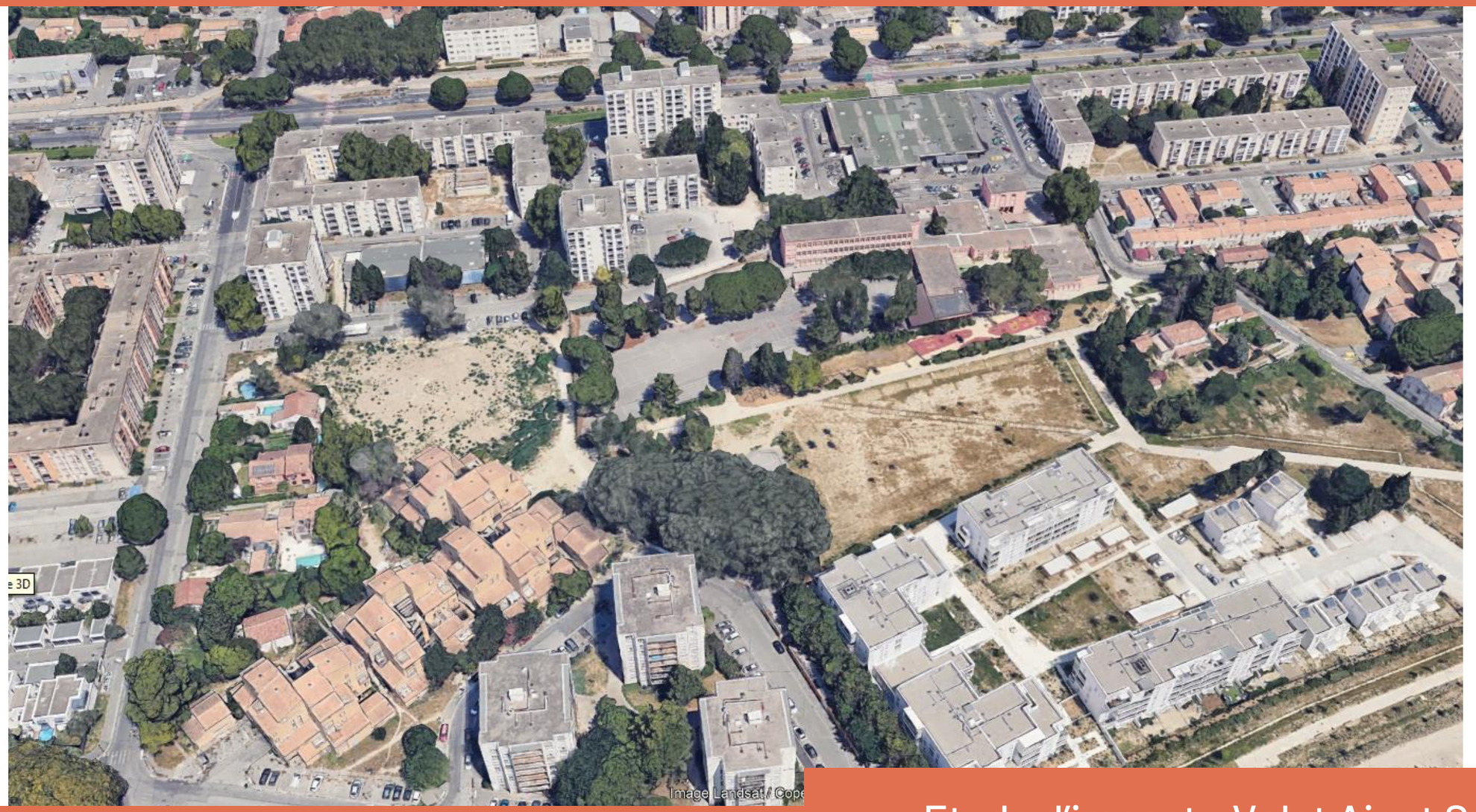


Etude d'impact - Volet Air et Santé

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral

Avignon (84)

CIA
CONSEIL INGÉNIERIE AIR
BUREAU D'ÉTUDES
Marseille • Lyon • Paris
www.cia-air.fr

Octobre 2025
Version A

AVIGNON
Ville d'exception

Sommaire

Partie 1. Contexte du projet et règlementation 8

1. Contexte du projet 9

2. Réglementation et niveau d'étude 12

2.1. La règlementation 12
2.2. Niveau d'étude 12

Partie 2. Méthodologie 13

3. Méthodologie des campagnes de mesures 14

3.1. Prélèvements passifs 14
3.2. Position des points de mesures 14
3.3. Analyse en laboratoire 14
3.4. Interprétation des résultats 14
3.5. Difficultés rencontrées 14

4. Méthodologie du calcul des émissions et de l'analyse des coûts collectifs ... 15

4.1. Calcul des émissions 15
4.2. Analyse des coûts collectifs 16
4.2.1. La pollution atmosphérique 16
4.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre 17
4.2.3. Valeurs tutélaires 18

5. Méthodologie pour le calcul des concentrations dans l'air 19

5.1. Modèle de dispersion 19
5.2. Ratio NO_2/NOx 19
5.3. Pollution de fond 19

6. Méthodologie pour l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) 20

6.1. Rappel méthodologique 20
6.2. Identification des dangers 20
6.2.1. Identification des dangers 20
6.2.2. Choix des traceurs de risque 21
6.2.3. Choix des relations dose-réponse 21
6.2.4. Caractérisation du risque sanitaire 23

Partie 3. Etat initial 24

7. Description de la zone d'étude 25

7.1. Situation géographique 25
7.2. Topographie 25
7.3. Climatologie 25
7.4. Population 26
7.5. Sites industriels 28

8. Analyse de la situation initiale 29

8.1. Principaux polluants indicateurs de la pollution automobile 29
8.2. L'indice Atmo 31
8.3. Indice ICAIR : Indicateur Cumulé de l'Air 31
8.4. Valeurs de référence 32
8.4.1. Recommandations de l'OMS 32
8.4.2. Seuils réglementaires 33
8.4.3. Nouveaux seuils réglementaires à l'horizon 2030 33
8.5. La qualité de l'air dans les documents cadres 34
8.5.1. Plans d'action à l'échelle nationale 35
8.5.2. Plans d'action à l'échelle régionale 35
8.5.3. Plans d'action à l'échelle locale 36
8.6. Qualité de l'air à proximité de la zone d'étude 38
8.6.1. Réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air 38
8.6.2. Emissions de polluants atmosphériques par secteur d'activité 39
8.6.3. Concentrations mesurées par l'AASQA en air ambiant aux alentours de la zone d'étude 42
8.6.4. Concentrations modélisées par l'AASQA aux alentours de la zone de projet 44
8.7. Mesures réalisées in situ 48
8.7.1. Méthodologie d'étude 48
8.7.2. Localisation des points de mesures 49
8.7.3. Conditions météorologiques 50
8.7.4. Interprétation des résultats 52

9. Conclusion de l'état initial 53

Partie 4. Impact du projet 55

10. Trafic routier : Calcul d'émissions de polluants et de la consommation énergétique 56

10.1. Données d'entrée : Trafic routier 56
10.1.1. Données 56
10.1.2. Répartition du parc automobile 61
10.1.3. Définition de la bande d'étude 61
10.2. Evolution du trafic routier dans la zone d'étude 63
10.3. Bilan de la consommation énergétique 63
10.4. Bilan des émissions en polluants 64

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A	10/2025	Première version du rapport – Etude Air et Santé	RL	PJ	PYN

10.5. Analyse des coûts collectifs....66
10.5.1. Rappel méthodologique 66
10.5.2. Coûts liés à la pollution de l'air 66
10.5.3. Coûts liés à l'effet de serre additionnel 66
10.5.4. Coûts collectifs globaux 66
11. Modélisation de la dispersion atmosphérique 67
11.1. Volumétrie des bâtiments 68
11.2. Validation du modèle 70
11.3. Zones d'intérêt 71
11.4. Modélisation du dioxyde d'azote 72
11.4.1. Concentrations au niveau du sol 72
11.4.2. Concentrations en façades des bâtiments 80
11.5. Modélisation des particules PM10 84
11.6. Modélisation des particules PM2,5 90
12. Conclusion de l'impact du projet 98
Partie 5. Exposition des populations 101
13. Evaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP 102
13.1. Objectif de l'IPP 102
13.2. Données utilisées dans le calcul de l'IPP 102
13.2.1. Population 102
13.2.2. Concentrations en dioxyde d'azote 102
13.3. Présentation des résultats de l'IPP du NO_2 105
13.3.1. Indice Pollution Population cumulé dans la bande d'étude 105
13.3.2. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée 106
13.3.1. Etude de la répartition spatiale des Indices Pollution Population dans la bande d'étude 106
14. Evaluation des Risques Sanitaires 110
14.1. Evaluation de l'exposition des populations 110
14.1.1. Scénarios d'exposition 110
14.1.1. Evaluation de l'exposition par inhalation 111
14.2. Caractérisation des risques 112
14.2.1. Exposition par inhalation pour des effets à seuil 112
14.2.2. Exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil 113
14.3. Revue des incertitudes 114
14.3.1. Facteurs de sous-estimation des risques 114
14.3.2. Facteurs de surestimation des risques 114
14.3.3. Facteurs d'incertitude dont l'influence sur les résultats n'est pas connue 115
14.3.4. Synthèse des incertitudes 115
15. Conclusion de l'analyse des risques sanitaires 116
Partie 6. Mesures Eviter Réduire Compenser (ERC) 118
16. Mesures pour limiter l'impact du projet 119
16.1. Mesures envisagées pour réduire les impacts en phase chantier 119
16.2. Mesures envisageables pour réduire l'impact sur la qualité de l'air 119
16.2.1. Projet d'arrêté pour limiter les poids lourds sur la rocade 119
16.2.1. Mesures applicables dans le cadre du projet des Olivades 119
16.3. Mesures envisagées pour réduire l'impact sur la santé 120
Partie 7. Annexes 121
Annexe 1 Fiches de mesures 123
Annexe 2 Méthodes de prélèvement et d'analyses 125
Annexe 3 Résultats d'analyse du laboratoire PASSAM 126
Annexe 4 Quantification des risques sanitaires 127

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A	10/2025	Première version du rapport – Etude Air et Santé	RL	PJ	PYN

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84) 9

Figure 2 : plan de démolition du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84) 10

Figure 3 : Plan de masse du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84) 11

Figure 4 : Illustration de l'installation des tubes passifs - NO_2 14

Figure 5 : Illustration du capteur passif de particules PM10 14

Figure 6 : Méthodologie de calcul des émissions liées au trafic routier 15

Figure 7 : Rose des vents normale sur 20 ans utilisée dans le calcul de la dispersion atmosphérique (station d'Avignon) – source Météo-France 19

Figure 8 : Carte topographique de la zone étudiée (source topographic-map.com) 25

Figure 9 : Rose de vent sur la période de 2001 à 2020 à la station Météo France d'Avignon (84) 25

Figure 10 : Cartographie de la densité de population (source Géoportail, données Filosofi 2019) 26

Figure 11 : Localisation des lieux recevant des populations vulnérables autour de la zone de projet 27

Figure 12 : Cartographie des installations industrielles rejetant des polluants dans l'air (données IREP 2023) . 28

Figure 13 : Évolution des recommandations de l'OMS – Source Atmo Occitanie 32

Figure 14 : Articulation des plans d'action en France – Source ADEME 34

Figure 15 : Cartographie des stations de mesures d'AtmoSud à proximité de la zone d'étude 38

Figure 16 : Contribution des différents secteurs émetteurs en région PACA (cigale AtmoSud 2022) 39

Figure 17 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans le département du Vaucluse (cigale AtmoSud 2022) 40

Figure 18 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans la communauté d'Agglomération du Grand Avignon (cigale AtmoSud 2022) 41

