Faible
Transport de matières dangereuses	Faible	Le site n'est pas traversé par une canalisation de matière dangereuse, bien qu'une conduite passe à 190m à l'Est. Le projet est à distance de la voie ferrée et globalement à distance de l'avenue du président Wilson sauf pour le cœur de Ville.	-	Faible
Pollution des sols par des sites industriels	Fort	Le périmètre opérationnel est concerné par un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics (BASOL). Il a fait l'objet d'études de sol appelant à appliquer des dispositions spécifiques pour rendre son usage compatible à son environnement.	La gestion des terres pollués sera assuré sur site selon leurs seuils de pollution : • Les terres inertes de type I, conforment aux seuils inertes, seront réutilisées au droit du projet sans prescriptions particulière pour un usage récréatif (hors cultures de végétaux comestibles) ; • Les terres de type II, conformes aux seuils de réhabilitation, seront réutilisées au droit du site avec un simple recouvrement par 50 cm de terre inerte et sous voirie si leurs propriétés mécaniques le permettent • Les terres non inertes de type III, dépassant les seuils de réhabilitation, seront dépolluées sur site par biopile et une fois l'atteinte des seuils définis dans le plan de gestion ces terres deviendront des terres de type II et pourront être remblayées. • Les terres non inertes de type IV, dépassant les seuils de réhabilitation et ne pouvant pas être traitées en biopile, seront encapsulées dans deux alvéoles d'environ 4 000 m² prévues à cet effet.	Faible
Pollution par pyrotechnie	Fort	Lors de la deuxième guerre mondiale, des bombardements ont eu lieu au droit du site et à proximité de l'emprise de notre projet. Depuis, différentes parties du site ont subi plusieurs phases de réaménagement (démolition, construction, extension) au fil des années. Toutefois, le site reste dans une zone à risque pyrotechnique avéré, en raison d'un bombardement lors de la seconde guerre. En effet, d'après l'étude de risque réalisé par ELENKHOS en novembre 2019, des engins de guerre (bombes) seraient présents au droit du site.	Mesures à mettre en œuvre leur du chantier	Modéré
Amiante	Nul			Nul

Figure 30 : Vulnérabilité du projet aux risques anthropiques - TERAO

3. ETAT INITIAL DU SITE, INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES

3.1. Milieu physique

3.1.1. Topographie et géologie

❖ Etat initial

La topographie du territoire de Plaine Commune est marquée par la présence de la Seine qui longe la partie Ouest du territoire, créant un relief de plaine alluviale à des altitudes peu perceptibles, s'élevant légèrement au Nord vers une zones de buttes caractéristique de la vallée de la Seine. Les variations topographiques sont limitées, avec des maximales à moins de 170 m d'altitude au Nord et une zone centrale avec les anciens affluents de la Seine à des hauteurs d'environ 20 à 30m, soit des hauteurs assez faibles.

Le terrain dédié au projet présente des cotes altimétriques entre 38,1 et 35,7 NGF, soit un dénivelé de 2,4m entre les points hauts et bas du site. Un talus de gravats est présent dans la partie sud-ouest du site, atteignant 41,3 NGF à son sommet. Le site est donc globalement assez plat à l'exception de ce monticule.

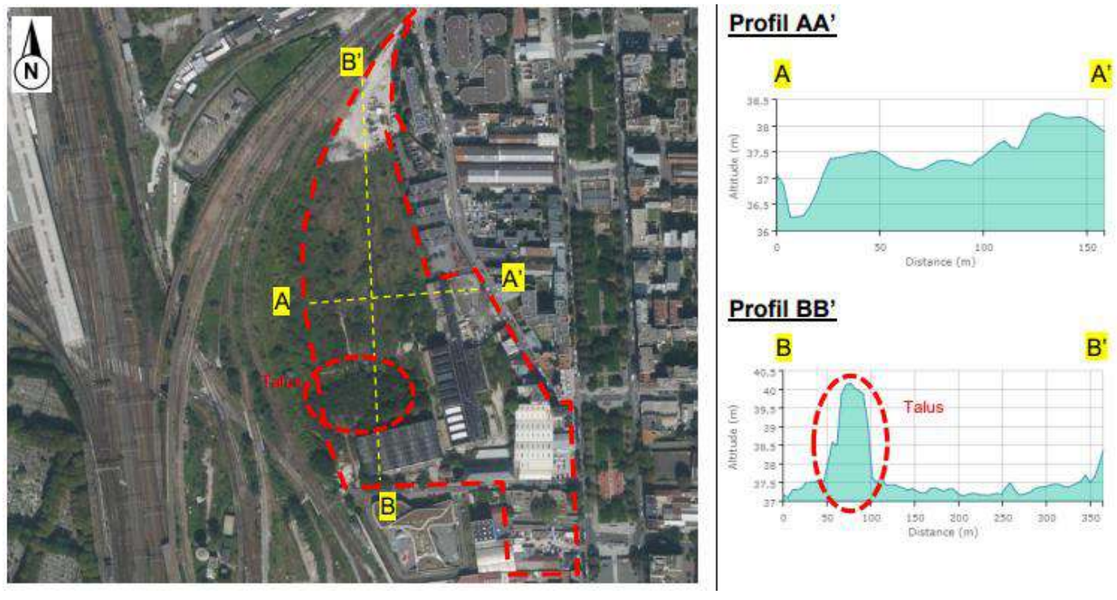


Figure 31 : Profils altimétriques au droit de la parcelle étudiée - Géoportail, ATLAS Géotechnique, Etude G2 AVP - Juin 2024

Plusieurs diagnostics environnementaux ont été réalisés par l'entreprise TESORA entre 2016 et 2019 sous maîtrise d'ouvrage de la SCNF.

TESORA a caractérisé le volume correspondant au talus comme suit

- Environ 1/3 du merlon est constitué de fraction grossière pouvant être géré autrement que par évacuation en filière (DIB, recyclage, réutilisé sur site ou géré avec les déchets béton provenant de la démolition du site).
- 2/3 du merlon est constitué de terre pouvant être réutilisées sur place sans traitement car ne présentant pas de dépassement sur des paramètres organiques (seulement lixiviats).

Des études géotechniques (G1 Préconisation Générale de Construction, G2 AVP, G5 de perméabilité et dissolution du gypse réalisé) ont réalisées par ATLAS Géotechniques en 2024 et 2025. Elles ont permis de documenter le contexte géologique du site et les risques naturels recensés.

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous 15cm de pavé bitumineux ou 10 cm de dalle de béton la coupe lithologique suivante :

- De 0,1/0,15m à 0,5/2,5m de profondeur /TN : des remblais, sablo-argileux à sablo-graveleux à cailloux et débris divers (béton, ferraille, bois, morceaux de brique et de verre, plastique, géotextile…etc.).
- Jusqu'à 3,1/5,6m de profondeur : des marnes et sables infragypseux ont été observés, constitués de marne légèrement argileuse.
- Jusqu'à 12,0/14,2m de profondeur, le Calcaire de Saint Ouen a été traversé sous forme de marne et calcaire, refermant des bancs et/ou blocs ultra-indurés de calcaire et/ou gypse
- Jusqu'à 32,0/34,5m soit 5,5/2,2 NGF, des sables de Beauchamp ont été mis en évidence. Ce sont des sables gris à passées argileuse, pouvant refermer des blocs et / ou bancs gréseux ou gypseux.
- Jusqu'à 46,0/47,5m de profondeur, les Marnes et caillasses ont été rencontrées sous forme de marne calcaire.

Ainsi,

- Le sol est constitué de plusieurs couches lithologiques aux propriétés variables, notamment de remblais contenant des débris divers et de marnes et sables infragypseux. Du fait des remblais, des surépaisseurs peuvent apparaître à différents endroits du site.
- Les caractéristiques mécaniques sont très hétérogènes entre 0 et 3,0 m de profondeur sur le site, avec des remblais très peu compacts opposés à des zones à compacité élevée
- Les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau (classe A1 B1 B2 selon norme NFP11-300), tandis que les remblais sont de classe B1 et B2 selon la norme NFP11-300
- Les sols ont des teneurs en sulfates faibles à moyennes. Ils sont d'agressivité chimique faible à modérée vis-à-vis du béton, soit des environnements qualifiés de XA1 à XA2. La teneur en matière organique est de 2,1% à 5,6% avec une mesure élevée au droit du PM14 de 19,4%, qui pourrait indiquer la présence de morceaux de bois
- Les sols issus des marnes et sables infragypseux sont réutilisables sous réserve de traitement à la chaux et de vérification.
- les sols superficiels peuvent être classés comme peu perméables selon la classification Mabillot « forage d'eau » et de perméabilité faible selon la classification Philipponnat « fondations et ouvrages en terre »
- le niveau de la nappe de l'Eocène Supérieur, baignant le Calcaire de Saint-Ouen, a été mesuré entre 6,0 et 8,1 m de profondeur

Par conséquent, le site est soumis à un risque moyen de retrait-gonflement des sols argileux, et à une zone à risque de dissolution de gypse antéludien. Ces risques ont pour conséquence d'engendrer des risques des effondrements,

des fissurations des structures, des distorsions des portes et des fenêtres, un décollement des bâtiments annexes, une dislocation des dallages et des cloisons, une rupture des canalisations enterrées, etc.

❖ Projet

La prévention des risques en matière de retrait-gonflement des sols argileux n'interdit pas la constructibilité d'un terrain mais implique des règles de construction et de prévention à adapter en fonction de la nature du sol rencontré et du type de bâti.

Les travaux de terrassement seront réalisés dans des remblais hétérogènes de sable fin et caillouteux, couvrant des couches plus profondes de marnes et sables infragypseux, calcaire de Saint-Ouen, sables de Beauchamp. Ils devraient donc pouvoir être réalisés avec des moyens classiques de terrassement et nécessiter éventuellement des engins spécifiques dans le cas de rencontre d'éléments enterrés ou vestiges d'anciennes constructions

L'objectif de la SAS des Cathédrales du Rail est d'optimiser la gestion des terres du site. Ainsi, le potentiel réemploi de terres (par exemple au niveau de la butte paysagère) sera étudié en fonction de l'état sanitaire des sols et de la compatibilité des usages. Le nivellement du projet cherchera à s'adapter au maximum au terrain, pour minimiser les déblais/ remblais, et pour drainer les eaux pluviales de manière gravitaire. Ce nivellement sera travaillé de telle sorte à que les fonds d'ouvrage soient positionnés le plus haut possible.

Au vu des contraintes du sol argileux et des connaissances en matière d'agressivité des sols, il est prévu :

- Fondations – Bâtiments en sous-sol : des fondations superficielles de type semelles isolées et/ou massifs, descendues au-delà des Remblais, et ancrées dans les marnes légèrement argileuses (*Marnes* et *Sables Infragypseux*) et/ou les marne et calcaire (*Calcaire de Saint Ouen*)
- Fondations – Bâtiments sur sous-sol :
  - un système de fondations superficielles de type semelles filantes et/ou isolées, ancrées dans les marnes (*Marnes* et *Sables Infragypseux*) et/ou les marne et calcaire (*Calcaire de Saint Ouen*), au-delà du fond de fouille.
  - un renforcement du système de fondation (semelles filantes renforcées comme des poutres et semelles isolées reliées par des longrines), afin que la structure ait un comportement monolithique qui lui permet de s'opposer à toute déformation éventuelle du sol.
  - En cas de descentes des charges élevées, un mode de fondations profondes de type pieux, descendus au-delà des *Remblais*, des *Marnes* et *Sables Infragypseux* et du *Calcaire de Saint Ouen*.
  - L'usage d'un béton adapté à milieu de type XA3
- Niveaux bas :
  - Bâtiments sans sous-sol (Ilot des Enfants) : le niveau bas devra être de type plancher porté par les fondations pour des charges inférieurs ou égales à 500 kg/m². Il pourra être coulé en place.
  - Bâtiments avec un niveau de sous-sol (Ilot Par cet Cœur de VIlle) : le niveau bas du R-1 pourra être de type dallage sur terre-plein, réalisé sur une couche de frome, en matériaux granulaires et insensibles à l'eau.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME
IMPACT NEGATIF SUR LA TOPOGRAPHIE ET PRODUCTION DE DEBLAIS SUR LA PHASE CHANTIER	MODERE	DIRECT / PERMANENT / COURT TERME

L'opération aura un impact sur la structure géologique superficielle du site dans la mesure où les terrains feront l'objet de terrassements et d'un nivellement par remblai de terre végétale.

Le projet de terrassement devra prendre en compte les carte de profils existants (présence d'un talus) et projetés (en lien avec la stratégie de gestion des eaux pluviales et d'aménagement de la butte paysagère à réaliser par Plaine Commune) et les cartes des épaisseurs des différents matériaux pédologiques présents sur site, par des itinéraires adaptés de décapage, d'excavation et de stockage des terres dans des conditions météorologique favorable, qui dépendront principalement du calendrier de travaux. Le réemploi des terres du site sera à valider en fonction d'études ultérieures.

❖ Mesures ERC associées

Pour cadrer les bonnes pratiques et ainsi, éviter la diffusion de pollution dans les sols et les eaux et protéger les compagnons, une Charte Chantier à Faibles impact environnemental sera rédigée et appliquer à l'ensemble des chantiers du projet urbain.

- **Adapter les méthodes d'exécution des travaux de construction aux contraintes de sol (04.C.R.07).** Elles devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 (confiée par l'entreprise) ou G4 (confiée par le Maître d'ouvrage) selon la norme NF P94-500
- **Adapter les règles de construction et de prévention aux endroits présentant un risque avéré de dissolution de gypse antéludien (04.C.R.08).** Au droit des Lots concernés par les sondages présentant des anomalies : prévoir des travaux de confortation des sols par injection
- **Réaliser les travaux de terrassement en période favorable (période climatique sèche ou de faible précipitation) (04.C.R.10)**
- **Viser l'équilibre déblais / remblais en lien avec les travaux de dépollution notamment (04.C.R.11)**
- **Mettre en place des solutions d'optimisation de la gestion des déblais (04.C.R.12)**
  - réalisation d'un tri et un criblage des matériaux au moment des travaux d'excavation ;
  - réutilisation au maximum les déblais d'excavation en remblais sur site (contre-voile, sous voirie, dans les zones de pleine terre...), sous réserve de l'absence de risque sanitaire et d'une validation géotechnique.
- **Valoriser les déblais hors site (04.C.R.13).** Une approche complémentaire sera réalisée par des analyses techniques
- **Orienter les terres présentant des dépassements aux valeurs limites et donc qui ne seront pas acceptées en installations de stockages de déchets inertes (ISDI) vers des filières spécifiques 04.C.R.14)**
- **Lancer des études complémentaires pour une connaissance plus approfondie du site compte tenu de la superficie importante du terrain (04.C.A.03).** Des études complémentaires de type G2AVP/PRO, réalisées par les maitres d'ouvrage pour leurs lots respectifs (ou G3 à la charge de l'entreprise) devra impérativement être lancée afin de veiller à ne pas déstabiliser les éventuelles fondations des ouvrages mitoyens à l'Est et au Sud. Si nécessaire, il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

- **Adapter la construction au phénomène RGA (02.E.R.01 -** La mise en œuvre de chaînages horizontaux et verticaux, ainsi que la pose de linteaux au-dessus des ouvertures permettent de minimiser les désordres sur la structure du bâtiment en le rigidifiant.

3.1.2. Pollution des sols et eaux souterraines

❖ Etat initial

Du fait de son passé industriel, l'état de pollution du site a été surveillé par SNCF dans les années suivants la cessation d'activité, ce qui a conduit la SNCF à commander plusieurs études sur les terrains lui appartenant :

- TESORA a été mandatée pour effectuer une Etude historique et de vulnérabilité en septembre 2015 et sa révision en mars 2016, un Diagnostic environnemental en janvier 2016, un autre en septembre 2018, ainsi qu'un Diagnostic de pollution du sous-sol complémentaire en avril 2019 et une Analyse des enjeux sanitaires (DIAG) en mai 2019.
- de nouvelles études géotechniques et de pollution ont été réalisées par VALGO, mandatées par la SAS sur l'ensemble du site, afin de définir les traitements à appliquer aux sols et leur état actuel

A ce stade, il a été identifié :

- La pollution suivante dans les sols :
  - Au droit de la zone en friche du site actuel : des impacts résiduels ainsi que des zones non dépolluées expliquent la présence d'un bruit de fond en hydrocarbures (HCT/HAP) observé au droit de l'ensemble de la zone.
  - Au droit de la Petite Cathédrale : une source de pollution est localisée au droit d'une ancienne fosse de récupération et de stockage des huiles et des produit chimiques présente en bordure sud-ouest. Elle est caractérisée par la présence de concentrations importantes en composés organohalogénés volatils (COHV jusqu'à 22 mg/kg - TCE et PCE) et ponctuellement en HCT (jusqu'à 2 700 mg/kg) dans les sols.
  - Au droit de la Grande Cathédrale : une source de pollution est caractérisée par des concentrations importantes en HCT en surface dans les remblais et dans une moindre mesure dans le terrain naturel. VALGO a considéré une surface impactée de 100 m² sur 7 m de profondeur.
- **La pollution dans les gaz de sol**, au droit des 2 Cathédrales : des teneurs significatives en solvants chlorés ont été mesurées au droit de la Petite Cathédrale. Un impact notable est présent dans les grandes cathédrales en TCE.
- **Pollution dans les eaux souterraines** :
  - Au droit de la friche : un bruit de fond en solvants chlorés (COHV) est observé au droit de l'ensemble des piézomètres implantés sur le site (10-100 µg/L). Ses teneurs modérées en hydrocarbures (HCT) sont observées
  - Au droit de la Petite Cathédrales : un impact en solvants chlorés (de l'ordre de COHV < 2 900 µg/L) est observé au sud-ouest des Petites Cathédrales. On observe une stabilisation des concentrations.

❖ Projet

L'entreprise VALGO, en charge de la stratégie et application de la dépollution du site, a rédigé un mémoire technique présentant notamment 8 mesures spécifiques. Celles-ci seront confirmées au fut et à mesure de la connaissance plus précise sur la pollution du site (étude en cours).

Les travaux de terrassement concernent le creusement pour l'application du plan de gestion de dépollution des terres, les fondations et la construction des parkings souterrains. Pour les travaux de dépollution des sols, le zonage de chantier prévoira l'aménagement et l'identification d'une zone rouge : zones polluées avant et pendant excavation des terres contaminées ; zone de stockage des terres polluées. Elle sera a priori située à l'entrée du chantier chemin des petits cailloux, au Sud des cathédrales.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT POSITIF SUR LA POLLUTION DES SOLS	FORT	DIRECT / TEMPORAIRE / LONG TERME

En l'état actuel, le site étant fermé, aucune cible n'a été considérée. En phase projet, les cibles seront les futurs résidents du site ainsi que les visiteurs du parc ou des Cathédrales du Rail, les usagers des commerces, équipements, services. Les voies d'exposition potentielles des cibles du site sont présentées ci-dessous : la voie d'exposition par inhalation est retenue en raison de la présence de composés potentiellement volatils dans les sols et dans la nappe phréatique.

❖ Mesures ERC associées

Pour cadrer les bonnes pratiques et ainsi, éviter la diffusion de pollution dans les sols et les eaux et protéger les compagnons, une Charte Chantier à Faibles impact environnemental sera rédigée et appliquer à l'ensemble des chantiers du projet urbain.

- **Eviter toute possibilité de contact direct prolongé avec les terres contaminées laissées en place (04.C.E.01).** Envisager de simples mesures de gestion afin d'annuler tout risque sanitaire :
- **Prévoir des équipements de protection individuel pour le personnel de chantier intervenant sur l'excavation des terres (04.C.E.02)**
- **Mettre en œuvre des dispositions constructives spécifiques afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment en cas de présence avérée de composés volatils (04.C.E.03)**
- **Mesures issues du Mémoire technique de VALGO :**
  - **1 - Etablir un plan de maillage pour le terrassement en fonction de la catégorie des terres (04.C.A.01). Pour les terrassements profonds des sources concentrées de la Petite et de la Grande Cathédrale, prévoir une étude géotechnique G2 PRO pour valider l'accessibilité à ces terres et le dimensionnement des terrassements (04.C.A.02)**
  - **2 - Adapter les méthodes de criblage de la butte (04.C.R.01)**
  - **3 - Adapter les méthodes de traitement des terres en biopile (sources de sols HCT et COHV)**
  - **4 - Criblage / Chaulage des sources sols COHV (04.C.R.03)**
  - **5 - Enfouissement des terres en alvéole étanche (04.C.R.04)**
  - **6 - Traitement de la Petite et Grande Cathédrale par ventilation in-situ (04.C.R.05)**
  - **7 – Evacuation hors site**
  - **8. Traiter la nappe impactée en COHV par réduction ou oxydation chimique**
- **Viser l'équilibre déblais / remblais en lien avec les travaux de dépollution notamment (04.C.R.11)**

3.1.3. Hydrogéologie

❖ Etat initial

Plusieurs études hydrogéologiques complémentaires aux études de sol ont été réalisées. Par exemple, l'entreprise VEOLIA (Sarpi ThinkTech) a surveillé entre 2020 et 2023 les niveaux et évolutions de la nappe souterraine au droit du site. Les conclusions des différents rapports sont les suivantes :

- Une nappe est présente au droit du site d'étude, à environ 6-8,1 m de profondeur.
- La nappe s'écoule vers l'est-nord-est dans la partie nord du site et vers le sud-sud-est dans la partie sud. Un dôme piézométrique est constaté dans la partie sud-ouest du site.
- Le site ne présente pas de risque de remontée de nappe en l'état.
- Les variations de la nappe restent légères. Le suivi piézométrique fait état de niveaux statiques entre novembre 2020 et octobre 2023.

Par ailleurs, les sols superficiels peuvent être classés comme peu perméables. Les Marnes et sables infragypseux sont des sols fins et intermédiaires peu plastiques, sensibles aux variations hydriques avec des chutes brutales de consistance et de portance en cas d'augmentation de leur teneur en eau (classe A1 B1 B2 selon norme NFP11-300).

❖ Projet

La gestion intégrée des eaux pluviales est à appliquer à l'échelle des espaces publics et des parcelles constructibles, selon le même épisode pluvieux. Dans le cadre de ce projet, les épisodes pluvieux pris en compte pour le dimensionnement des ouvrages sont :

- La centennale sur les espaces publics
- La trentennale pour les lots privés

Comme le montre la figure ci-dessus, le projet a été divisé en zones pour la délimitation des bassins versants et la définition de la gestion des eaux pluviales, correspondant pour chacune à une classe de sols spécifique avec des coefficients de perméabilité situés entre 1,7 et $6{,}5.10^{-6}$.