Figure 19 : Évolution de l'indice ICAIR365 par métropole – Source : Bilan d'activité 2023 d'AtmoSud 43

Figure 20 : Évolution des émissions depuis 10 ans - Source : Bilan d'activité 2023 d'AtmoSud 43

Figure 21 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote en 2024 – Modélisées par AtmoSud 44

Figure 22 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 en 2024 – Modélisées par AtmoSud 45

Figure 23 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 en 2024 – Modélisées par AtmoSud 46

Figure 24 : Cartographie l'indice ICAIR en 2024 – Modélisé par AtmoSud 47

Figure 25 : Cartographie de la position des sites de prélèvements passifs et détails des polluants mesurés .. 49

Figure 26 : Influence des conditions météorologiques sur la dispersion des polluants - Source : ATMO Auvergne Rhône Alpes 50

Figure 27: Variations de températures et précipitations durant la campagne de mesures – Station Avignon (84) de météo France 51

Figure 28 : Rose des vents observés durant la campagne de mesure du 29/09/2025 – 13/10/2025 à Avignon (84) – Météo France 51

Figure 29 : Rose des vents normales à la station Avignon (84) de Météo France - Période 1991-2010 51

Figure 35 : réseau routier retenu pour l'étude 56

Figure 36 : Trafic Moyen Journalier en 2023 pour la situation initiale 57

Figure 37 : Trafic Moyen Journalier en 2032 pour la situation de référence (sans projet) 58

Figure 38 : Trafic Moyen Journalier en 2032 pour la situation avec projet 59

Figure 39 : Evolution du Trafic Moyen Journalier en 2032 entre la situation de référence et la situation avec projet 60

Figure 40 : Présentation de la bande d'étude et du domaine de calcul pris en compte dans le calcul des émissions et de la dispersion atmosphériques 62

Figure 41 : Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude 63

Figure 42 : bilan des émissions en NOx, PM10 et PM2,5 sur la zone d'étude 64

Figure 43 : Cartographie des émissions de NOx en 2032 pour la situation avec projet 65

Figure 44 : Volumétrie des bâtiments en situation initiale et future de référence (avant démolition) 68

Figure 45 : Volumétrie des bâtiments en situation future avec projet 68

Figure 46 : Volumétrie des bâtiments en situation initiale et future de référence (avant démolition) – vue 3D 69

Figure 47 : Volumétrie des bâtiments en situation future avec projet – vue 3D 69

Figure 48 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 pour la situation initiale 70

Figure 49 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 en 2024 modélisées par AtmoSud 70

Figure 50 : localisation des zones d'intérêt 71

Figure 51 : lignes de courant à 2 mètres du sol pour un vent faible venant du Nord 73

Figure 52 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation initiale 2023 74

Figure 53 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Référence- Horizon 2032 75

Figure 54 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Avec Projet – Horizon 2032 76

Figure 55 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Référence- Horizon 2032 - zone de dépassement de la valeur limite européenne 77

Figure 56 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Avec Projet – Horizon 2032 – zone de dépassement de la valeur limite européenne 78

Figure 57 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – dioxyde d'azote – horizon 2032 79

Figure 58 : concentrations moyennes annuelles en NO_2 en 2032 – coupe verticale le long des façades des bâtiments du projet situés le long de la rocade 80

Figure 59 : concentrations moyennes annuelles en NO_2 en 2032 - coupes horizontales à différentes altitudes 83

Figure 60 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 – Situation Actuelle 2025 86

Figure 61 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Référence- Horizon 2032 87

Figure 62 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Avec Projet – Horizon 2032 88

Figure 63 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM10– horizon 2032 89

Figure 64 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 – Situation Actuelle 2025 92

Figure 65 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2032 93

Figure 66 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Avec Projet – Horizon 2032 94

Figure 67 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2032 - zone de dépassement de la valeur limite européenne 95

Figure 68 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Avec Projet – Horizon 2032 - zone de dépassement de la valeur limite européenne 96

Figure 69 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM2,5– horizon 2032 97

Figure 70 : Nombre d'habitants par bâtiment résidentiel dans la bande d'étude (source : BD Topo® de l'IGN / INSEE 2025) 103

Figure 71 : Nombre d'habitants par bâtiment résidentiel dans la bande d'étude en situation projetée 2032 (source : BD Topo® de l'IGN / INSEE 2025 et données du projet) 104

Figure 72 : Nombre d'habitants exposés aux différentes gammes de concentrations en NO_2 pour tous les horizons et scénarios étudiés 106

Figure 73 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation initiale 107

Figure 74 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation de référence – Horizon 2032 108

Figure 75 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation de projet – Horizon 2032 109

Figure 76 : localisation des lieux d'exposition retenus pour l'ERS 110

Figure 77 : risques cumulés pour une exposition chronique à seuil 112

Figure 78 : risques cumulés pour une exposition chronique sans seuil 113

Figure 79 : mesures pour limiter l'impact sur les futurs usagers du projet 120

Figure 80 : Résultats bruts (avant correction) de l'analyse du dioxyde d'azote par le laboratoire PASSAM 126

Figure 81 : Résultats de l'analyse des particules PM10 par le laboratoire PASSAM 126

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Définition du niveau d'étude en fonction du trafic et de la densité de population 12

Tableau 2 : Facteurs multiplicatifs de densité de population pour le calcul des coûts sanitaire..... 16

Tableau 3 : Densité de population des zones traversées par l'infrastructure..... 16

Tableau 4 : Coefficients de vitesse pour le calcul des facteurs d'émissions lorsque l'infrastructure passe d'une zone à une autre 17

Tableau 5 : Taux d'évolution pour les émissions routières..... 17

Tableau 6 : Valeurs tutélaires (€/100 véh.km) déclinées par type de véhicule 18

Tableau 7 : Variation annuelle du PIB par tête et des émissions pour chaque horizon d'étude..... 18

Tableau 8 : Valeur tutélaires de la tonne de CO_2..... 18

Tableau 9 : Valeur tutélaires (en €2015/100 véh.km) déclinées par type de véhicule par année et par typologie de voie 18

Tableau 10 : pollution de fond retenue pour les calculs 19

Tableau 11 : Substances retenues dans le cadre de l'ERS 21

Tableau 12 : VTR pour une exposition aiguë par inhalation 22

Tableau 13 : VTR pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil.....22

Tableau 14 : ERU pour une exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil 22

Tableau 15 : Valeurs guide de comparaison pour une exposition aiguë par inhalation pour les autres substances sans VTR 22

Tableau 16 : Valeurs guide de comparaison pour une exposition chronique par inhalation.....22

Tableau 17 : Facteurs d'équivalence toxique - Proposition de l'INERIS adaptée de la table de Nisbet et LaGoy, 1992.....22

Tableau 18 : Statistiques INSEE en 2022 de la population de la commune étudiée (chiffres parus le 02/09/2025) 26

Tableau 19 : Installations industrielles rejetant des polluants dans l'air à proximité de la zone d'étude (données IREP 2023).....28

Tableau 20 : Échelle des sous-indices de l'indice ATMO – Source Atmo Auvergne Rhône-Alpes 31

Tableau 21 : Echelle des indices ICAIR365 (annuel) – Source AtmoSud..... 31

Tableau 22 : Echelle des indices ICAIRh (horaire) – Source AtmoSud 31

Tableau 23 : Définition des seuils réglementaires de référence 33

Tableau 24 : Critères de qualité de l'air en vigueur 33

Tableau 25 : Nouvelle normes de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine fixées par la nouvelle directive UE 2024/2881 révisant la directive 2008/50/CE et comparaison avec les valeurs guides de l'OMS (2021) – source CITEPA 33

Tableau 26 : Répartition sectorielle des émissions de polluants en pourcentage dans la région PACA (cigale AtmoSud 2022).....39

Tableau 27 : Répartition sectorielle des émissions de polluants en pourcentage dans le département du Vaucluse (cigale AtmoSud 2022) 40

Tableau 28 : Répartition sectorielle des émissions de polluants en pourcentage dans la communauté d'Agglomération du Grand Avignon (cigale AtmoSud 2022).....41

Tableau 29 : Concentrations moyennes annuelles mesurées dans l'air ambiant par AtmoSud et comparaison avec les valeurs de référence et réglementaires.....42

Tableau 30 : Organisation de la campagne de mesures dans la zone d'étude 48

Tableau 31 : Typologie et influence des sites de mesures et polluants d'intérêts 48

Tableau 32 : Comparaison des données météo durant la campagne de mesure aux normales mensuelles – fiche climatologique Météo France : Statistiques 1991-2020 et record – Station Avignon (84) 51

Tableau 34 : Répartition du type de motorisation en fonction de l'année et de la typologie de l'axe routier – Parc AME (source : UGE-IFSTTAR 2023).....61

Tableau 35 : Evolution du trafic dans le domaine d'étude..... 63

Tableau 36 : Bilan des émissions moyennes journalières des polluants principaux et des gaz à effet de serre (GES) sur le domaine d'étude 64

Tableau 37 : Coûts liés à la pollution de l'air – Tous types de véhicules confondus 66

Tableau 38 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel – Tous types de véhicules confondus..... 66

Tableau 39 : Coûts collectifs globaux du domaine d'étude – Tous types de véhicules confondus..... 66

Tableau 40 : Statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées au niveau du sol dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés 72

Tableau 41 : Concentrations en dioxyde d'azote modélisées en moyenne dans les zones d'intérêt 72

Tableau 42 : Statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées au niveau du sol dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés 84

Tableau 43 : Concentrations en particules PM10 modélisées en moyenne dans les zones d'intérêt 84

Tableau 44 : Statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées au niveau du sol dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés 90

Tableau 45 : Concentrations en particules PM2,5 modélisées en moyenne dans les zones d'intérêt 90

Tableau 46 : IPP cumulé du NO_2 dans la bande d'étude 105

Tableau 47 : Nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations 106

Tableau 48 : définition des scénarios d'exposition retenus en exposition chronique..... 110

Tableau 49 : Concentrations de fond retenues pour l'ERS (source : AtmoSud)..... 111

Tableau 50 : synthèse des risques cumulés en exposition chronique et en exposition aigue 112

Partie 1. Contexte du projet et règlementation

1. Contexte du projet

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral à Avignon (84).

Le projet portant sur le **quartier Olivades Sud** prévoit :

- Logements :
  - Déconstruction de 6 immeubles de logements sociaux (336 logements) ;
  - Construction d'immeubles de logements représentants 125 nouveaux logements.
- Équipements :
  - Déconstruction de la salle de sport Cabrière ;
  - Construction d'équipements sportifs sous la forme de constructions légères (type yourte) ;
  - Déconstruction de la galerie commerciale ;
  - Construction d'un équipement commercial au sein d'un lot à bâtir au Nord-Ouest.

Le projet portant sur le **quartier Mistral** consiste en la réalisation des travaux et aménagements suivants :

- Logements :
  - Déconstruction de 2 parties de bâtiments (29 logements) ;
  - Réhabilitation de 176 logements.
- Équipements :
  - Création d'un poste de police en rez-de-chaussée.

La localisation du projet est présentée sur la carte ci-contre. Le plan de démolition ainsi que le plan masse du projet sont présentés sur les cartes pages suivantes.

Cette étude est réalisée pour le compte de la ville d'Avignon.

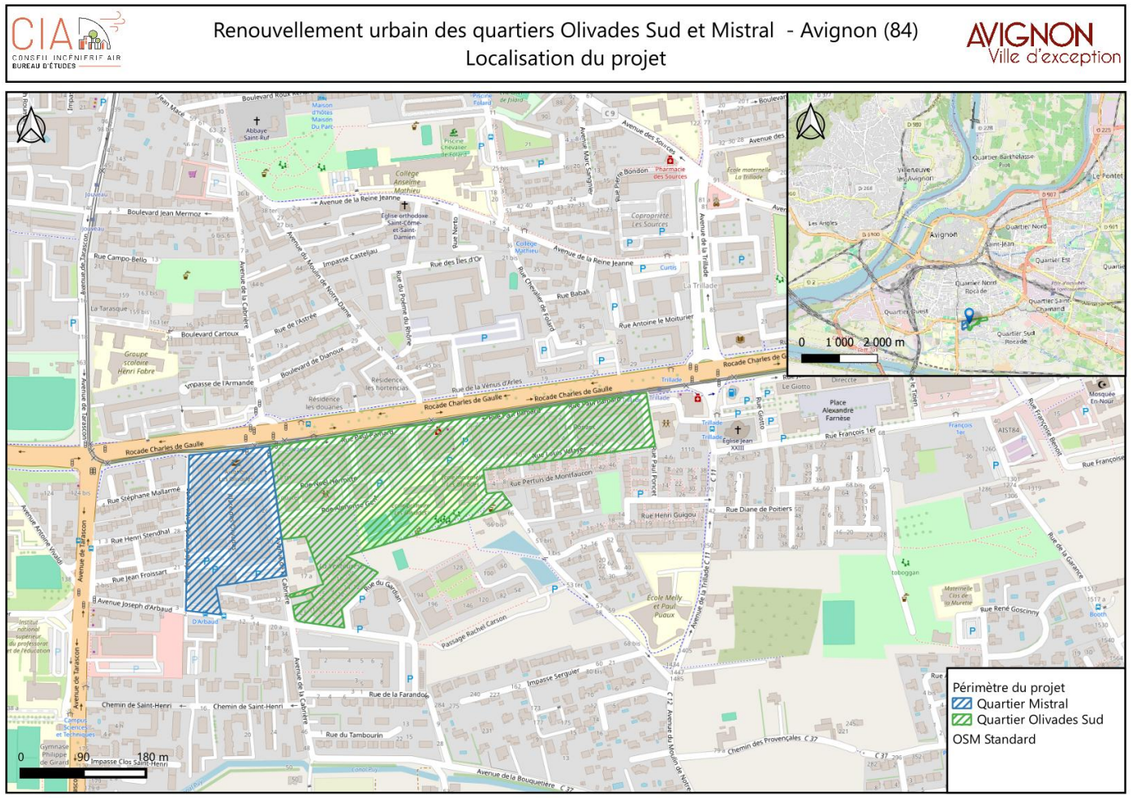


Figure 1 : Localisation du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)

Les enjeux de cette étude sont :

- Dans un premier temps de qualifier la qualité de l'air de la zone et ainsi déterminer les concentrations locales ;
- Dans un second temps, de qualifier l'impact du projet en lui-même sur la qualité de l'air locale : le trafic routier étant une source de pollution atmosphérique, un changement des conditions de trafic locales peut impacter, de façon positive ou négative, la qualité de l'air et donc la santé des populations avoisinant ces axes.

La présente étude porte sur les impacts Air/Santé du projet et s'appuie sur la note technique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières[1] qui elle-même officialise le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières.

[1] Note technique 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 - https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/44436

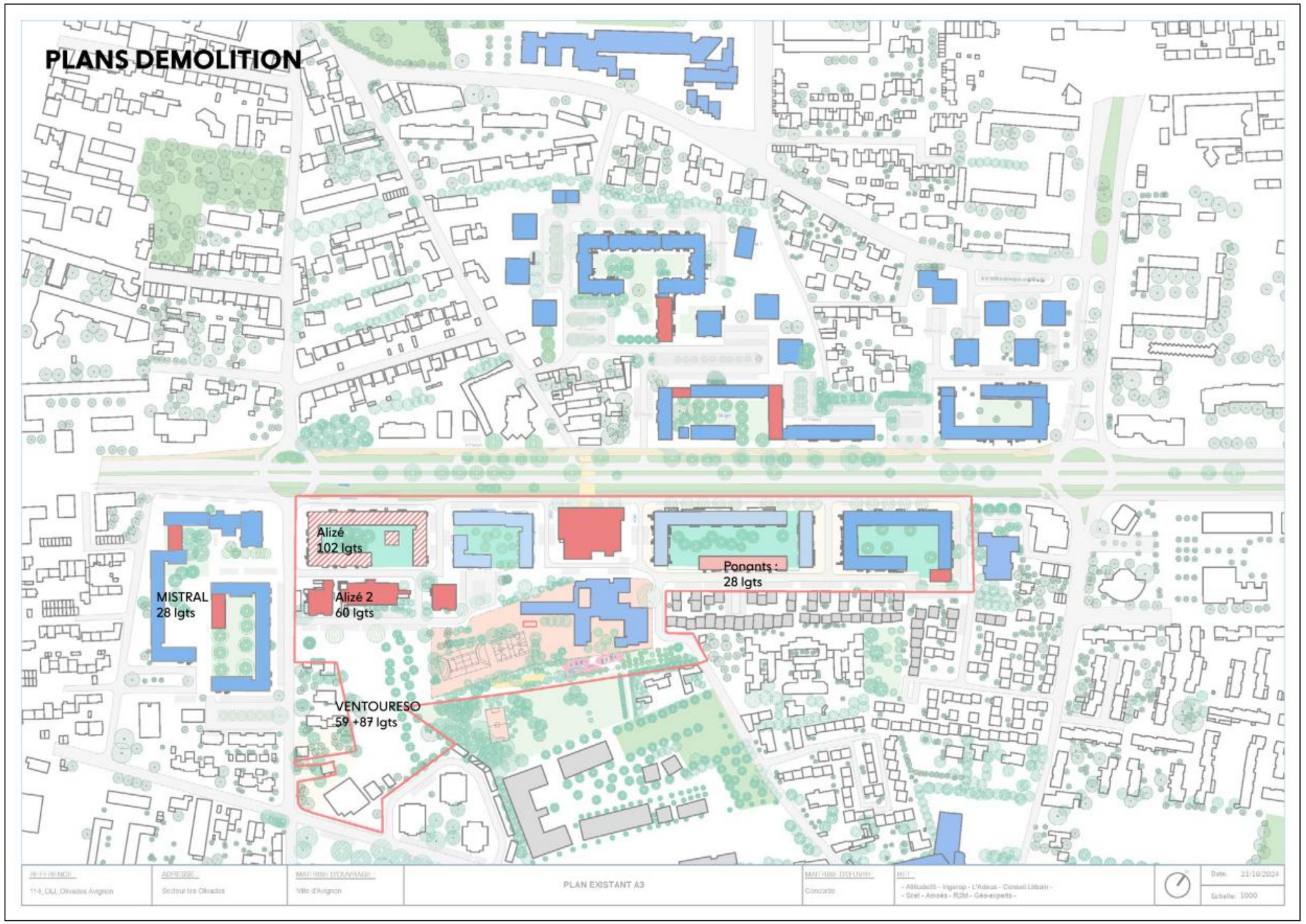


Figure 2 : plan de démolition du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)

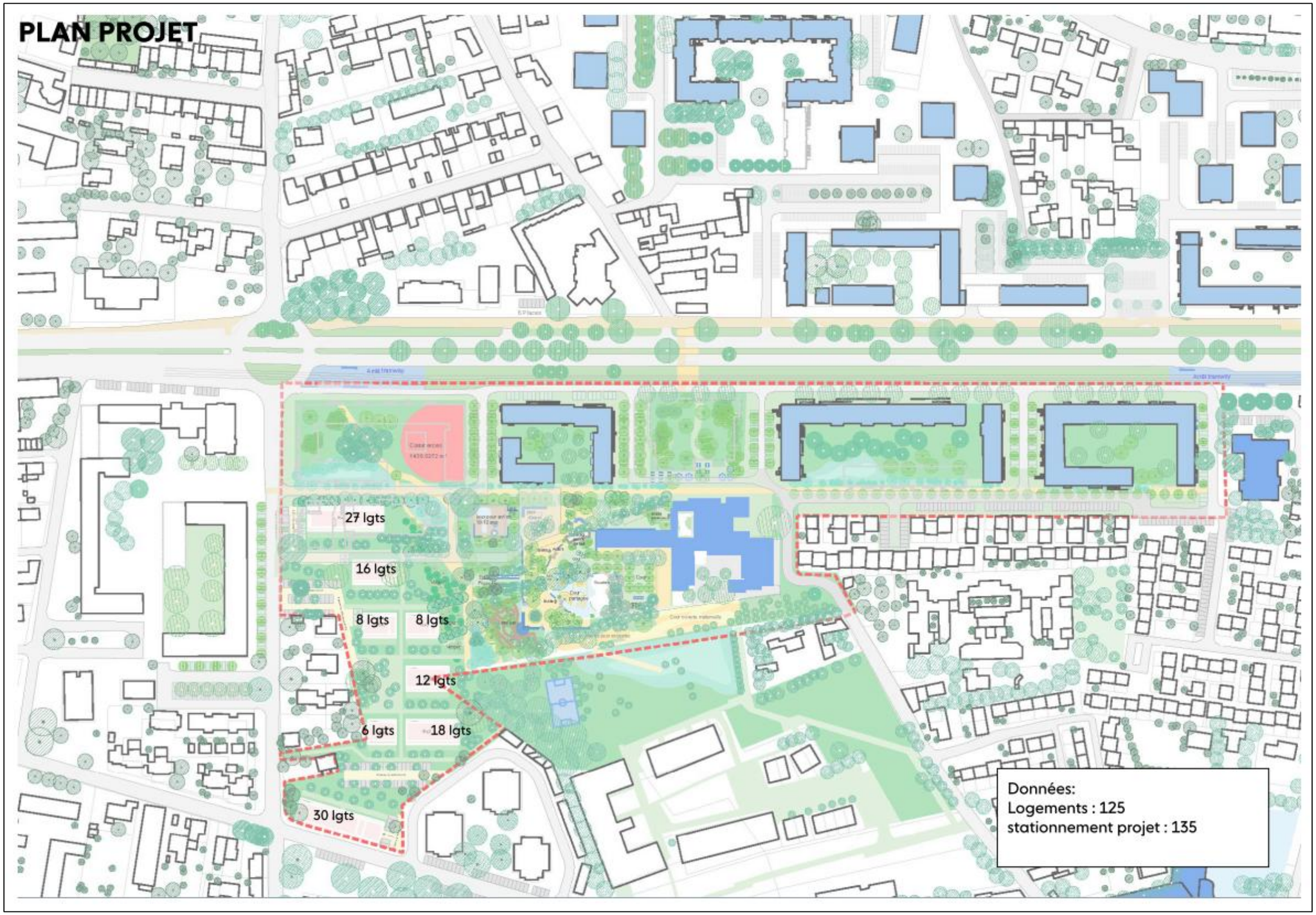


Figure 3 : Plan de masse du projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)

2. Réglementation et niveau d'étude

2.1. La règlementation

Les articles L220-1 et suivants du Code de l'Environnement, ancienne loi sur l'air du 30 décembre 1996, ont renforcé les exigences en matière de qualité de l'air et constituent le cadre de référence pour la réalisation des études environnementales et des études d'impact dans les projets d'infrastructures routières.

L'article 19 de cette loi, complété par sa circulaire d'application 98-36 du 17 février 1998, précise la nécessité :

- D'analyser les effets du projet sur la santé ;
- D'estimer les coûts collectifs des pollutions et des avantages induits ;
- De faire un bilan de la consommation énergétique.

Les méthodes et le contenu de cette étude sont définis par la note technique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières.

Cette note technique est venue actualiser la précédente note de 2005 annexée à la circulaire DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005.

2.2. Niveau d'étude

La note technique du 22 février 2019 définit le contenu des études « Air et Santé », qui se veut plus ou moins conséquent selon les enjeux du projet en matière de pollution de l'air et d'incidences sur la santé.