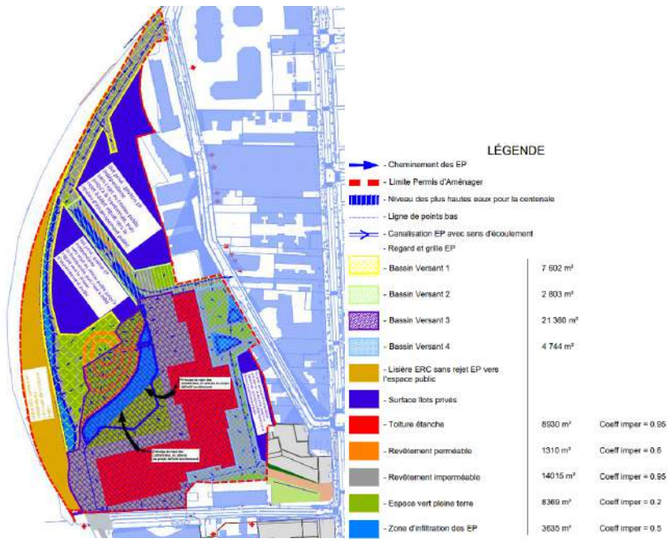


Figure 32 : Délimitation des bassins et des ouvrages hydrauliques – Gestion des eaux pluviales - Merlin

Conformément aux règlementations locales (PLUi, SDAGE, SAGE), la gestion des eaux pluviales repose sur une stratégie fondée sur la désimperméabilisation maximale et l'infiltration à la parcelle. Elle s'appuie sur spécifiquement sur l'aménagement de 3 noues dont une plaine inondable au cœur du parc. Sur l'ensemble de ses bassins versants, le projet prévoit un volume de stockage de 1 697 m^3 pour un volume à stocker de 1 238,5 m^3. Ce volume sera vidangé en un maximum de 5 jours (pour les pluies exceptionnelles d'occurrence centennale). L'ensemble des pluies courantes seront vidangées par infiltration en moins de 24 h.

L'assainissement du projet sera réalisé en système séparatif avec un raccordement avec un débit de fuite de 2 l/s/ha qui se fera au niveau du réseau existant, notamment aux niveaux de la rue du Bailly et de l'avenue du Président Wilson. Les nouvelles constructions adressées sur la rue nouvelle auront à créer de nouveaux réseaux d'assainissement.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT POSITIF SUR LES VOLUMES SUR LE PROJET AVEC LA GESTION DES EAUX PLUVIALES	MODERE	DIRECT / PERMANENT / COURT TERME

Actuellement, l'eau de pluie ruisselle sur la parcelle à l'état de friche mais relativement imperméable en raison de l'apport d'une succession de remblais au fur et à mesure de son histoire. Le projet prévoit une désimpermébabilisation avec l'aménagement de d'environ 15 000 m² d'espace de pleine terre à l'échelle du permis d'aménager et une gestion intégrée des eaux pluviales. Les eaux de ruissellement engendrées par le projet seront collectées, stockées puis vidangées par infiltration naturelle via les ouvrages de gestion qu'il est prévu de créer. Ainsi, l'infiltration de l'eau sur site n'entraînera pas de nuisances particulières face au réseau hydrographique de surface (ruissellement, inondation…). En cours de travaux, des risques de pollution peuvent se produire en cas d'entraînement par ruissellement des eaux météoriques en période très pluvieuse, de matières en suspension, ou d'hydrocarbures (fuite accidentelle depuis un engin). Ces pollutions, difficilement quantifiables, sont donc majoritairement liées à la migration des particules fines. Les matériaux d'apport peuvent être eux aussi, une source de pollution aussi bien pour la partie publique que pour la partie privée.

❖ Mesures ERC associées

- Choisir de planter des essences végétales adaptée à la régulation et à l'épuration des eaux pluviales dans les noues ayant vocation à collecter des eaux pluviales provenant des voiries circulées (04.E.R.01)
- Gestion des eaux pluviales en phase exploitation à ciel ouvert (05.E.R.01)
- Suivi du dossier loi sur l'eau (05.C.R.02)

3.2. Impacts sur le climat

❖ Etat initial

Le changement climatique en cours constitue un facteur d'accroissement de la probabilité d'apparition d'évènements naturels exceptionnels, ou dans une moindre mesure de dommages matériels.

A l'horizon 2050, les projections pour Saint-Denis estiment environ 14 jours de vague de chaleur par an.

Actuellement le site d'étude est constitué d'une friche et ventilé depuis l'ouest car situé à proximité des voies ferrées sans aucun obstacle. La plupart du terrain est constitué de formations herbacées, avec une faible présence de peuplements arborés. Les surfaces végétalisées actuelles sont donc peu qualitatives en termes de rafraîchissement lorsque le sol est nu, mais présentent un meilleur comportement thermique en présence de formations herbacées.

❖ Projet

Le projet présente de nombreux avantages bioclimatiques grâce à son insertion urbaine et paysagère, s'établissant comme une transition écologique les voies ferrées par l'aménagement d'un parc de 1,8 ha. Le projet trouve ainsi un équilibre entre urbanisation et végétation grâce à la désimperméabilisation du site, la plantation de multiples groupements d'arbres et la création de corridors verts urbains. L'analyse montre que le parc, le jardin des enfants et les cœurs d'îlot sont des zones fraîches en journée avec un stress thermique moindre notamment grâce à leur végétation. A l'inverse la plaine évènementielle et l'axe Nord-Sur sont des points chauds par manque d'ombrage.

L'étude de l'accumulation de chaleur après un deuxième jour chaud met en avant l'augmentation de chaleur dans les cœurs d'îlot. Les cœurs d'îlot se rafraichissent effectivement moins la nuit que d'autres zones du site à cause du manque de ventilation. Cela combiné à l'inertie des bâtiments, les cœurs d'îlot auront donc tendance à se réchauffer au fur et à mesure de l'enchaînement de jours chauds. Il est donc important de favoriser les logements traversants.

La création d'un nouveau quartier sur une friche ne peut pas être totalement neutre vis-à-vis de l'îlot de chaleur puisque la création de bâtiments et de voiries augmente l'inertie du site. Cependant le projet limite ces surfaces minérales à ce qui est nécessaire pour les usages et créer des surfaces végétalisées qualitatives en particulier au niveau de la butte.

Il convient maintenant de poursuivre les réflexions à l'échelle des projets de bâtiments.

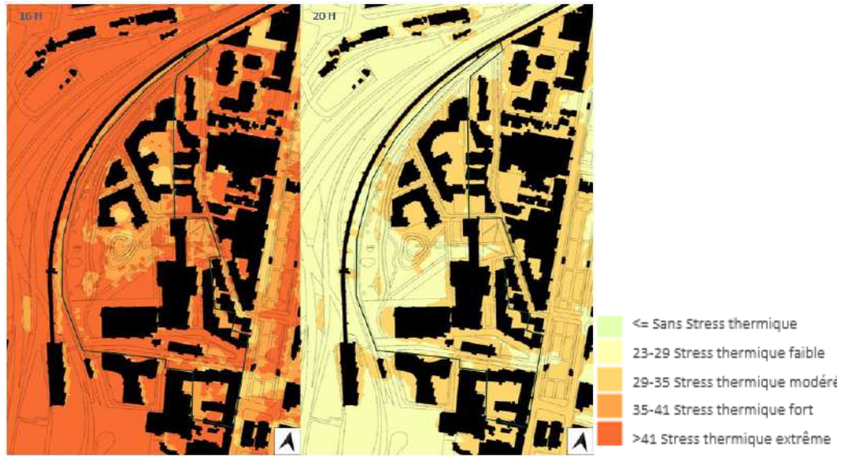


Figure 33 : Modélisation du stress thermique (PET), Etude ICU, TERAO, 2025

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR LE PROJET SES USAGERS	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LE RISQUE D'ILOT DE CHALEUR ET L'EXPOSITION DE LA POPULATION	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE CO_2	FORT	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)

Compte tenu des caractéristiques des travaux et de la typologie du projet (opération d'aménagement d'un quartier à vocation dominante d'habitat), le projet n'aura pas d'incidence (directe ou indirecte) temporaire sur le contexte météorologique local. En effet, le projet n'est pas de nature à entrainer une modification de la fréquence ou de l'intensité des risques naturels météorologiques identifiés sur le territoire.

Cependant, les conditions climatiques locales pourraient impacter le bon déroulement de la phase chantier et entrainer des risques matériels et humains (accidents de travail liés au vent ou au verglas, exposition des ouvriers à des températures extrêmes, etc.). Ainsi, les principaux enjeux associés au climat en phase chantier, concernent davantage la prise en compte des aléas météorologiques.

De plus, les phénomènes de surchauffe urbains sont porteurs de nombreux risques pour un territoire et ses habitants : pression sur les infrastructures d'énergie (et risques accrus de coupure de service), dégradation du confort climatique pour les usagers de la ville, dégradation de la qualité de l'air (pollution à l'ozone notamment), aggravation des risques sanitaires liés aux vagues de chaleur (coups de chaleur, déshydratation etc.).

L'aménagement construction du projet entraînera un impact carbone négatif en raison de la consommation de matériaux, des transports, des activités de chantier et du changement d'usage des terres. Pendant la phase d'exploitation, les usagers contribueront également aux émissions de CO_2 liées à la consommation énergétique, à la gestion des déchets et aux déplacements.

❖ Mesures ERC associées

- Eviter la surchauffe des logements par une conception bioclimatique du quartier (01.E.E.01)
- Adapter le choix des essences végétales aux conditions climatiques projetées (01.E.E.02)
- Favoriser les matériaux perméables et la végétalisation des différents espaces extérieurs (01.E.R.01)
- Proposer différentes zones d'usages en fonction des saisons (01.E.R.02)
- Opter pour l'utilisation généralisée de matériaux biosourcés, sur 12 500 m² (14.E.R.01)
- Optimiser la performance environnementale en visant une performance énergétique très élevée (RE2020 seuil 2031) (à l'échelle du projet) (14.E.R.02)

3.3. Milieu naturel

❖ Etat initial

Un diagnostic écologique Faune Flore sur le site des Cathédrales du Rail a été réalisé par les écologues de la société BIOCOR entre 2023 et 2026, missionnés par les maîtres d'ouvrage. Cette étude a pour objectif la connaissance du contexte écologique du site sur les différentes saisons.

Cette étude a notamment mis en valeur la présence d'espèces invasives, dont la propagation est à endiguer , la présence d'essences et d'habitants à enjeu fort : des habitats sous forme de pierriers ; la présence de faucon crécerelle, la préservation d'une flore patrimoniale (Dave des Murailles)

Au regard de l'état de friche du site, et de la présence de travaux des voies du Charles de Gaulle Express ayant déjà été débroussaillée, du phasage discuté pour préserver les habitats favorables aux espèces cibles du site tout en luttant contre les espèces végétales exotiques envahissantes et permettant la dépollution du site, une phase de défrichement est prévue.

Elle sera accompagnée par un écologue et des zones seront conservées et mises en défens (habitats, zone de drave des murailles, pierriers). La DRIEAT a validé cette procédure sans déclenchement d'une dérogation à l'atteinte aux espèces protégées.

Des premières mesures ont débuté à l'hiver 2025.

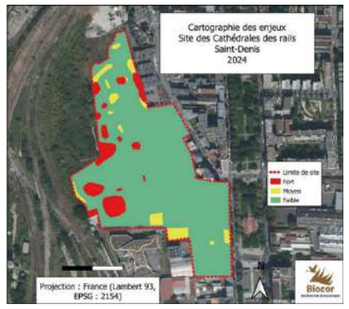


Figure 34 : Synthèse des enjeux écologiques du site - BIOCOR - 2024

❖ Projet

Une première étape de défrichement est réalisée afin de reconstituer des habitats naturels voués à être détruits par les travaux de défrichement. Ces opérations permettent d'aménager de manière anticipée une zone de biodiversité localisée en continuité fonctionnelle immédiate du site d'étude du permis d'aménagement. Ces opérations constituent des mesures de réduction et se font en amont des travaux d'aménagement du permis d'aménager

Ainsi, 4 267 m² dédiés aux mesures sont décrites pour l'aménagement de la lisière écologique » de BIOCOR et sont renforcées par la présence de 1 132m² sont dédiés à la servitude du CDGX

En parallèle, des emprises de mesures en faveur de la biodiversité sont prévues au sein du Permis d'Aménager :

En parallèle, des emprises des mesures de biodiversité sont prévues en dehors de la lisière écologique : 925 m² de haies et bosquets sur le parc, 449 m² de prairie mésophile en toiture de la résidence étudiante et 3 nichoirs sur le toit des Cathédrales et des écoles

Figure 35 : Conception de la lisière écologique - COLOCO

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LES ESPECES PROTEGEES PRESENTES SUR LE SITE	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / COURT TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA BIODIVERSITE	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

La réhabilitation du bâti engendrera une perte d'habitats pour l'avifaune locale, et les potentiels chiroptères, dont la présence n'a pas été confirmée dans le diagnostic réalisé par les écologues.

Le projet prévoit un défrichement des espaces arborés et plantés (majoritairement d'espèces invasives). Ces essences invasives et habitats peu qualitatifs seront évacuées du site et permettront à une biodiversité locale d'être développée. L'impact sera donc positif.

En revanche ce défrichement occasionnera également la destruction d'habitats et de zones de nidification Des habitats sous forme de pierriers sont présents sur le site et présentent un enjeu fort, le projet impliquera leur destruction. Tandis que le cadre de vie d'espèces à enjeu sera impacté.

Néanmoins, l'aménagement de cette lisière dédiée à la biodiversité a non seulement pour objectif de réduire directement les incidences, mais également de renforcer le niveau de fonctionnalité écologique, allant ainsi au-delà de la simple équivalence fonctionnelle visée à l'article L. 163-1 du Code de l'environnement. Le phasage prévoit en outre une réalisation préalable à l'ouverture du chantier, de manière à garantir les reports écologiques.

Au regard de la carte des enjeux écologiques), le projet des Cathédrales du Rail a été conçu de manière à préserver les espèces cibles, tant la flore protégée que la faune repérée sur site (entomofaune, avifaune, hérissons, lézard des murailles, …).

❖ Mesures ERC associées

- Adapter le planning des travaux en fonction des sensibilités de la faune (Lézard des murailles Chiroptères Avifaune nicheuse Hérisson d'Europe) sur l'ensemble du site (06.C.R.01)
- Mettre en place une assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue (06.C.R.02)
- Mettre un plan lumière adapté (06.C.R.03)
- Mettre en place une gestion des espèces végétales exotiques envahissantes (06.C.R.04)
- Conserver des zones in situ permettant la préservation de la faune et de la flore à enjeu (spécifiquement la Drave de murailles, espèce protégée en Ile-de-France) jusqu'à la création de zones de report (06.C.R.05)
- Prévoir une plantation de haies arbustives et bosquets (06.C.C.01)
- Créer des zones de refuges / pierriers (06.C.C.03)
- Créer des zones favorables pour les mammifères présents sur site (06.C.C.04)
- Déplacer des espèces flore : la Drave de murailles (06.C.C.05)
- Mettre en place des nichoirs à Faucon Crécerelle (06.C.C.06)
- Créer une prairie mésophile et steppique au profit de l'Œdipode turquoise (06.C.C.07)
- Mettre en place une gestion écologique des espaces verts permettant une recolonisation spontanée des cortèges floristiques présents actuellement (07.E.A.01)
- Suivre l'évolution des habitats naturels et la faune selon les mesures de gestion associées (07.E.A.02)

3.4. Paysage et patrimoine culturel

❖ Etat initial

Le site des Cathédrales du Rail est actuellement recouvert par une grande friche arbustive et rase, majoritairement composée d'espèces invasives. Il présente néanmoins quelques zones d'espèces remarquables telles que la Drave des murailles ou la Molène pulvérulente. Le site est très artificialisé et remblayé avec des couches diverses à la suite de ses activités d'entretien de trains, et les bombardements dont il a été victime.

Les Cathédrales du Rail, classées monuments historiques, sont toujours présentes sur le site. Bien que le site soit actuellement fermé au public par des grilles et des palissades, elles sont visibles depuis les voies ferrées longeant le site dans sa partie Ouest. Les usagers des trains et RER peuvent donc profiter d'un point de vue rare sur le site.

Depuis la destruction de l'ancien ilot Thyssenkrupp à l'Est du site, un point de vue s'est dégagé depuis la rue de la Montjoie et l'entrée de la rue du Bailly.

Le site est donc assez visible et identifiable grâce à la présence de ses cathédrales caractéristiques, peu mises en valeur par la faible qualité paysagère de leur entourage.

❖ Projet

Afin d'avoir un impact positif sur le paysage, les réflexions sur le plan guide ont d'ores et déjà intégrées des invariants du projet pour intégrer le projet dans son environnement et mettre en valeur les Cathédrales du Rail.

Pour cela, le plan guide prévoit :

- Conservation et réhabilitation des 2 halles historiques
- Aménagement d'un parc de 1,8 ha devant les Cathédrales générant une mise à distance
- Aménagement d'une lisière dédiée à la biodiversité en contact direct avec le parc et les voies ferrées générant une continuité paysagère
- Un parvis renaturé et un préau ouvert sous une partie de la grande halle pour assurer l'accroche avec le groupe scolaire Aimé Césaire depuis le parvis et la grande cathédrale
- La valorisation active du grand paysage et des cônes de vues sur l'horizon du Nord de Paris depuis la butte (Montmartre, Sacré Cœur, Tribunal de Grande Instance, etc.)
- Une programmation de commerces et services à rez-de-chaussée contribuant à animer la rue
- Aménagement d'un éclairage spécifique des halles avec un éclairage sur le bâtiment et dans le bâtiment. Celui-ci sera dissocié de l'éclairage prévu sur les espaces publics, il devra permettre de mettre en valeur les bâtiments tout en préservant la biodiversité du parc.

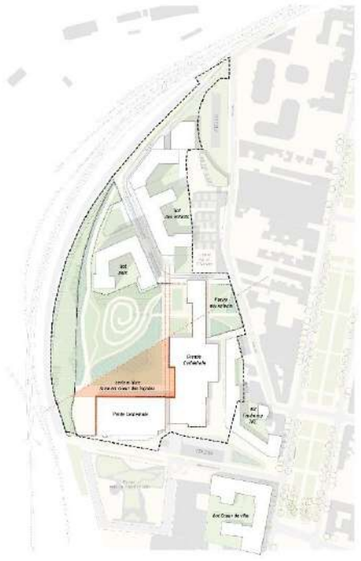


Figure 36 : Mise en valeur des 2 halles depuis le Parc - COLOCO

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LE PAYSAGE ET LA PROPRETE EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE PAYSAGE (AUX ABORDS DU SITE)	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT POSITIF SUR LE PATRIMOINE ARCHITECTURAL DU SITE	FORT	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

En phase chantier, les différents travaux participeront à dégrader temporairement la qualité paysagère du site du fait de la présence d'engins de chantier, locaux techniques, palissades, échafaudages, etc. Cependant, l'impact ne sera que local et temporaire. De surcroît, le site étant actuellement inoccupé et délimité par des barrières, la dégradation du paysage urbain issu du chantier n'est pas significative.

Pour ces raisons, la dégradation du paysage consécutive au chantier est évaluée comme modérée.

❖ Mesures ERC associées

- **Mettre en œuvre le plus tôt possible les aménagements paysagers (arbres en particulier) afin de favoriser l'intégration du projet dans le quartier (07.C.R.01)**
- **Mettre en place des palissades esthétiques et pédagogiques pour briser la vue sur le chantier tout en sensibilisant sur l'avancement du chantier (07.C.R.02)**
- **Mettre en place des mesures pour assurer la propreté intérieure et extérieure du chantier, notamment les voies d'accès et espaces publics (07.C.R.03)**

3.5. Milieu humain et socio-économique

❖ Etat initial

Le département de la Seine-Saint-Denis présente un tissu économique dynamique et marqué par un accroissement du nombre d'entreprises s'y implantant durant les dernières décennies. Il compte malgré cela un taux de chômage assez élevé. Le site d'étude s'insère dans une zone (rayon de 1 km) disposant d'une offre commerciale de proximité complète, accessible à pied comme à vélo.

Concernant la démographie, le solde migratoire présente un déficit à Saint-Denis, bien que le solde naturel soit légèrement supérieur à celui du département.

Concernant la composition des ménages, leur taille diminue continuellement à Saint-Denis (2009-2020) avec notamment une réduction marquée de la part des couples avec enfant(s), plus légère de la proportion de couples sans enfant et une augmentation de la part des célibataires.

En matière d'habitat, le parc de logements de Saint-Denis est relativement récent et a tendance à se renouveler par des politiques de renouvellement urbains et de rénovation. Ces nouveaux logements doivent s'adapter à la composition des ménages qui a tendance à diminuer en taille, et également à sa population vieillissante, c'est-à-dire que la programmation immobilière doit tenir compte de profils socio-démographiques des habitants.

Le site est désaffecté depuis près de 25 ans et à ce jour, n'abrite aucune nouvelle activité.

Il est assez bien situé par rapport aux équipements scolaires, sanitaires, sportifs, socio-culturels. Il est par ailleurs accessible par différents moyens de transport.

En matière de chômage, la proportion de demandeurs d'emploi à l'échelle communale est plus élevée que celui de la métropole, lui-même plus élevé qu'à l'échelle nationale.

❖ Projet

Le projet s'inscrit dans les objectifs du Programme Local de l'Habitat (PLH) de Plaine Commune adopté le 22 juin 2022 qui a notamment pour objectif la production de 3 500 logements par an dont 20% en accession sociale à la propriété et 25% en locatif social

Avec une programmation dédiée à du logement BRS à hauteur de 30% et une conception bioclimatique qui intègre des mesures issues d'étude spécifique en matière de qualité de l'air et acoustique, le projet répond aux enjeux du PLH.

Le projet compte également un parc urbain de 1,80 ha offrant différents usages sportifs et de loisirs participant à la qualité de vie sur le futur quartier ainsi qu'une programmation de commerces et services implantés en rez-de-chaussée sur environ 4 500 m², dont

- 500 m² dédié à un pôle santé privé,
- 2 000 m² de commerces
- 2 000m² d'activités économiques

L'ambition de la maîtrise d'ouvrage de privilégier le local et la proximité. L'influence du projet des Cathédrales du Rail en phase travaux sur l'activité économique locale pourra s'étendre à l'échelle de Plaine Commune, voire de la métropole du grand Paris, que ce soit pour se fournir en matériaux auprès de filières locales ou encore pour mobiliser des acteurs locaux dans l'animation et la communication autour du chantier. L'association Maquis-Art a déjà été sollicitée en partenariat pour la conception du projet et des espaces liés au musée, et d'autres associations ou entreprises pourront être associées au futures phases de concertation.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT POSITIF SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DU TERRITOIRE AVEC L'EMPLOI D'ACTEURS LOCAUX POUR REPONDRE AUX BESOINS DU CHANTIER ET DES OUVRIERS	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)

La réalisation du projet des Cathédrales du Rail aura pour effet de dynamiser l'emploi du secteur du BTP pendant toute la durée des travaux. Des visites de chantiers pourront être organisées de manière à faire découvrir aux jeunes en particulier les métiers du BTP.

Il peut aussi contribuer à l'accès à l'emploi au travers d'actions pour favoriser l'insertion, l'embauche locale, la formation et l'acquisition de compétences.

L'arrivée de travailleurs sur le chantier engendrera également un besoin en matière de restauration.