Quatre niveaux d'étude sont ainsi définis en fonction des niveaux de trafics attendus à terme sur la voirie concernée et en fonction de la densité de population à proximité de cette dernière.

Tableau 1 : Définition du niveau d'étude en fonction du trafic et de la densité de population

	Charge prévisionnelle de trafic (véh/jour)			
Densité dans la bande d'étude (hab/km²)	**> 50 000 véh/j**	**25 000 véh/j à 50 000 véh/j**	**10 000 véh/j à 25 000 véh/j**	**≤ 10 000 véh/j**
G I Bâti avec densité ≥ 10 000 hab./ km²	I	I	II	II si le projet > 5 km ou III si le projet < ou = 5 km
G II Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab./ km²	I	II	II	II si le projet > 25 km ou III si le projet < ou = 25 km
G III Bâti avec densité ≤ 2000 hab./ km²	I	II	II	II si le projet > 50 km ou III si le projet < ou = 50 km
G IV Pas de Bâti	III	III	IV	IV

Compte-tenu du trafic prévisionnel sur les voies autour du projet et notamment sur la rocade (voir chapitre 10.1) et de la présence d'une école au sein du projet, **une étude de niveau II** est réalisée pour ce projet. **Elle sera relevée en niveau I au droit des établissements recevant des populations vulnérables présentes dans la bande d'étude, comme l'école des Olivades**.

Une étude de niveau II contient les étapes suivantes :

- L'état initial de la qualité de l'air,
- La campagne de mesures *in situ*,
- Les calculs des émissions,
- L'analyse des coûts collectifs.
- La modélisation de la dispersion atmosphérique,
- L'indice Pollution Population,
- L'Evaluation des Risques Sanitaires au niveau des populations vulnérables de la bande d'étude.

Les polluants à prendre en considération, définis sur une base réglementaire, sont les suivants :

- Dioxyde d'azote (NO_2),
- Particules fines (PM10 et PM2,5),
- Monoxyde de carbone (CO),
  Benzène, comme traceur des Composés Organiques Volatils non Méthaniques (COVnM),
- Dioxyde de soufre (SO_2),
- Métaux : Arsenic et nickel,
- Benzo[a]pyrène (B(a)P, comme traceur des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Par ailleurs, les émissions de CO_2, traceur des gaz à effets de serre, seront également estimées.

Partie 2. Méthodologie

3. Méthodologie des campagnes de mesures

3.1. Prélèvements passifs

Les campagnes de mesures sont généralement réalisées sur 2 saisons contrastées différentes, elles s'intéressent aux principaux polluants d'origine automobile qui sont le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules (de taille inférieure à 10µm : PM10). Ces polluants sont mesurés :

- Pour le dioxyde d'azote : sur une durée de 2 semaines à l'aide d'échantillonneurs passifs.
- Pour les particules (PM10) : sur une durée de 2 semaines à l'aide d'un capteur passif.

Cette technique de mesure permet d'obtenir une évaluation de la concentration atmosphérique moyenne de ces polluants sur cette durée.

La méthodologie d'échantillonnage consiste en la suspension des échantillonneurs passifs dans une boite les protégeant des intempéries. Ces boites sont placées à une hauteur de 2 à 2,5 mètres du sol, en suspension libre, aux endroits de mesures choisis.



Figure 4 : Illustration de l'installation des tubes passifs - NO_2

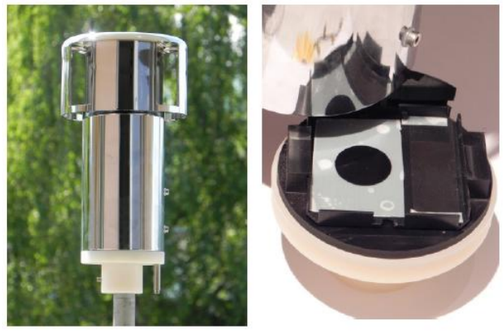


Figure 5 : Illustration du capteur passif de particules PM10

3.2. Position des points de mesures

Les points sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude afin de caractériser au mieux la qualité de l'air sur les secteurs étudiés.

Les points de mesures sont caractéristiques d'un type de pollution selon leur emplacement. Ainsi, on distingue les sites sous influence :

- Les points de proximité trafic (T), situés à proximité d'un axe de circulation important ;
- Les points de fond (F), situés en dehors de la zone d'influence du trafic routier ;
- Les points industriels (I), situés dans une zone sous influence industrielle.

Les sites de mesures sont également caractérisés par la densité de population et peuvent être des sites de typologie urbaine, périurbaine ou rurale.

3.3. Analyse en laboratoire

Les tubes sont ensuite envoyés pour analyse dans un laboratoire spécialisé (PASSAM), situé en Suisse, pour obtenir les concentrations mesurées in situ.

Le détail des méthodes de prélèvements et d'analyses utilisés sont précisées en Annexe 2.

3.4. Interprétation des résultats

Une analyse et une interprétation des résultats obtenus est effectuée suivant la nature des prélèvements, leurs concentrations, les conditions météorologiques locales constatées pendant les mesures.

Les concentrations en dioxyde d'azote issues de l'analyse brute du laboratoire PASSAM ont été corrigées comme préconisé dans le guide de référence « Échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote » de l'ADEME (2002) : les résultats bruts ont été multipliés par un coefficient de 0,901 afin d'être représentatifs des concentrations réelles.

Les conditions météorologiques durant la campagne de mesures sont précisées au chapitre 8.7.3.

3.5. Difficultés rencontrées

Les capteurs au point n°5 (Rue Paul Pamard) ont été dérobés pendant la campagne de mesure. Les résultats ne seront donc pas disponibles pour ce point de mesure.

4. Méthodologie du calcul des émissions et de l'analyse des coûts collectifs

4.1. Calcul des émissions

Le calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique est réalisé à partir de l'outil **CopCerema** version 1.3.5 (mars 2025) distribué par le Cerema. L'outil CopCerema, anciennement CopCete, est développé depuis 1998 par le Cerema et enrichi de nouvelles capacités pour s'adapter à l'évolution du parc de véhicules et des enjeux en termes de transition écologique des mobilités.

CopCerema utilise une méthodologie proposée par le Cerema, basée sur le Guidebook 2023 et Copert 5, pour calculer les émissions du trafic routier à l'échelle du tronçon. Cet outil de calcul intègre la méthodologie **COPERT 5.8** la plus récente issue de la recherche européenne (European Environment Agency). La méthodologie COPERT 5 est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours…).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

- Les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- Les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- Les surémissions liées à la pente et à la charge pour les poids-lourds ;
- Les émissions hors échappement liées à l'abrasion des pneus, des freins et des routes.

CopCerema s'appuie sur la structure du parc roulant français fourni par l'UGE année par année sur la période 2000-2050 (VL, VUL, PL) pour les deux scénarios de la stratégie nationale bas-carbone, "avec mesures existantes" (AME) et "avec mesures supplémentaires" (AMS).

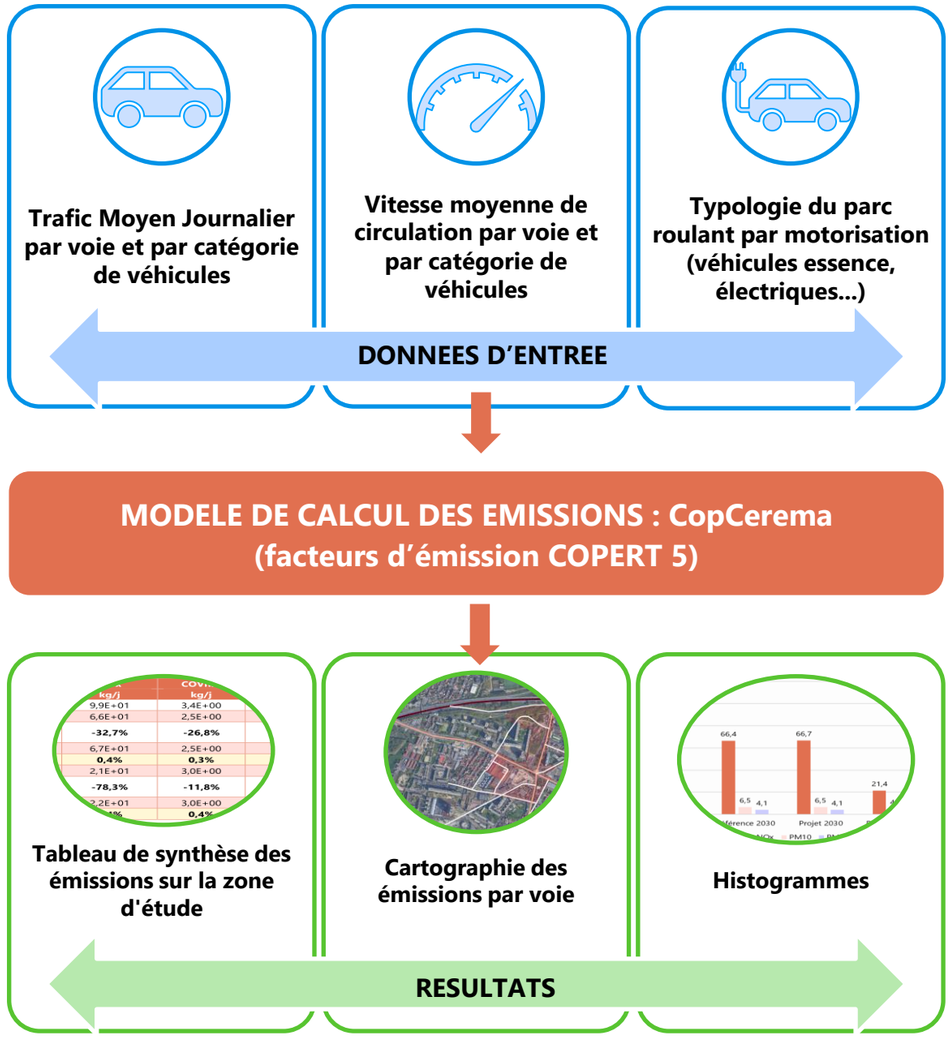


Figure 6 : Méthodologie de calcul des émissions liées au trafic routier

4.2. Analyse des coûts collectifs

Les émissions de polluants atmosphériques issus du trafic routier sont à l'origine d'effets variés : effets sanitaires, impact sur les bâtiments, atteintes à la végétation et réchauffement climatique.

L'instruction du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport a officialisé les valeurs des coûts externes établies par le rapport « Boîteux II ». Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes mais elles concernent notamment 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, rural), une valeur de l'impact, principalement sanitaire, de la pollution atmosphérique.

Cette instruction est annulée et remplacée par celle du 16 juin 2014 qui présente le cadre général de l'évaluation des projets de transports, en application des dispositions des articles L.1511-1 à L.1511-6 du code des transports et du décret n°84-617 du 17 juillet 1984. La note technique du 27 juin 2014 présente entre autres, la méthodologie à appliquer pour la monétarisation des émissions liées directement ou indirectement au trafic routier en s'appuyant sur :

- « L'évaluation socioéconomique des investissements publics » de septembre 2013 du commissariat à la stratégie et à la prospective (mission présidée par Emile Quinet) ;
- « La valeur tutélaire du carbone » de septembre 2009 du centre d'analyse stratégique (mission présidée par Alain Quinet).

Deux externalités sont étudiées :

- La pollution atmosphérique afin d'intégrer les effets sur la santé, le bâti et la végétation ;
- Les émissions de gaz à effet de serre pour évaluer le coût du réchauffement climatique.

Afin d'aider à conduire les évaluations, des fiches outils sont disponibles sur les éléments clés. Elles contiennent notamment les valeurs de référence communes qui sont prescrites pour le calculs des indicateurs socio-économiques standardisés. Une mise à jour de certaines de ces fiches outils a eu lieu le 3 août 2018 et/ou le 3 mai 2019. L'analyse des coûts collectifs prend en compte ces mises à jour.