En phase exploitation, le renouveau urbain des Cathédrales du rail va contribuer à développer le quartier de la Plaine et de la mise en valeur de l'axe Wilson grâce à l'aménagement d'un quartier actif et habité et d'une nouvelle centralité faisant écho aux dynamiques structurantes de rayonnement économique et culturel dans lesquelles s'insèrent la Ville de Saint-Denis et Plaine Commune.

❖ Mesures ERC associées

- Insérer des clauses sociales d'insertion dans les contrats des entreprises afin de lutter localement contre le chômage et les exclusions (08.C.A.01)
- Favoriser le recours à des matériaux locaux et entreprises du territoire, selon une distance inférieure à 150 km (08.C.A.02)
- Faire intervenir des acteurs locaux pour l'animation et la communication autour du chantier (08.C.A.03)

3.6. Accessibilité et déplacements

❖ Etat initial

Une étude de trafic a été réalisée par le bureau d'étude COSITREX entre 2023 et 2026.

Le périmètre d'étude est situé dans un secteur couvert pas différents types de transport en commun (transports lourds comme le RER, le train et le métro, tram, bus, …) et peut également être joint à vélo. Le site est localisé dans un quartier bénéficiant de commerces de proximité et de toutes les infrastructures et équipements publics nécessaires. Ce quartier est donc à la fois résidentiel, commerçant, avec des activités et services.

A l'état existant, seuls la rue du Bailly et le chemin des Petits Cailloux existent pour desservir le secteur des Cathédrales depuis l'Avenue Wilson. La rue du Bailly est à sens unique du Nord vers le Sud et le Chemin des Petits Cailloux est à double sens mais en impasse. L'accès au site se fait par le chemin des Petits Cailloux et par la rue du Bailly.

Actuellement, le site d'étude est clôturé, son ouverture par la création de cheminements piétons et cyclables représente un enjeu important pour les usagers et habitants du futur quartier.

Dans l'ensemble, le trafic est plutôt modéré au niveau des avenues et carrefours à proximité du site, excepté l'Avenue du Président Wilson qui accueille un trafic plus intense. Quelques remontées se forment parfois aux heures de pointe, sans impacter réellement la circulation. Le fonctionnement et le stockage des carrefours sont satisfaisants.

Des stationnements gênent parfois les piétons et les vélos, et dans les zones à vitesse limitée, des dépassements ont été enregistrées.

❖ Projet

Le maillage viaire et la hiérarchie des voies restent fondés sur le principe d'irrigation du site avec une place centrale donnée aux modes actifs.

Les accès au quartier se font par le Chemin des Petits Cailloux au Sud existant, un nouvel accès intermédiaire entre l'école Aimé Césaire et la grande Cathédrale et un nouvel accès au Nord du site. Les accès et traversés du site pas les mobilités actives seront donc améliorés.

La nouvelle rue nord traverse le site dans sa moitié nord, connectant le projet à la rue de Bailly. Elle donne accès aux logements, aux commerces et aux équipements situés dans les lots Parc et Enfants ainsi qu'au parking silo et au lot nord destiné à l'activité. Cette rue principale de desserte du quartier en sens unique vers le sud sera aménagée en zone 30. Elle est structurée en trois séquences distinctes, chacune présentant un aménagement spécifique :

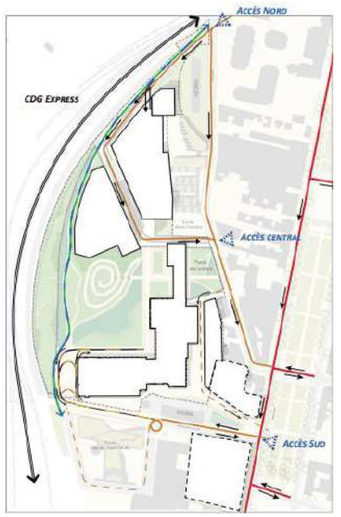


Figure 37 : Schéma de circulation et accès du projet - D&A

En matière de stationnement,

- Le projet prévoit 100 m² de stationnement public sur voirie au niveau de la Rue Nouvelle, correspondant à environ 9 places.
- Sur le Chemin des Petits Cailloux, environ 15 places sont aménagées.
- Concernant les places de stationnement dédiées aux ilots à construire, le dimensionnement des logements collectifs répondent aux exigences en matière de stationnement :
    - Logement Locatif Social : 0.5 place par logement.
    - Logement Bail Réel Solidaire : 0.5 place par logement.
    - Logement en Accession privée : 0,7 place par logement.

Pour répondre à cette programmation il est prévu la stratégie spécifique suivante : le projet prévoit une Centrale des Mobilités au sein de l'ilot des Enfants sur la frange nord du site. Cette centrale constitue un parking mutualisé de 175 places pour héberger les stationnements :

- 100% des places de stationnement prévus pour le lot des Enfants (160 logements)
- Environ 40% des places de stationnement prévus pour l'ilot Parc (210 logements)

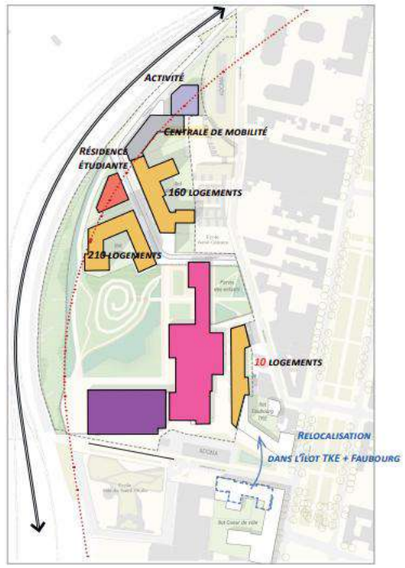


Figure 38 : Plan de programmation du Permis d'aménager

L'intégration de cette centrale de mobilité permet en outre d'améliorer sensiblement le bilan carbone des programmes résidentiels du Nord du projet en ce qu'elle y limite les constructions en infrastructure. De cette manière, l'ilot des Enfants ne prévoit pas de construction en sous-sol tandis que l'ilot Parc en prévoit qu'un seul.

Il n'est pas prévu de stationnement pour les visiteurs du futur espace culturel des Cathédrales du Rail

Il est à noter qu'aucun stationnement n'est prévu au sein d'un rez-de-chaussée d'un ilot à construire (hormis la Centrale des Mobilités).

En matière de stationnement vélo, chaque ilot prévoit l'aménagement de locaux vélo à rez-de-chaussée. En complément des stations vélib' sont situées à proximité du site au niveau de l'Avenue du Président Wilson.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LE TRAFIC ROUTIER ET LA SECURITE AUX ABORDS DU CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEUTRE SUR LE TRAFIC ROUTIER DANS LE SECTEUR	NEGLIGEABLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

Les travaux liés aux phases de terrassements, aménagement des espaces extérieurs (voiries, cheminements doux, gestion des eaux pluviales et aménagements paysagers) et constructions neuves ainsi que le déplacement des travailleurs associés sur le site vont entrainer une augmentation de la circulation automobile locale principalement, marquée notamment par un nombre de poids lourds et de véhicules de particuliers.

L'implantation du chantier engendrera en effet des circulations et rotations de camions et autres supplémentaires, susceptibles de perturber la circulation sur les voies adjacentes au chantier, principalement la rue du Bailly et le Chemin des Petits Cailloux. En ce sens, les travaux pourront ponctuellement modifier les conditions de déplacements des riverains et de l'accès au groupe scolaire Niki de Saint-Phalle.

Le trafic supplémentaire pourra ponctuellement affecter la circulation, en particulier au cours des phases du chantier les plus génératrices de trafic et si ce trafic a lieu en heure de pointe du matin ou du soir :

L'activité du chantier implique nécessairement des mouvements quotidiens de poids-lourds. À ce stade d'avancement des études, les flux poids-lourds n'ont pas encore été estimés pour les travaux du projet d'aménagement. Cependant, le projet prévoit de dépolluer et de valoriser les terres in-situ permettant de limiter de fait des allers et venues de camions pour l'évacuation de ces matériaux.

En phase exploitation,

- l'étude trafic précise que le fonctionnement des différents carrefours seront limités et les conditions de circulation demeureront satisfaisantes, y compris aux heures de pointe.
- La desserte du secteur en transport en commun est satisfaisante en situation actuelle et sera renforcée en 2031 avec plusieurs nouvelles lignes de métro du Grand Paris Express.
  Par conséquent, la desserte du secteur en transport en commun est satisfaisante en situation actuelle et sera renforcée en 2032 avec plusieurs nouvelles lignes de métro du Grand Paris Express. L'équipement culturel « Les Cathédrales » sera donc facilement accessible en transport en commun et en modes actifs.

❖ Mesures ERC associées

- **Maintenir le fonctionnement des services de secours, ramassage des ordures ménagères et de transport en commun (09.C.E.01)**
- **Adapter les horaires de chantier à la circulation et notamment aux heures d'entrée-sortie des écoles (09.C.R.01)**
- **Elaboration d'un plan de gestion des déplacements dans la charte chantier (09.C.R.02)**

3.7. Cadre de vie et santé

3.7.1. Qualité de l'air

❖ Etat initial

Une étude sur la qualité de l'air a été réalisée par TECHNISIM Consultants entre 2023 et 2026.

A l'état initial, aucun dépassement réglementaire ne semble être constaté sur l'emprise du projet que ce soit pour les particules PM10, PM2,5, le dioxyde d'azote NO_2, le benzène ou l'ozone. Des dépassements des valeurs réglementaires en NO2 sont toutefois modélisés au niveau de l'A1 au nord et au sud de la zone d'étude et plus généralement sur les voies à fort trafics. L'état actuel de la qualité de l'air, les effets de la pollution atmosphérique sur la population et l'exposition de la population ont une sensibilité considérée comme modéré.

A l'échelle du projet, on enregistre 2 zones à enjeux très forts (localisation de la crèche et construction le long de l'Avenue du Président Wilson) et 4 zones à enjeux forts consécutifs aux émissions de poussières générées depuis les voies ferrées.

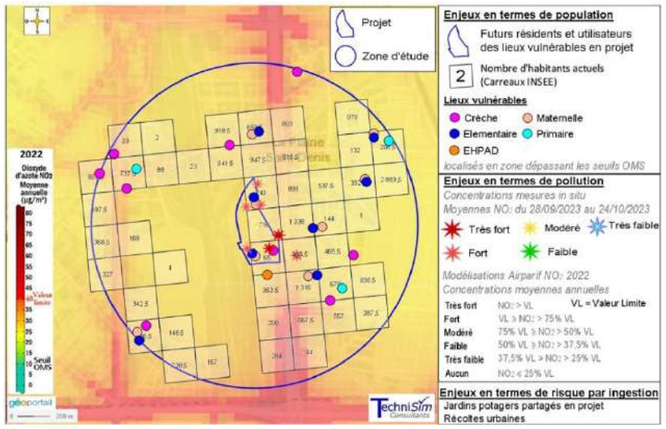


Figure 39 : Synthèse des enjeux en matière de qualité de l'air, Etat initial - Technisim - 2023

❖ Projet

Le projet va générer des émissions atmosphériques lors des phases chantier et exploitation.

Les bâtiments créés respecteront la RE2020. Les émissions liées au bâti s'avéreront ainsi minimes comparées aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile. Le quartier sera raccordé à un réseau de chaleur. Des panneaux photovoltaïques complémentaires seront aménagés en toiture pour l'approvisionnement énergétique. Cela aura pour effet de réduire les émissions de polluants atmosphériques liées à la combustion d'énergie fossile pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire du quartier.

Une des clés de la diminution est en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations) et ce, malgré la hausse des VK (kilomètres parcourus) en situation Projetée 2032.

Par ailleurs, selon le plan guide, la programmation du projet prévoit

- la construction de « Traverses Modes Doux » et « Cheminements piétons » au cœur de l'emprise projet, notamment au niveau du parc
- la mise en place de stationnements vélo.

Enfin, le projet est situé à proximité immédiate de plusieurs voies ferrées desservant des gares de transport en communs (Station « La Plaine Saint-Denis » du RER B à environ 600 m au nord-est, « Stade de France – Saint-Denis » du RER D à environ 500 m au nord du projet, la future ligne du CDG Express à quelques mètres à l'Ouest du projet) et de plusieurs lignes de bus (ligne 153, ligne 302, ligne 353).

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE POUSSIERE LORS DE LA PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEUTRE SUR L'EXPOSITION DE LA POPULATION EXISTANTE A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	MODERE	

La phase chantier, caractérisée par des travaux de démolition et de construction, va entrainer temporairement une augmentation des taux de polluants dans l'air à proximité du chantier et intensifier l'exposition des groupes scolaires (Niki de Saint-Phalle et Aimé Césaire) voisins aux pollutions atmosphériques.

La réalisation du projet des Cathédrales du Rail à Saint-Denis va engendrer globalement une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude par rapport à la situation actuelle 2024. En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude, ajoutées à la pollution de fond, pour le NO2, les PM10 et les PM2.5, les seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré (2024, 2032, 2050) sont respectés pour toutes les situations et horizons au niveau du projet, des bâtiments vulnérables existants et des habitants hors projet.

Pour conclure, la réalisation du projet « Cathédrales du Rail » à Saint-Denis et les hausses de trafic associées sur la zone d'étude comparativement à la situation « Fil de l'eau » n'influent pas significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires à l'horizon 2032, que ce soit au niveau des habitations hors projet, des lieux vulnérables existants et de l'emprise projet. À l'horizon 2050, cette hausse de trafic est majoritairement compensée par le renouvellement du parc et de l'augmentation de la part des motorisations non carbonées.

La relocalisation de la crèche « Maison du Petit Enfant La Marelle » en retrait de l'avenue du Président Wilson contribue à réduire l'exposition des populations vulnérables. Cette relocalisation de la crèche (actuellement située au 153 Avenue du président Wilson 93200 Saint-Denis) en situation projetée à l'horizon 2032, vers son futur emplacement au Nord-Est de l'emprise projet se traduit par une baisse de l'exposition à la pollution : -6,6 % sur la concentration en NO2 ; -2,9 % sur la concentration en PM10 et -4,0 % sur la concentration en PM2,5.

❖ Mesures ERC associées

- **Optimiser le phasage des travaux et le plan d'installation de chantier global à l'échelle du projet d'aménagement (11.C.R.01)**
- **Définir des mesures de réduction des poussières (11.C.R.02)**
- **Atténuer le risque d'exposition des usagers et programmations vulnérables (11.C.R.03)**
- **Mettre en place des bonnes pratiques pour limiter le maintien de la poussière et des nuisances olfactives à la livraison des logements (11.C.R.04)**

3.7.2. Ambiance acoustique

❖ Etat initial

Une étude d'impact acoustique a été réalisée par le bureau d'étude IMPEDANCE entre 2023 et 2026.

L'ambiance sonore actuelle sur le site d'étude est principalement influencée par le trafic ferroviaire directement à l'Ouest, comme le montrent les cartes de niveaux sonores, les cartes de bruit locales et le classement sonore des voies par le département. Seuls les bâtiments donnant directement sur l'Avenue du Président Wilson sont influencés davantage par le trafic routier.

Les niveaux sonores sur le site sont globalement modérés au sens réglementaire (LAeq,j < 65 dB(A) et LAeq,n < 60 dB(A)).

Les bâtiments adressés directement sur l'Avenue du Président Wilson (catégorie 3) sont exposés à un niveau sonore > 70 dB(A).

❖ Projet

Le projet a été modélisé à terme en tenant compte des évolutions de trafics prévisionnels d'une part, et aussi de la situation réglementaire qui intègre le classement sonore des routes et voies ferrées environnantes.

Les résultats de calculs montrent :

- Une importante dégradation des conditions sonores pour les futurs logements exposés sur les voies ferrées
- Une dégradation plus raisonnable pour les logements exposés sur l'avenue du Président Wilson (ilot Cœur de Ville)
- Des cœurs d'ilots calmes ou modérés, notamment pour le groupe scolaire Aimé Césaire.

Ce dernier point est possible grâce à la conception des formes urbaines et spécifiquement à l'aménagement de l'ilot des Enfants : il vient organiser la couture en plan et en volumétrie avec le groupe scolaire Aimé Césaire. Il intègre dans sa composition les extensions des Cours existantes portées par la Ville Il vient refermer le projet au Nord et protège les cours de récréations des nuisances sonores.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION DE NUISANCES SONORES EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE	MODERE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LES SOURCES DE BRUITS EXISTANTES SUR LE PROJET	FAIBLE -MODERE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

Le chantier comprenant la démolition des bâtiments existants et la construction du nouveau quartier, va provoquer temporairement une augmentation des nuisances sonores pour les riverains et notamment les groupes scolaires situés à proximité immédiate.

Cette gêne sera liée essentiellement :

- aux travaux de démolition, de terrassement (manœuvre des engins de terrassement, manège des camions d'enlèvement) et de gros œuvre (flux de livraison de matériaux, toupies, machines à béton, décoffrage, etc.) ;
- la circulation des engins de chantier sur la voie dont les fréquences de passage resteront néanmoins relativement faibles et ne modifieront pas significativement les conditions sonores existantes.

En phase exploitation, dans l'ensemble les niveaux sonores sur le site resteront modérés au sens réglementaire avec des valeurs diurnes LAeq,j < 65 dB(A) et nocturnes LAeq,n < 60 dB(A). Seules les façades du projet donnant sur l'avenue du Président Wilson seront en ambiance sonore non modérée de jour (niveaux de 67 à 72 dB(A)). Globalement les effets du projet seront positifs sur l'environnement sonore du quartier.

Des augmentations de niveaux sonores sont prévues ponctuellement :

- Les trafics routiers induits par les nouveaux logements devraient contribuer à une faible augmentation des niveaux sonores de l'ordre de +1 dB(A) sur la rue de Bailly.
- Les augmentations plus importantes constatées au Sud sur le Chemin des Petits Cailloux proviennent essentiellement de la démolition de bâtiments existants.
- Concernant, les niveaux sonores en façade des bâtiments du projet, seront compris entre
  - 42.5 et 72.5 dB(A) de jour
  - 36 et 65 dB(A) de nuit

Les façades du projet directement exposées aux lignes ferroviaires seront, grâce à l'éloignement par rapport aux voies, relativement épargnées et exposées à des niveaux sonores diurnes modérés, de 60 à 63 dB(A).

Entre la situation actuelle et le projet, on constate une forte augmentation des contributions sonores théoriques, en partie en raison du changement de catégorie du classement sonore des voies ferrées (de 3 à2), probablement pour intégrer la ligne CDGx. D'après l'expertise d'IMPEDANCE, cette forte augmentation théorique est surestimée.

Du côté de l'avenue du président Wilson, les façades du projet directement face à la route seront exposées à des niveaux de bruit relativement importants, de 67 à 72,5 dB(A) de jour et de 60 à 65 dB(A) de nuit. L'ambiance sonore ne sera donc pas modérée. A ce niveau, les écarts de niveaux sonores sont estimés à +3 dB, indiquant que le classement sonore routier est assez proche de la réalité

A l'intérieur du site en projet, les niveaux sonores seront calmes ou modérés, typiquement de 50 / 55 dB(A) le jour et de 45 / 50 dB(A) de nuit.

Pour rappel, dans la vie quotidienne, l'échelle de niveaux sonores auxquels nous pouvons être exposés varie de 10 à 140 dB. Voici quelques exemples

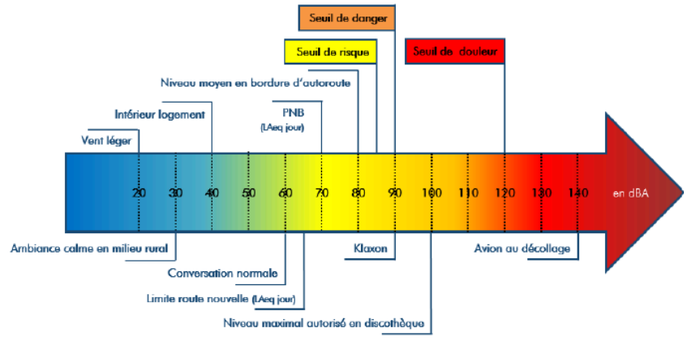
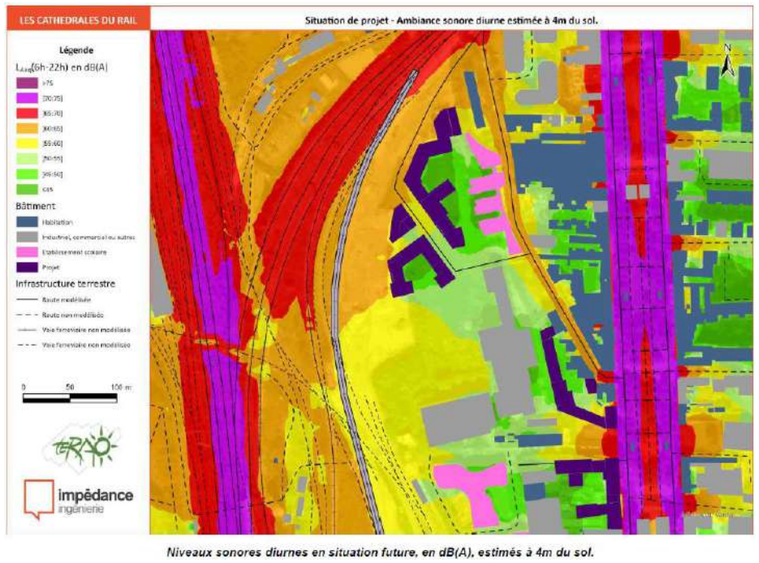


Figure 40 : Echelle de référence des niveaux de bruit - IMPEDANCE, 2025



Niveaux sonores diurnes en situation future, en dB(A), estimés à 4m du sol.

Figure 41 : Niveaux sonores diurnes en situation de projet en dB(A), estimés à 4 du sol – Etude acoustique - IMPEDANCE

❖ Mesures ERC associées

- Optimiser le phasage des travaux et le plan d'installation de chantier à l'échelle du projet d'aménagement (12.C.R.01)
- Optimiser les équipements et réduire leurs nuisances (12.C.R.02)
- Planifier les travaux bruyants sur certaines plages horaires (12.C.R.03)
- Atténuer le risque d'exposition des enfants au bruit issu de la phase de démolition et des autres taches bruyantes (12.C.R.04)
- Informer les riverains et les compagnons sur les impacts identifiés (12.C.A.01)
- Respecter la réglementation sur l'exigence d'isolement acoustique des façades selon le classement sonore des voies (10.E.R.01)
- Mettre en place des solutions complémentaires pour palier au bruit dans les projets architecturaux (10.E.R.02)

3.8. Réseaux d'eau

❖ Etat initial

Le SEDIF est actuellement doté de la compétence en matière d'alimentation en eau potable pour la ville de Saint Denis. Il assure la distribution de l'eau potable à travers son délégataire du service public, Veolia Eau d'Île-de-France, qui a en charge la production, la distribution et la vente de l'eau, ainsi que le maintien des installations. La qualité des eaux distribuées sur le territoire métropolitain, qui fait l'objet de contrôles réguliers (400 000 analyses par an), est conforme à la réglementation.