4.2.1. La pollution atmosphérique

La monétarisation des effets de la pollution atmosphérique repose sur l'analyse de quatre polluants ou famille de polluants : le SO_2, les NOx, les PM2,5 et les COVNM. Les impacts suivants sont considérés dans la monétarisation :

- Particules (PM2,5) : effets sanitaires (mortalité et morbidité) ;
- NOx : effets sur la santé (via nitrates et O_3), eutrophisation des milieux et effet fertilisation des sols agricoles (via nitrates), pertes de cultures (via O_3) ;
- SO_2 : santé (via sulfates), acidification des milieux, pertes de cultures ;
- COVNM : effets sanitaires (via O_3), pertes de cultures (via O_3).

Les valeurs tutélaires par type de véhicules sont calculées à partir de la somme des coûts en €/véh.km de chaque polluant. Chaque coût (défini par polluant) correspond au produit du facteur d'émission (en g/km) par le coût marginal (en €/g) des impacts sanitaires et environnementaux des émissions du polluant considéré (Équation 1).

$$Valeur\ Tutélaire_v = \sum_p^n (F_{vp} * C_p) \qquad \text{Équation 1}$$

Avec :

v : type de véhicule

p : polluant considéré

F_{vp} : facteur d'émission d'un type de véhicule v pour le polluant p (en g/km)

C_p : coût marginal du polluant p (en €/g)

Valeur tutélaire$_v$: valeur tutélaire du type de véhicule p (en €/km)

Les effets sanitaires étant intrinsèquement liés à la présence ou non de population, les valeurs tutélaires sont ensuite modulées en fonction de la densité. Le tableau ci-dessous reprend les facteurs associés et les densités de population considérées.

Facteurs multiplicatifs de densité de population pour le calcul des coûts sanitaire lorsque l'infrastructure passe d'une zone à l'autre :

Tableau 2 : Facteurs multiplicatifs de densité de population pour le calcul des coûts sanitaire

Interurbain à urbain diffus	Urbain diffus à urbain	Urbain à urbain dense	Urbain dense à urbain très dense
*10	*3	*3	*3

Tableau 3 : Densité de population des zones traversées par l'infrastructure

hab/km²	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette	< 37	37-450	450-1 500	1500 -4 500	> 4500

Afin d'intégrer la variabilité des émissions en fonction de la vitesse de circulation, les facteurs d'émission de chaque polluant sont pondérés par un coefficient dépendant des classes de densité précédemment décrites. Il est en effet considéré que la vitesse décroit en fonction de l'augmentation de l'urbanisation (et donc de la densité de population). Le tableau suivant reprend les différents coefficients. Ces ajustements sont basés sur les facteurs d'émission COPERT V.

Tableau 4 : Coefficients de vitesse pour le calcul des facteurs d'émissions lorsque l'infrastructure passe d'une zone à une autre

	Interurbain à urbain diffus	Urbain diffus à urbain	Urbain à urbain dense	Urbain dense à urbain très dense
VL NOx	/1,5	**/1,3**	*1	*1,5
VL PM2,5	/1,5	**/1,7**	*1	*1,3
PL NOx	*1,1	***1,2**	*1	*1,6
PL PM2,5	*1	***1,2**	*1	*2

NB : les facteurs des VP sont également appliqués aux deux roues et VUL ; de même, les facteurs PL sont appliqués aux bus également.

Les valeurs tutélaires sont estimées en euro 2015 sur la base d'un parc roulant de 2015. La variation annuelle des valeurs tutélaires au-delà de 2015 correspond à la somme des pourcentages de variation des émissions routières et du PIB par habitant.

La note méthodologique conseille d'utiliser comme taux d'évolution pour les émissions routières :

Tableau 5 : Taux d'évolution pour les émissions routières

	VL	PL
Diminution annuelle des émissions polluantes de 2015 à 2030	-4,50 %	-4,00 %
Diminution annuelle des émissions polluantes de 2030 à 2050	-0,50 %	-2,50 %
Diminution annuelle des émissions polluantes de 2050 à 2070	-0,50 %	0,00 %

En l'absence de la directive sur les plafonds d'émission et afin d'être cohérent avec la réalité des émissions automobiles, la baisse des émissions est estimée pour la période de 2020 à 2030 selon le même procédé que de 2010 à 2020, soit sur la base des facteurs d'émissions (COPERT V) et du parc automobile français disponibles jusqu'en 2050 (parc IFFSTAR). Cette méthodologie aboutie à une baisse annuelle similaire, soit 4,5 % pour les VL et 4 % pour les PL. A partir de 2050 jusqu'en 2070, les émissions sont considérées comme constantes ce qui constitue une hypothèse majorante mais conforme à la note méthodologique pour les PL et une baisse de 0,5 % par an pour les VL. Au-delà de 2070, les émissions sont considérées comme constantes pour les VL et les PL

Concernant la variation du PIB par habitant, il est estimé sur la base :

- Des projections INSEE de la population française jusqu'en 2060 ;
- D'un PIB variant jusqu'en 2030 selon l'évolution du PIB de ces 15 dernières années ;
- D'un PIB croissant au-delà de 2030 au taux de 1,5 % (hypothèse courante en socio-économie).

Dans le cadre du projet, la densité de population est considérée comme « Urbain très dense » selon les zones étudiées, et le parc roulant utilisé est un parc « urbain ».

4.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre

Suite aux conclusions de la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet, le coût de la tonne de CO_2 (ou CO_2 équivalent) est de :

- 53€ 2015 la tonne de CO_2 en 2018
- 246€ 2015 la tonne de CO_2 en 2030
- 491€ 2015 la tonne de CO_2 en 2040.

Ces valeurs reprennent les recommandations de la commission Quinet (54€ 2018 en 2018, 250€ 2018 en 2030, 500€ 2018 en 2040) en les rapportant aux conditions économiques de 2015.

La valeur tutélaire du carbone évolue selon un rythme linéaire entre 2018 et 2030 ainsi qu'entre 2030 et 2040. Au-delà de 2040, le coût du carbone augmente au rythme de 4,5% par an pour atteindre 763€ 2015 en 2050 et 1184€ 2015 en 2060. Cette valeur reste constante à 1184€ 2015 au-delà de 2060.

4.2.3. Valeurs tutélaires

Coûts liés à la qualité de l'air

Le tableau suivant présente les valeurs tutélaires liées aux émissions polluantes du transport routier.

Tableau 6 : Valeurs tutélaires (€/100 véh.km) déclinées par type de véhicule

€$_{2015}$/100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	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
VUL	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

Les valeurs tutélaires, faisant une distinction entre la motorisation des VP et VUL (essence, diesel ou GPL), ont été pondérées en fonction de la répartition du parc roulant des années étudiées et de la typologie du parc (urbain, rural ou autoroutier), suivant les des données actualisées de l'IFSTTAR (avec un parc roulant allant jusqu'à 2050).

Les données sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Variation annuelle du PIB par tête et des émissions pour chaque horizon d'étude

	2023	2032
Pourcentage annuel d'évolution des émissions depuis 2010	-4,5%	-4,0%
Pourcentage annuel d'évolution du PIB par tête depuis 2010	0,7%	1,2%
Pourcentage annuel d'évolution total	-3,8%	-2,8%

Coût unitaire lié à l'effet de serre additionnel

Les valeurs tutélaires de la note méthodologique de 2014 sont récapitulées ci-dessous (actualisée le 03 mai 2019) :

Tableau 8 : Valeur tutélaires de la tonne de CO_2

	T CO_2 en euro 2015
2023	133,4
2032	295,0

Les émissions de CO_2 du projet sont estimées à partir des facteurs d'émissions de COPERT V.

Les valeurs sont recalculées et présentées dans le tableau suivant pour les VP et VUL.

Les valeurs tutélaires pour les années 2023 et 2032 sont modulées en fonction des variations annuelles du PIB par habitant et des émissions récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Valeur tutélaires (en €2015/100 véh.km) déclinées par type de véhicule par année et par typologie de voie

Catégorie	Année	Typologie	Urbain Très dense (€/100 véh.km)	Urbain dense (€/100 véh.km)	Urbain (€/100 véh.km)	Urbain diffus (€/100 véh.km)	Interurbain (€/100 véh.km)
VP	**2023**	**Urbain**	8,7	2,4	1,0	0,8	0,5
		Rural	8,3	2,3	0,9	0,7	0,5
		Autoroutier	7,5	2,0	0,8	0,7	0,4
	2032	**Urbain**	10,0	2,7	1,1	0,9	0,6
		Rural	9,7	2,7	1,1	0,9	0,6
		Autoroutier	7,5	2,0	0,8	0,7	0,4
VUL	**2023**	**Urbain**	19,7	5,6	2,4	1,9	1,7
		Rural	19,6	5,5	2,4	1,9	1,7
		Autoroutier	19,6	5,5	2,4	1,9	1,7
	2032	**Urbain**	18,6	5,2	2,3	1,8	1,6
		Rural	18,1	5,1	2,2	1,8	1,6
		Autoroutier	18,4	5,2	2,3	1,8	1,6

5. Méthodologie pour le calcul des concentrations dans l'air

5.1. Modèle de dispersion

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le **modèle PMSS** inclus dans le logiciel AirAdvanced® Map (remplaçant ARIA Impact 3D) commercialisé par SUEZ ARIA Technologies. PMSS (Parallel Micro Swift Spray) est un modèle 3D lagrangien (CFD simplifié) dont l'objectif est de représenter la dispersion à petite échelle en milieu urbain dense (sites à terrains complexes, c'est-à-dire avec 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 (bâtiments par exemple) ;
- Micro Spray, modèle de dispersion lagrangien à particules.

Les simulations 3D ont été réalisées pour **120 conditions météorologiques** représentant la rose des vents normale de la station Météo-France d'Avignon sur 20 ans (période de 2001 à 2020).

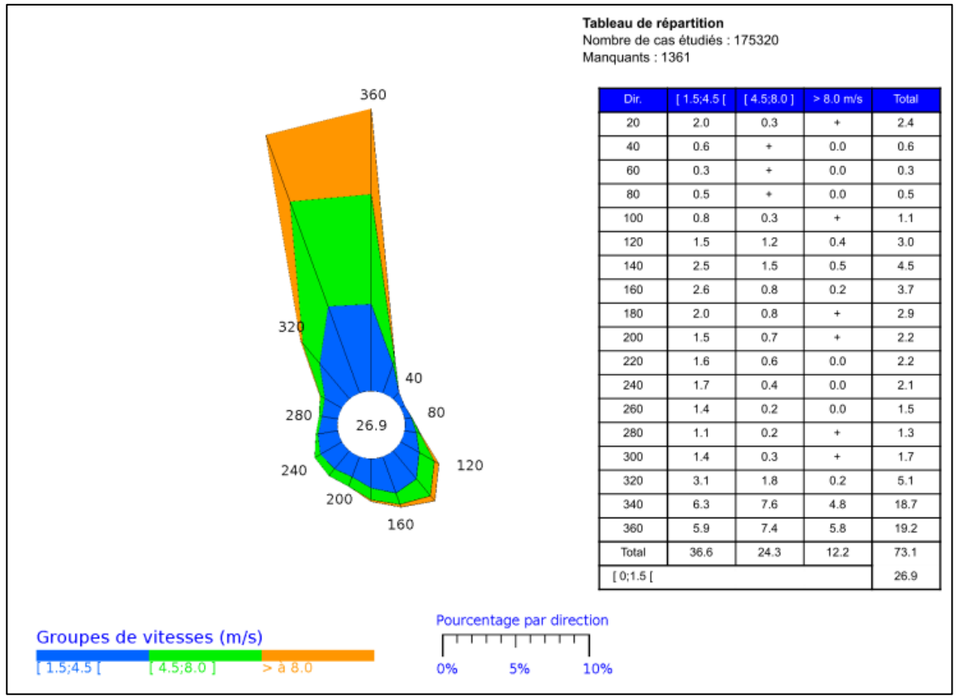


Tableau de répartition
Nombre de cas étudiés : 175320
Manquants : 1361

Dir.	[1.5;4.5 [	[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	2.0	0.3	+	2.4
40	0.6	+	0.0	0.6
60	0.3	+	0.0	0.3
80	0.5	+	0.0	0.5
100	0.8	0.3	+	1.1
120	1.5	1.2	0.4	3.0
140	2.5	1.5	0.5	4.5
160	2.6	0.8	0.2	3.7
180	2.0	0.8	+	2.9
200	1.5	0.7	+	2.2
220	1.6	0.6	0.0	2.2
240	1.7	0.4	0.0	2.1
260	1.4	0.2	0.0	1.5
280	1.1	0.2	+	1.3
300	1.4	0.3	+	1.7
320	3.1	1.8	0.2	5.1
340	6.3	7.6	4.8	18.7
360	5.9	7.4	5.8	19.2
Total	36.6	24.3	12.2	73.1
[0;1.5 [				26.9

Figure 7 : Rose des vents normale sur 20 ans utilisée dans le calcul de la dispersion atmosphérique (station d'Avignon) – source Météo-France

Les résultats sont obtenus sur une grille de calcul d'une résolution horizontale de 5 mètres. La grille de calcul verticale a été prise avec 25 niveaux verticaux, le premier niveau étant de 2 mètres près du sol.