La politique départementale en matière de gestion des eaux pluviales vise à un aménagement durable du territoire et poursuit les enjeux et objectifs prescrits par le SDAGE et le SAGE. L'ensemble de ces enjeux et objectifs sont ensuite concrétisés à l'échelle locale et intégrés au PLUi. Concernant la gestion des eaux pluviales, le PLUi de la Pleine Commune, impose :

- L'abattement total de la pluie 8 mm des pluies courantes, en 24 h maximum.

-La gestion à la parcelle de la pluie décennale avec rejet à débit limité de 10 l/s/ha.

- Le rejet des eaux au réseau en cas de pluie exceptionnelle doit suivre le plan de zonage fluvial et ses débits intégré au règlement du PLUi.

Concernant l'assainissement des eaux usées, autour du site, les réseaux de collecte sont de type unitaire. Conformément au PLUi, les eaux pluviales et les eaux usées doivent être recueillies de manière séparée

❖ Projet

3.8.1.1. Eaux usées

La création des ilots privés Parc, Enfants, Cœur de Ville et Faubourg ainsi que la réhabilitation de la petite cathédrale et de la grande cathédrale en espace culturel, implique la création de plusieurs branchements d'eaux usées reliés aux réseaux principaux de la rue du Bailly, du Chemin des Petits Cailloux et de l'Avenue du Président Wilson ainsi et la création d'un réseau d'eaux usées sur la voie nouvelle.

3.8.1.2. Eau potable

En matière de réseau d'adduction d'eau potable, le concessionnaire VEOLIA a été sollicité et a indiqué que pour les ilots Parc et Enfants, la conduite AEP existante n'est pas assez dimensionnée ce qui implique son remplacement par une conduite plus large. Ce remplacement doit être réalisé avant le début des travaux des ilots Parc et Enfants et est hors projet. L'aménageur réalisera ses propres réseaux en concertation avec les équipes de VEOLIA en charge du renforcement des existants.

Les ilots TKE/Faubourg et Cœur de Ville se raccordent directement aux réseaux existants sur l'avenue du Président Wilson.

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LES CONSOMMATIONS D'EAU EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LA CREATION DE RESEAUX D'USEES	FAIBLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LES VOLUMES D'EAU USEES A GERER	FAIBLE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)
IMPACT POSITIF SUR LES VOLUME SUR LE PROJET AVEC LA GESTION DES EAUX PLUVIALES	MODERE	(DIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

Un chantier nécessite des consommations d'eau non négligeables. Elles sont issues de la réalisation des travaux et du fonctionnement de la base vie. Les impacts temporaires du projet sont alors sur les ressources locales. Il convient donc de minimiser ces consommations en eau.

❖ Mesures ERC associées

- Mettre en place des moyens pour réduire la consommation d'eau (13.C.R.01)
- Sensibiliser les compagnons aux économies d'eau (13.C.A.01)
- Mettre en place un suivi des consommations en eau durant toute la durée du chantier (13.C.A.02)
- Gestion des eaux pluviales en phase exploitation (05.E.R.01)

La gestion des eaux pluviales repose sur une stratégie fondée sur la désimperméabilisassion maximale et l'infiltration à la parcelle. Les aménagements prévues permettent de capter, ralentir et infiltrer sur place les eaux de ruissellement issues des toitures, des cheminements, et des surfaces publiques.

Sur l'ensemble de ses bassins versants, à l'échelle du permis d'aménager, le projet prévoit un volume de stockage de 1 697 m^3 pour un volume à stocker de 928,1 m^3 selon une pluie d'occurrence trentennale et 1 238,5 m^3 pour une pluie d'occurrence centennale. Ce volume sera vidangé en un maximum de 48 heures en cas de pluie d'occurrence décennale. L'ensemble des pluies courantes seront vidangées par infiltration en moins de 24 h.

3.9. Réseau d'énergie et potentiels en énergie renouvelables (ENR) mobilisable

❖ Etat initial

L'état des lieux des installations ENR sur le territoire est issu du diagnostic énergétique intégré au Plan Climat-Air-Energie Territorial adopté par le Conseil Territorial du 25 février 2020. Sur le territoire de Plaine Commune, le secteur résidentiel est le principal consommateur d'énergie, consommant pour moitié du gaz de ville (1 225 073 MWh), complétée notamment par l'électricité (709 960 MWh).

Le secteur des transports et des bâtiments sont les principaux contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre du territoire et les principaux consommateurs d'énergie : ils représentent 80% des émissions de GES et 92% de la consommation d'énergie finale.

Le site d'étude se trouve à proximité du réseau de chaleur de Plaine Commune Energie alimenté par un taux d'énergies renouvelables de 64% (bois énergie et récupération de chaleur fatale et vapeur CPCU) et qui fait l'objet d'un projet d'extension.

❖ Projet

Une analyse spécifique a été menée afin d'évaluer les possibilités d'approvisionnement en énergies renouvelables du quartier. Plusieurs scénarios de production énergétiques ont été étudiés, allant de solutions individuelles à l'échelle de bâtiment à des systèmes mutualisés à l'échelle du quartier.

D'un point de vue économique, technique et environnemental, l'installation de la solution de **raccordement au réseau de chaleur urbain (RCU),** permettant la **production de chaud et d'ECS** dans les bâtiments, associée à du **géocooling** pour les usages nécessitant du froid ressort comme étant la meilleure solution. Cette solution, bien que plus chère sur 50 ans que la géothermie, présente des coûts d'investissement et d'entretien restreints, une simplicité de mise en œuvre et le recours aux EnR, ainsi que de bonnes performances environnementales.

Des systèmes complémentaires, l'installation d'au moins 150 kWc de panneaux photovoltaïques en toiture à l'échelle du quartier, dédiés à l'autoconsommation, combinés avec un système de récupération de chaleur sur eau grise sont recommandés.

- Le bilan de carbone du projet :

A l'échelle du projet, le bilan carbone pour le quartier projeté (périmètre aménageur) est estimé à 2 643 tCO_2/an pour l'ensemble du quartier. Le poste énergie représente 16% des émissions GES pour le périmètre aménageur. Le bilan carbone du quartier projeté comprenant à la fois le périmètre aménageur et usagers est estimé à 16 510 tCO_2/an. Sur le bilan global, seulement 16% des émissions correspondent au périmètre de l'aménageur.

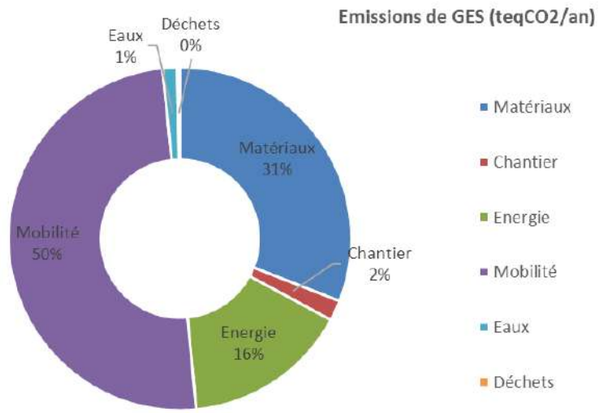


Figure 42 : Impact carbone global du projet – TERAO

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES LIEES AUX LOGEMENTS EN PHASE EXPLOITATION	MODERE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

Un chantier nécessite des consommations énergétiques non négligeables. Elles sont issues de la réalisation des travaux et du fonctionnement de la base vie. Les impacts temporaires du projet sont alors sur les ressources locales. Il convient donc de minimiser ces consommations énergétiques.

❖ Mesures ERC associées

- Mettre en place des moyens pour réduire la consommation d'énergie (13.C.R.01)
- Sensibiliser les compagnons aux économies d'eau et d'énergie (13.C.A.01)
- Mettre en place un suivi des consommations en eau et électricité durant toute la durée du chantier (13.C.A.02)
- Maitriser les consommations énergétiques des bâtiments par le développement d'une conception bioclimatique des logements (15.E.R.01)
- Réfléchir à la mise en place des solutions de production d'énergie renouvelable ou de récupération complémentaires au réseau de chaleur à l'échelle de chaque bâtiment : installation de panneaux photovoltaïques ou récupération de chaleur sur eaux grises (15.E.R.02)

3.10. Gestion des déchets

❖ Etat initial

Plaine Commune a la charge de la collecte et du traitement des déchets ménagers. Le traitement est conféré au SITOM93, qui a lui-même délégué cette compétence au SYCTOM. Plaine commune a les pleines compétences concernant la collecte et le traitement des déchets dangereux des ménages et le traitement des déchets collectés dans les déchetteries communautaires.

Dès 2017, Plaine Commune a fait le choix de lancer un ambitieux projet dit de « Métabolisme urbain ». Son objectif est d'expérimenter une démarche d'économie circulaire sur les chantiers, afin de prouver qu'un développement urbain dense est compatible avec une gestion raisonnée des ressources. Ainsi une charte d'économie circulaire s'applique aux projets de construction sur le territoire. Elle fixe les objectifs suivants pour les constructions neuves :

- Dédier 1% du montant des constructions / rénovations à l'achat de produits issus du réemploi ou de la réutilisation ;
- Généraliser le recours à du béton de construction incorporant à minima 5% de matériaux recyclés ;
- Etudier systématiquement la possibilité de recourir aux éco- matériaux notamment issus des terres du Grand Paris Express ;

❖ Projet

Conformément au PLUi, Les ilots constructibles intègrent des locaux dédiés aux Ordures Ménagères au sein des rez-de-chaussée, les permis de construire déposés permettront de préciser cette question, il est prévu :

- Ilot des Enfants : 2 locaux sont aménagés
- Ilot Parc : 4 locaux sont aménagés dont 1 directement accessible depuis la rue nouvelle.
- Ilot Faubourg / TKE : 7 locaux sont aménagés et directement accessibles depuis les espaces extérieurs
- Ilot Cœur de Ville : 5 locaux sont aménagés dont 3 directement accessibles depuis l'Avenue du Président Wilson ou le Chemin des Petits Cailloux.

Des locaux encombrants distincts des locaux OM sont également intégrés aux rez-de-chaussée. Des points de compostage sont prévus indépendamment pour chaque copropriété.

- **Démarches de réemploi :**

En plus de la réhabilitation des cathédrales du rail, au cœur du quartier, le projet prend un partie pris sur l'économie circulaire liée à la gestion des terres excavés. Le réemploi des terres traitées directement sur site sans exportation est une ambition vertueuse du projet. Ce maintien sur site des terres excavées et traitées dans le cadre du projet urbain, permet de :

- Limiter les nuisances du chantier sur l'environnement direct avec les allers & retours de camions évités.
- Traiter les terres polluées sur site, adopter un plan de gestion de ces terres traitées sur le site et les mettre en œuvre sur le site par le biais du nivellement.

Pour cela, le projet conçoit la mise en place d'une butte de 7m de hauteur en appui de l'îlot Parc. Son relief se poursuit sur l'îlot, confortant ce dernier comme étant intégré au parc.

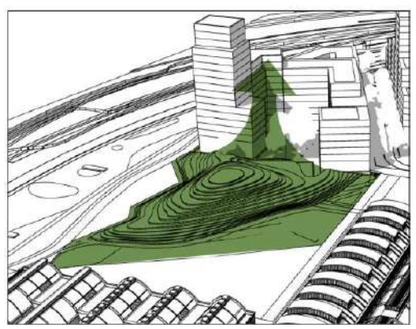


Figure 43 : Concept du parc qui se déploie sur la butte et au travers des émergences – D&A, COLOCO, Merlin – Permis d'aménager

❖ Incidences sur l'environnement

IMPACT NEGATIF SUR L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTION DE DECHETS ET LEUR GESTION EN PHASE CHANTIER	MODERE	(DIRECT / TEMPORAIRE / MOYEN TERME)
IMPACT NEGATIF SUR LA PRODUCTION ET GESTION DES DECHETS EN PHASE EXPLOITATION	FAIBLE	(INDIRECT / PERMANENT / LONG TERME)

Que ce soit pour la mise en œuvre des bâtiments, des voiries, ou même des espaces publics, le projet sera générateur d'un volume de déchets inertes (béton, terre, brique,), banals (bois, plastique, papier/carton, métal ferreux) et dangereux (peinture, mastic, aérosol, goudron, amiante).

La répartition massique des déchets de chantier est statistiquement la suivante : Déchets inertes (60%) – Déchets Banals (34%) – Déchets dangereux (5%) – Emballages (1%).

❖ Mesures ERC associées

- **Réaliser un diagnostic ressources et valorisation / Produits-Équipements-Matériaux-Déchets (PEMD) des constructions à démolir pour limiter la quantité de déchets produits lors de la démolition (14.C.R.01)**
- **Valoriser et réduire la production de déchets à la source des projets de construction (14.C.R.02)**
- **Mettre en place un Schéma d'Organisation de la Gestion des Déchets (SOGED) (14.C.R.03)**
- **Sensibiliser les ouvriers au recyclage, au nettoyage du chantier et au tri des déchets dans les bennes mises à leur disposition (14.C.A.01)**
- **Définir un processus de suivi du tri des déchets (14.C.A.02)**
- **Sensibiliser aux gestes de bonnes pratiques en matière de tri des déchets dans le livret d'accueil à destination des habitants (13.E.A.01)**

4. COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Les mesures en faveur de l'environnement sont de deux sortes :

- **Les mesures intégrées dans la conception même du projet** : Il s'agit des mesures qui découlent du choix du parti d'aménagement et des options prises. En effet, un certain nombre de choix techniques intégrés directement dans la conception du projet, ont été faits dans un objectif de minimisation des impacts du projet sur l'environnement.
- **Les mesures complémentaires envisagées** : Il s'agit de propositions qui engagent le maître d'ouvrage dans le cadre de la présente étude d'impact. Elles font ou ont fait l'objet d'études spécifiques de détail ultérieures. Elles comportent :
    - Les mesures destinées à éviter ou à réduire les effets négatifs,
    - Les mesures destinées à compenser les effets négatifs qui n'ont pu être supprimés ou suffisamment réduits,
    - Les mesures d'accompagnement, destinées à optimiser les effets positifs et à maîtriser les effets induits.

Les mesures intégrées dans la conception même du projet

Tableau 1 : Bilan financier des études et travaux d'aménagement

DEPENSES	QUANTITE	Superficie (m²)	unité (à préciser)	RATIO (€ HT/m²) Unité retenue en colonne D	MONTANT HT
ETUDES					
B1 - Etudes pré-opérationnelles					200 000 €
B2 - Etudes liées au recyclage foncier et pollutions					895 980 €
TRAVAUX					
C1 -Travaux éventuels de remise en état du foncier					
C11 - Archéologie (diagnostic, fouilles, hors redevances)					- €
C12- Travaux de Déconstruction					700 000 €
C13 - Travaux de Désamiantage et retrait du plomb du bâti					650 000 €
C14 - Dépollution des sols (et eaux souterraines) et terrassements					4 078 600 €
C15 - Autres frais de remise en état (sécurisation, enlèvement des déchets, déblais/ remblais hors dépollution, confortement, démontage des anciens équipements industriels, etc)					- €
C16 - Actualisation - révisions sur travaux - remise en état du foncier					302 102 €
C2 – Travaux d'aménagement et de construction intégrés au projet					
C21 - Travaux d'infrastructures (voiries, réseaux, espaces publics)					2 486 547 €
C21b - Travaux de la lisière de biodiversité					275 453 €
C21c - Travaux autres espaces verts					963 047 €
C22 - Travaux de réhabilitation des halles					12 861 869 €
C28 - Actualisation - révisions sur travaux - aménagement et construction					1 079 522 €
C3 - Honoraires sur travaux, Frais de maîtrise d'oeuvre					2 477 929 €
TOTAL					26 971 048 €

5. INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 a été mis en place par la Directive européenne « Oiseaux » de 1979 et par la Directive « Habitats » de 1992. Principale contribution de l'Union européenne à la préservation de la biodiversité, ce réseau a pour objectif d'enrayer l'érosion mondiale de la biodiversité. Il vise particulièrement à protéger à long terme des espèces et des habitats menacés, à forts enjeux de conservation en Europe.

Les zones Natura 2000 sont des sites naturels, terrestres et marins identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent.

Conformément à la réglementation française en vigueur, ayant intégré le droit européen (application des directives 2009/147/CEE dite « Oiseaux » et 92/43/CEE dite « Habitats »), ce rapport dresse un dossier d'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 riverains du périmètre d'étude.

Dans un rayon de 4km autour du site d'études (représenté par une étoile sur le schéma ci-contre), on trouve des sites Natura 2000 et espaces naturels sensibles.

- Plaine Commune est couverte par une ZPS (Zone de Protection Spéciale), le site n°FR1112013 « Sites de la Seine-Saint-Denis » au titre de la Directive 2009/147/CE dite « directive Oiseaux » du 30 novembre 2009, qui est représentée par 2 unités pour une surface totale de 345 ha, dont 308 sur le territoire de Plaine Commune composé du Parc de La Courneuve et du Parc de L'Ile-Saint-Denis.
- Le Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis a désigné trois espaces naturels sensibles (ENS) sur le territoire de Plaine Commune :
    - Le parc de La Courneuve (334 ha, dont 276 ha inclus dans Plaine Commune) ;
    - Le terrain des Essences à La Courneuve (14,4 ha),
    - Le parc régional de la Butte Pinson (19,0 ha) qui s'étend sur 4 communes dont Villetaneuse et Pierrefitte-sur-Seine (aujourd'hui rattachée à Saint-Denis) ;

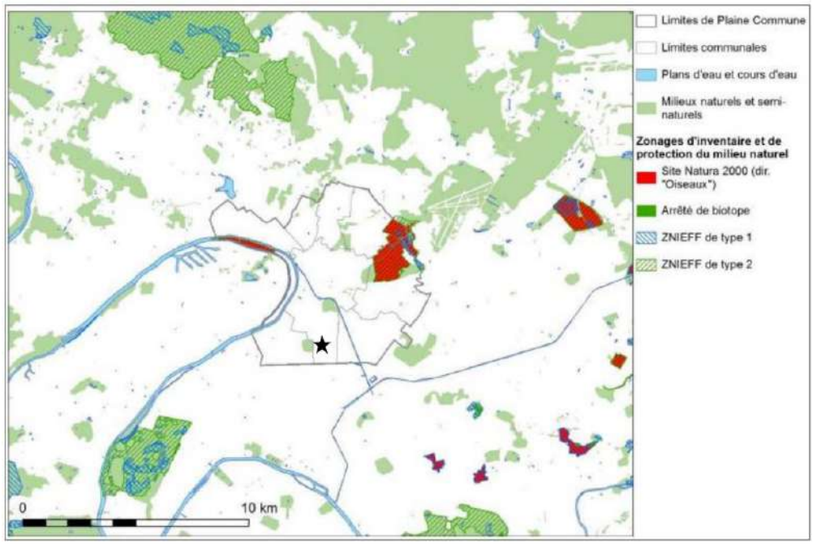


Figure 44 : Zones d'inventaires de protection du milieu naturel - INPN - BIOCOR

L'emprise du projet des Cathédrales du Rail, quant à elle, se situe en dehors de toutes zones protégées répertoriées. Par ailleurs, au regard de la densité urbaine autour de l'emprise du projet, aucun corridor écologique n'est constitué entre l'aire d'étude et les sites naturels protégés cité ci-dessus. Le projet n'impacte donc pas les milieux naturels protégés de Plaine Commune.

6. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Huit projets ont été pris en compte dans l'évaluation des impacts cumulés. Ils se situent dans un rayon de 2 km environ autour du projet des Cathédrales du Rail, dont trois dans les abords immédiats du projet :

- le projet de construction et d'exploitation du **Charles de Gaulle Express** : il s'agit de l'aménagement d'une ligne ferroviaire dédiée et directe entre l'aéroport de Paris Charles de Gaulle et la gare Paris-Est, en 20 min avec des une fréquence d'un train tous les ¼ d'heure, entre 5h et minuit. Il sera mis en service le 28 mars 2027. Son tracé longe la parcelle le Permis d'aménager du projet. A ce niveau, ce projet ferroviaire est aménagé en viaduc
- la poursuite de **l'aménagement de la ZAC Landy Pleyel** également adossée à l'Avenue du Président Wilson
  Cette ZAC a pour objectif de créer un quartier mixte avec au nord, un pôle tertiaire et un pôle audiovisuel, et au sud, le renouvellement de l'offre de logements.
  Débuté en 2000, cette ZAC est déjà finalisée. Dernièrement, l'offre en transport a depuis été décuplée par l'ouverture en 2024 de la nouvelle gare Pleyel du Grand Paris Express (lignes 16, 17, 18), et la réalisation du Franchissement Urbain Pleyel contribuant à renforcer son attractivité.
- la poursuite de l'**aménagement de la ZAC Nozal – Front Populaire** avec notamment la **construction de l'ilot E1B**
  Cet ilot prévoit la construction de 200 logements abrités dans 6 bâtiments culminant à 10 étages et comprenant des rez-de-chaussée actifs.
  Le site est actuellement occupé par une friche urbaine, à la suite de démolition des anciens bâtiments d'activité effectuée dans le cadre du projet antérieur

Les autres projets concernés sont :

- Un projet de construction d'un **programme immobilier mixte** rue Génin à Saint-Denis, à environ 2 km du site
  La programmation la création de surface de plancher totale de 17 100 m² comprenant 270 logements ainsi que des surfaces commerciales à rez-de-chaussée.

- AOP Porte de la Chapelle

  Ce secteur de 13,9 ha, localisé à proximité immédiate de Paris a pour objectif de renforcer le FRET ferroviaire et fluvial ainsi que les activités de logistique urbaine et de renforcer la présence végétale sur ce site fortement artificialisé.

- AOP EMGP

  Ce secteur stratégique de 38,9 ha est situé à l'interface entre plusieurs sites de projet : la ZAC Nozal-Front Populaire, la ZAC Canal, le Campus Condorcet, le réaménagement de la Porte de La Chapelle ou le secteur de projet du Pont de Stains.

  Les principes programmatiques à mettre en œuvre reposent sur l'affirmation de la vocation de parc d'activités innovant ainsi que l'accompagnement du tracé du tramway T8 par le développement de rez-de-chaussée actifs, notamment sous la forme d'activités commerciales et de services, de restaurants, d'équipements, de lieux d'animation urbaine ;

- **AOP Secteur de la Plaine Saulnier** à Saint-Denis
  D'une superficie de 16 hectares environ, ce secteur fait l'objet d'un projet de création d'une ZAC d'intérêt métropolitain et s'inscrit dans la poursuite de l'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024. Son contenu porte sur la phase « héritage », c'est-à-dire sur le projet dans sa version finale postérieure aux Jeux A terme, sont prévus 500 à 650 logements dont 40 % de locatif social.

- **Transports en commun structurants** :
  En vue de renforcer les liens entre le nord parisien et le département de la Seine-Saint-Denis et d'accompagner la transformation de ces territoires en pleine mutation, de nouveaux transports en commun sont en cours d'aménagement
  - Métro 15, 16 et 17 à la Station Saint-Denis – Pleyel
  - Tramway 8 : Prolongement du tronc commun de la ligne de tramway T8 depuis la station-terminus Saint-Denis - Porte de Paris jusqu'à la gare RER E de Rosa-Parks à Paris. 10 nouvelles stations seront créées le long des 5,5 km de ce nouveau linéaire.