5.2. Ratio NO_2/NOx

Les émissions d'oxydes d'azote (NOx) dans les gaz d'échappement regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2), substance d'intérêt d'un point de vue sanitaire. Les modélisations ont été réalisées à partir des émissions de NOx. Le modèle PMSS du logiciel AirAdvanced® Map ne permet pas de prendre en compte la conversion des oxydes d'azote (NOx) en dioxyde d'azote (NO_2). Afin d'estimer les concentrations de NO_2 dans la zone d'étude, un ratio NO_2/NOx a été appliqué sur les résultats de la modélisation en NOx. Celui-ci a été pris égal à 0,4, correspondant au ratio NO_2/NOx calculé à partir des données mesurées à la station AtmoSud d'Avignon Rocade De Gaulle en 2024.

5.3. Pollution de fond

Afin de prendre en compte les autres sources de pollution présentes dans la zone d'étude (chauffage, sources industrielles…), la pollution de fond a été ajoutée aux résultats des modélisations. Ces données sont issues des données mesurées par AtmoSud :

- NO_2 : 11,6 µg/m³ (moyenne annuelle 2024 AtmoSud – station urbaine de fond Avignon Mairie) ;
- PM10 : 15,6 µg/m³ (moyenne annuelle 2024 AtmoSud – station urbaine de fond Avignon Mairie) ;
- PM2,5 : 9,3 µg/m³ (moyenne annuelle 2024 AtmoSud – station urbaine de fond Avignon Mairie).

Faute d'information sur l'évolution des concentrations à l'horizon 2032, nous retiendrons la même pollution de fond que celle retenue pour la situation initiale. Cette hypothèse est majorante : en effet, d'après le bilan de la qualité de l'air d'AtmoSud dans le Vaucluse, la qualité de l'air s'améliore dans ce département depuis plusieurs années ; depuis 2000, les niveaux de dioxyde d'azote ont baissé de 50 % et les niveaux de particules fines d'environ 40 %. On peut donc s'attendre à une tendance à la baisse sur les prochaines années.

Tableau 10 : pollution de fond retenue pour les calculs

Substance	Unité	2024	Source	2032	Source
NO_2	µg/m³	11,6	Station Avignon Mairie 2024 (AtmoSud)	11,6	Pas de variation (hyp. majorante)
PM10	µg/m³	15,6	Station Avignon Mairie 2024 (AtmoSud)	15,6	Pas de variation (hyp. majorante)
PM2,5	µg/m³	9,3	Station Avignon Mairie 2024 (AtmoSud)	9,3	Pas de variation (hyp. majorante)

A noter que la concentration de fond en NO_2 prise en compte dans le calcul est supérieure à la ligne directrice de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle), ainsi que celle des PM10 (15 µg/m³ en moyenne annuelle) et des PM2,5 (5 µg/m³ en moyenne annuelle).

6. Méthodologie pour l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS)

6.1. Rappel méthodologique

La démarche d'EQRS s'appuie sur une méthodologie définie par les documents suivants :

- Guide méthodologique du Cerema du 22 février 2019 sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières qui fixe le cadre et le contenu de ces études ;
- Guide méthodologique de l'INERIS de septembre 2021 relatif à l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires.

Conformément aux guides méthodologiques cités précédemment, cette démarche est structurée en 4 étapes successives :

- **L'étape 1** concerne **la caractérisation du site et de son environnement**. Dans cette étape, l'environnement du site est décrit, les populations sensibles présentes sur le domaine d'étude sont recensées (Partie 3). Les polluants émis par le trafic routier sont recensés et les émissions quantifiées (cf. Partie 4).
- **L'étape 2** traite **de l'identification des dangers et de l'évaluation de la relation dose réponse**. Elle consiste à identifier les substances susceptibles de générer un effet indésirable pour les populations et à sélectionner, pour chacune de ces substances, les valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans la littérature.
- **L'étape 3** concerne **l'évaluation de l'exposition des populations**. Elle consiste à estimer les doses d'exposition auxquelles sont exposées les populations selon leur fréquence et durée d'exposition. Dans le cadre de cette étude, les niveaux d'exposition ont été déterminés avec un modèle de dispersion atmosphérique des polluants (cf. Partie 4).
- **L'étape 4** correspond à **la caractérisation des risques sanitaires**. Elle constitue l'étape de synthèse et est l'expression qualitative et, si possible, quantitative du risque. Dans cette étape, les résultats sont analysés et les incertitudes sont évaluées.

L'évaluation des risques sanitaires a été conduite dans un objectif de transparence conformément aux trois principes majeurs de la démarche :

- **Le principe de prudence**, lié aux limites relatives à l'état des connaissances ;
- **Le principe de proportionnalité** qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible ;
- **Le principe de spécificité** qui vise à tenir compte au mieux des caractéristiques propres au site, des sources de pollution et des populations cibles.

Les paragraphes suivants présentent cette méthodologie de manière détaillée.

6.2. Identification des dangers

6.2.1. Identification des dangers

L'exposition de la population aux substances toxiques peut se produire :

- Par **inhalation** (voie respiratoire) pour la plupart des polluants gazeux ou particulaires (poussières, certains métaux…) ;
- Par **ingestion** (voie orale) pour les polluants particulaires se déposant au sol et présentant un caractère toxique par ingestion (dioxines et furanes, HAP, certains métaux).

L'exposition par ingestion peut être directe lors de l'ingestion de sol contaminé (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche) ou indirecte lors de l'ingestion d'aliments lorsque les retombées de polluants sont responsables d'une contamination de la chaîne alimentaire.

Au regard du contexte urbain qui ne comprend pas d'usage de sol pour la culture ou l'élevage dans la zone environnante, de parcs ou d'aires de jeux, ni de système de captage en eau potable, cette voie d'exposition est considérée comme négligeable devant la voie d'exposition par inhalation. La présente ERS porte donc exclusivement sur **l'évaluation des risques sanitaires liés à une exposition par inhalation**.

En termes sanitaires, un danger désigne un effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés. Pour l'ensemble des substances prises en compte dans le cadre de cette étude, les effets toxiques ont été étudiés et notamment les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) et les effets sur la reproduction (reprotoxicité).

En fonction de la durée d'exposition, deux types de risque peuvent être observés :

- Le **risque chronique** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition prolongée à de faibles doses. Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire des décennies, et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations en moyennes annuelles ;
- Le **risque aigu** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition très courte à forte dose. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations journalières ou à défaut horaires selon les valeurs toxicologiques disponibles.

Enfin, selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux types d'effets indésirables pour la santé peuvent être classiquement distingués :

- **Les effets survenant à partir d'un seuil :** l'effet survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. En-deçà de cette dose seuil, on considère qu'aucun effet ne survient. Au-delà, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.
  Ce sont principalement les effets non cancérogènes, voire les effets non génotoxiques, qui sont classés dans cette famille. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la dose seuil s'exprime sous la forme d'une concentration de référence (notée VTR, Valeur Toxicologique de Référence).
- **Les effets survenant sans seuil de dose :** l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. Ce sont principalement les effets cancérogènes génotoxiques. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la VTR s'exprime alors sous la forme d'un Excès de Risque Unitaire (noté ERU). Un ERU de 10^{-4} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à 1 µg/m³ de polluant aurait une probabilité supplémentaire de contracter un cancer de 0,0001 (par rapport à un sujet non exposé). Cela signifie aussi que si 10 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) et l'US-EPA ont par ailleurs classé la plupart des composés chimiques en fonction de leur cancérogénicité.

À noter qu'une substance peut produire ces deux types d'effets.

Les VTR sont produites par des experts toxicologues en fonction des données de la littérature, de résultats expérimentaux et d'enquêtes épidémiologiques. Ce travail, qui nécessite une expertise particulière, est confié à des organismes tels que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'US EPA (Environmental Protection Agency) ou l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

Les VTR sont recherchées et sélectionnées en suivant les recommandations de la note ministérielle de la Direction Générale de la Santé d'octobre 2014[2] selon les critères suivants :

- L'existence d'une VTR ;
- La voie d'exposition en lien avec la voie à évaluer pour le composé considéré ;
- La durée d'exposition (aiguë, subaiguë ou chronique) en lien avec la durée à évaluer dans l'étude ;
- La notoriété de l'organisme dans l'ordre de priorité suivant : ANSES, expertise collective nationale (ANSES et INERIS), US-EPA, ATSDR et OMS en tenant compte de la date d'actualisation de la VTR, puis Santé Canada, RIVM, OEHHA et EFSA.

6.2.2. Choix des traceurs de risque

Dans le cadre des ERS des études d'impact des infrastructures routières, le travail d'identification des dangers a été réalisé par un groupe d'experts, piloté par l'InVS. Les conclusions de ce travail sont reprises dans le guide méthodologique du 22 février 2019 du Cerema.

Ce groupe d'experts a ainsi émis des recommandations concernant les substances à prendre en compte dans les volets Air et Santé des études d'impact des infrastructures routières. Les substances retenues sont considérées comme suffisamment spécifiques, en l'absence d'autres sources, pour constituer des traceurs pertinents de l'exposition par inhalation et par ingestion à la pollution routière.

En conformité avec les préconisations du groupe d'experts énoncées dans la note méthodologique de février 2019, le tableau ci-contre présente les substances retenues dans la présente étude par type d'effet pour la voie d'exposition par inhalation.

Tableau 11 : Substances retenues dans le cadre de l'ERS

Composés	Exposition aigüe par inhalation	Exposition chronique par inhalation	
		Effets à seuil de dose	Effets sans seuil de dose
Dioxyde d'azote	X	X	-
Benzène	-	X	X
Particules PM10	X	X	-
Particules PM2,5	X	X	X
1,3-butadiène	-	X	X
Arsenic	-	X	X
Chrome	-	X	X
Nickel	-	X	X
16 HAP[3]dont le B(a)P	-	X	X

6.2.3. Choix des relations dose-réponse

Pour chacun des traceurs de risque retenus, les tableaux suivants présentent les relations dose-réponse (Valeurs Toxicologiques de Références et Valeurs Guides) retenues pour une exposition chronique et aigue par inhalation pour les effets avec et sans seuil. Le choix de ces VTR est conforme aux préconisations de l'InVS et de la note de la DGS du 31 octobre 2014[4]. Celles-ci peuvent être considérées comme bénéficiant d'un degré de confiance élevé.

Il n'existe pas de VTR pour les PM10 et PM2,5 en exposition aigue, ni pour le NO_2 et les PM10 en exposition chronique. En cas d'absence de VTR, les résultats seront simplement comparés aux valeurs guides de l'OMS, comme le recommande la note de la DGS du 31 octobre 2014.

[2] Note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 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.

[3] Liste des 16 HAP recommandés : acénapthène, 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.

[4] 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.

Tableau 12 : VTR pour une exposition aiguë par inhalation

Substances	VTR aiguë (µg/m³)	Durée	Système cible	Référence
Dioxyde d'azote	470	1h	Respiratoire	Choix INERIS, 2023 (OEHHA, 2008)

Tableau 13 : VTR pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil

Substances	VTR (µg/m³)	Effets et organes cibles	Référence
Benzène	9,7	Effets immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes circulants)	ANSES 2024
1,3-butadiène	2	Atrophie ovarienne	ANSES 2021
Arsenic	0,015	Diminution de la capacité intellectuelle chez les enfants	Choix INERIS 2022 (OEHHA 2015)
Chrome VI	0,03	Ulcération du septum nasal	Choix INERIS 2024 (US-EPA 2024)
Nickel	0,2	Effets pulmonaires	Choix INERIS 2023 (ATSDR 2005)
Benzo(a)pyrène	2E-03	Effets sur le développement	Choix INERIS 2022 (Santé canada 2021)

Tableau 14 : ERU pour une exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil

Substances	ERUi ((µg/m³)⁻¹)	Effets et organes cibles	Référence
Benzène	1,6E-06	Leucémie	ANSES 2024
1,3-butadiène	7,5E-07	Leucémies, lymphoïdes (mortalité)	ANSES 2022
Arsenic	1,50E-04	Cancer du poumon	Choix INERIS 2022 (TCEQ 2023)
Chrome VI	2,00E-02	Cancer du poumon	Choix INERIS 2024 (US-EPA 2024)
Nickel	1,70E-04	Cancer du poumon	Choix INERIS 2023 (OEHHA 2011)
Benzo(a)pyrène	6,00E-04	Apparition de tumeurs respiratoires	Choix INERIS 2018 (US-EPA 2017)
PM2,5*	1,28E-02	Décès toutes causes non accidentelles	ANSES 2023

* À ce jour, aucun consensus ni recommandations n'ont été établis concernant des niveaux de risque sanitaire acceptables liés à l'exposition chroniques pour des effets sans seuils aux particules présentes dans l'air ambiant, contrairement aux autres substances chimiques considérées dans ce rapport.

Tableau 15 : Valeurs guide de comparaison pour une exposition aiguë par inhalation pour les autres substances sans VTR

Substances	Valeur Guide (µg/m³)	Durée	Système cible	Référence
Particules PM10	45	24h	Respiratoire	OMS - 2021
Particules PM2,5	15	24h	Respiratoire	OMS - 2021

Tableau 16 : Valeurs guide de comparaison pour une exposition chronique par inhalation

Substances	Valeur Guide (µg/m³)	Effets et organes cibles	Référence
Dioxyde d'azote	10	Effets respiratoires	OMS - 2021
Particules PM10	15	Effets respiratoires et mortalité par cancer	OMS - 2021
Particules PM2,5	5	Effets respiratoires et mortalité par cancer	OMS - 2021

En ce qui concerne les HAPs, afin de qualifier l'exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuils de chacun des 16 HAP, la concentration de chacun d'eux est recalculée en « équivalent benzo(a)pyrène » pour être comparée à la VTR du benzo(a)pyrène. Les concentrations des $HAP_{eq\ b(a)p}$ sont calculées selon l'équation suivante :

Équation 2

$$[\mathrm{HAP}]_{\mathrm{eq\ b(a)p}} = [HAP] * FET$$

Les facteurs d'équivalence toxique (FET) de chaque HAP sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 17 : Facteurs d'équivalence toxique - Proposition de l'INERIS adaptée de la table de Nisbet et LaGoy, 1992

Substances	FET[5]
Acénaphtène	0,001
Anthracène	0,01
Benzo(a)anthracène	0,1
Benzo(a)pyrène	1
Benzo(b)fluoranthène	0,1
Benzo(g,h,i)perylène	0,01
Benzo(j)fluoranthène	-
Benzo(k)fluoranthène	0,1
Chrysène	0,01
Dibenzo(a,h)antracène	1
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0,1
Acénaphtylène	0,001
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

[5] Rapport de l'INERIS : Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) – version 1 du 17/01/2020

6.2.4. Caractérisation du risque sanitaire

Evaluation de l'exposition par inhalation

Pour évaluer l'exposition des populations vulnérables par inhalation, une pénétration dans l'organisme de la totalité des substances inhalées est considérée.

En exposition chronique, la concentration d'exposition, ou concentration moyenne inhalée Cmi, est déduite des équations suivantes :

Équation 3

$$\mathrm{Cmi} = \sum_i Ci \times fi$$

Avec :

Cmi : concentration moyenne inhalée (en µg/m³)

Ci : la concentration en polluant dans l'air en moyenne annuelle pendant la fraction du temps i, exprimée en µg/m³ et estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

fi : la fraction du temps d'exposition à la concentration Ci sur la période d'exposition

Des **scénarios d'exposition** sont ainsi construits selon les personnes ciblées : par exemple un enfant passera 10% de son temps à l'école où il sera exposé à la concentration $C_{école}$ et 90% de son temps chez lui exposé à la concentration C_{maison}. Il sera donc exposé à une concentration moyenne Cmi de $C_{école}$ x 0,1 + C_{maison} x 0.9.

En exposition aiguë, la concentration inhalée Cmi est la concentration maximale d'exposition (percentiles 100) sur la durée d'exposition étudiée (1h ou 24h selon la substance).

Polluants à effets de seuil

Pour les polluants à effets de seuil faisant suite à une exposition par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

Équation 4

$$QD = Cmi / VTR$$

Avec :

- Cmi : concentration moyenne d'exposition inhalée, exprimée en µg/m³ d'air inhalé ;
- VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisie dans cette évaluation, exprimée en µg/m³ d'air inhalé, pour une exposition chronique par inhalation.

En termes d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

À titre d'illustration, un QD égal à 2 signifie que la dose d'exposition est deux fois plus élevée que la VTR et non pas qu'il y a deux fois plus de risque de voir l'effet se manifester.

Polluants à effets sans seuil

Pour les polluants à effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques), on calcule un Excès de Risque Individuel (ERI), correspondant à la probabilité supplémentaire, par rapport au risque de base, de survenue d'un cancer au cours d'une vie entière pour les concentrations réelles d'exposition.

L'Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé par la formule suivante :

Équation 5

$$ERI = ERU \times Cmi \times T/Tm$$

Avec :

- ERU : Excès de risque unitaire par inhalation pour une vie entière (conventionnellement 70 ans). C'est la probabilité de survenue d'un cancer, au cours de l'exposition d'un individu durant sa vue entière à la concentration de 1 µg/m³.
- Cmi : concentration moyenne d'exposition (en µg/m³)
- T : durée d'exposition en années sur laquelle l'exposition Cmi est calculée
- Tm : durée de la vie, fixée conventionnellement à 70 ans

Conformément au guide de l'INERIS, nous retenons donc la valeur de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI) pour distinguer les risques jugés « non préoccupants » des risques jugés « préoccupants » du point de vue de la santé des populations exposées.

Que représente l'Excès de Risque Unitaire (ERU) ?

L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet sans seuil (cancer génotoxique) pour l'individu exposé durant sa vie entière, en plus de la probabilité de le développer uniquement à cause de la pollution de fond. C'est en ce sens que l'on parle d'excès de risque.

Comment interpréter l'Excès de Risque Individuel (ERI) ?

L'ERI est la probabilité que l'individu exposé développe au cours de sa vie l'effet associé à une exposition limitée dans le temps à un agent dangereux, compte tenu de sa dose journalière d'exposition et de l'excès de risque unitaire (ERU) de la substance étudiée.

Par exemple, un ERI de 0.0001 signifie qu'un individu exposé toute sa vie à une substance cancérogène a 1 chance sur 10 000 de contracter un cancer lié à cette substance. Autrement dit, sur une population de 10 000 habitants, cette substance va être à l'origine d'un cas de cancer supplémentaire.

Partie 3. Etat initial

7. Description de la zone d'étude

7.1. Situation géographique

Le projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral se situe au Sud d'Avignon, dans le département du Vaucluse (84), en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

7.2. Topographie

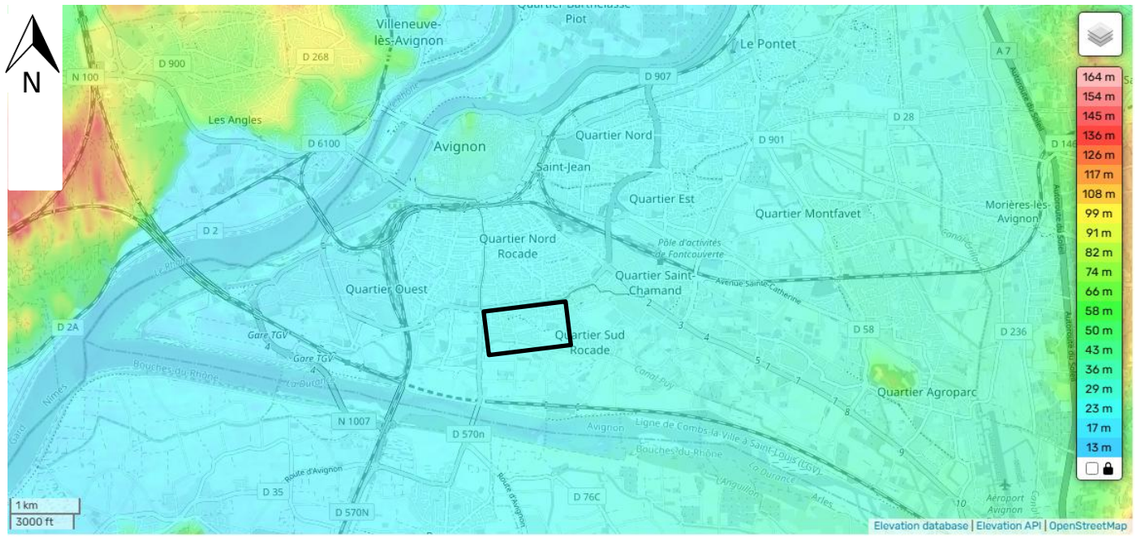


Figure 8 : Carte topographique de la zone étudiée (source topographic-map.com)

La carte topographique ci-dessus présente les reliefs aux alentours du projet. La zone de projet est mise en évidence dans un encadré noir.

La zone étudiée présente une topographie relativement plate, ce qui permet aux polluants émis de se disperser plus facilement en fonction de la direction du vent, sans risque de stagnation prolongée.

Localement, la configuration du bâti peut également exercer une influence sur la qualité de l'air : des petits bâtiments espacés vont favoriser la circulation de l'air tandis que les rues canyons vont favoriser la stagnation des polluants émis (bâtiments hauts, ininterrompus sur une centaine de mètres, des deux côtés d'une voie étroite).

7.3. Climatologie

La commune d'Avignon est caractérisée par un climat de tempéré chaud. Pendant la saison hivernale, Avignon connait des précipitations plus importantes que pendant les mois d'été. Afin de présenter la climatologie de la zone d'étude, les données de la station d'Avignon (84) de Météo France sont utilisées (Statistiques 1991−2020 et records).

Températures

La zone est caractérisée par une température moyenne annuelle de 15°C. Les températures moyennes relevées sont de 24,8°C en juillet au maximum et 6,3°C en janvier au minimum, tandis que les records enregistrés sont de 42,8°C le 28 juin 2019 et de -9,9°C le 02 mars 2005.

Précipitations

Typique du climat tempéré, la zone est marquée par des précipitations abondantes : avec une hauteur de précipitations de 648,8 mm pour 60,9 jours de pluie par an, en moyenne.

Ensoleillement

L'insolation n'est pas mesurée à la station météorologique d'Avignon (84). Toutefois, la station voisine de Carpentras (84), enregistre une durée d'ensoleillement annuelle de 2 835 heures, valeur conforme aux moyennes relevées sur l'arc méditerranéen français.

Vents

Les vents dominants soufflent principalement du Nord Nord-Ouest : il s'agit du Mistral.

Les conditions météorologiques locales, lors des campagnes de mesures, sont détaillées plus amplement dans la partie 8.7.3 de ce rapport.

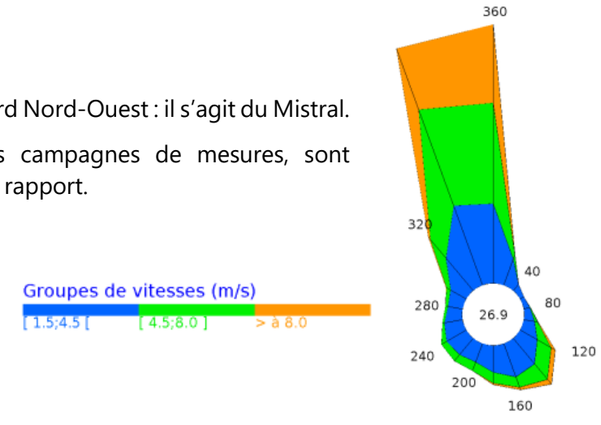


Figure 9 : Rose de vent sur la période de 2001 à 2020 à la station Météo France d'Avignon (84)

7.4. Population

Les données de population des communes comprises dans la bande d'étude du projet sont issues de L'INSEE et sont présentées dans le tableau ci-contre. Ainsi, une dynamique de population croissante est observée.

La figure ci-dessous présente la densité de population de la zone étudiée. Ainsi, il est observé que la zone du projet présente des zones de forte densité de population.

Tableau 18 : Statistiques INSEE en 2022 de la population de la commune étudiée (chiffres parus le 02/09/2025)

Commune	Population	Naissances	Décès	Dynamique	Densite moyenne (hab/km²)
Avignon	91 760	1 212	894	Croissante	1 413,6

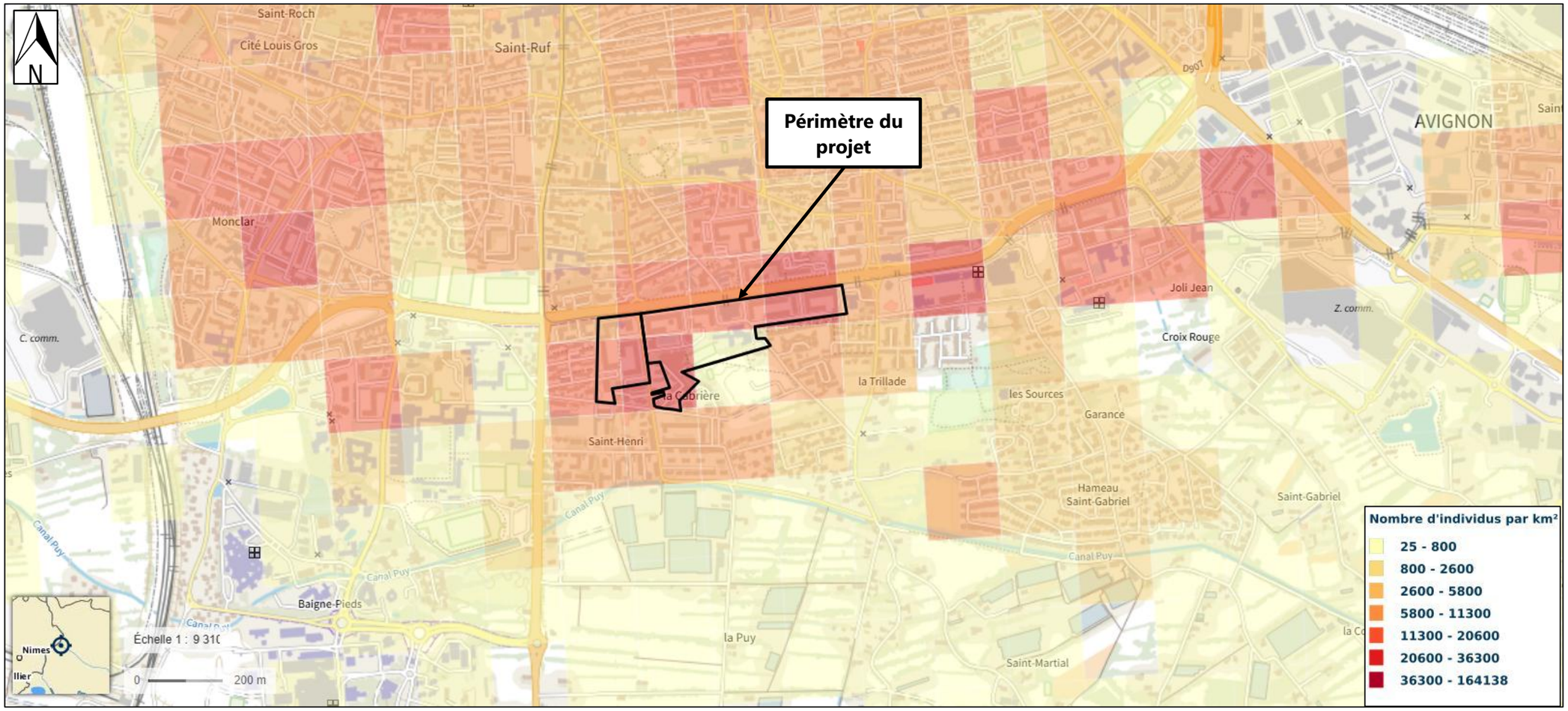


Figure 10 : Cartographie de la densité de population (source Géoportail, données Filosofi 2019)

Les établissements abritant des populations vulnérables à proximité de la zone du projet sont présentés dans la cartographie ci-contre.

Deux établissements abritant des populations vulnérables sont présents dans le périmètre du projet : les écoles maternelle et élémentaire Les Olivades.

De plus à proximité immédiate du projet, dans un périmètre de 500 mètres, se trouvent :

- Une crèche :
  - La halte-garderie du centre social et culturel La Rocade ;
- Des écoles élémentaires et maternelles :
  - La nouvelle école maternelle et élémentaire Melly-et-Paul-Puaux ;
  - Les écoles maternelle et élémentaire Jean-Henri Fabre ;
  - L'école maternelle Clos de La Murette ;
- Un centre hospitalier :
  - Le centre hospitalier Casp Erasmus Avignon Sud Durance.

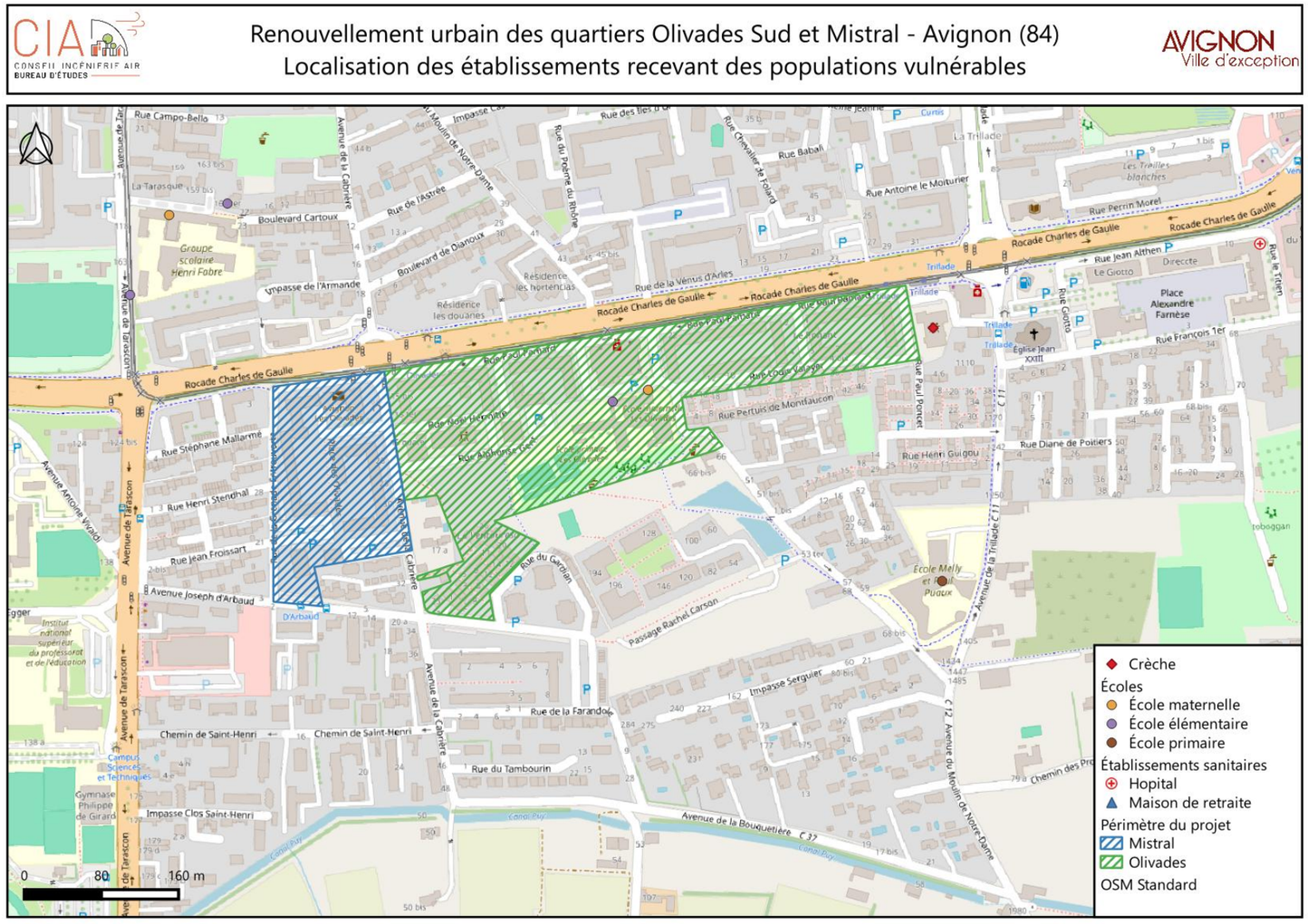


Figure 11 : Localisation des lieux recevant des populations vulnérables autour de la zone de projet

7.5. Sites industriels

La cartographie ci-contre présente les installations industrielles rejetant des polluants dans l'air aux alentours du projet (Source : IREP 2023).

Aucune installation industrielle n'est présente à proximité immédiate du projet. Les industries les plus proches se trouvent à l'Ouest de la zone de projet à plus de 6 kilomètres de ce dernier et sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19 : Installations industrielles rejetant des polluants dans l'air à proximité de la zone d'étude (données IREP 2023)

Sites industriels	Polluants
Smurfit Kappa Papier Recycle France	Dioxyde de carbone (CO_2)
Suez RV Energie	Dioxyde de carbone (CO_2) et Oxydes d'azote (NOx/NO_2)
Auchan hypermarché	Hydrofluorocarbures (HFC)
GB Foods Production France	Hydrofluorocarbures (HFC)
Eurenco France SAS	Dioxyde de carbone (CO_2), Protoxyde d'azote (N_2O), Hydroflurocarbures (HFC), Zinc (Zn), Azote, Cuivre (Cu), Méthanol (alcool méthylique), Nickel (Ni), Phénol
Suez RV méditerranée	Méthane (CH_4)

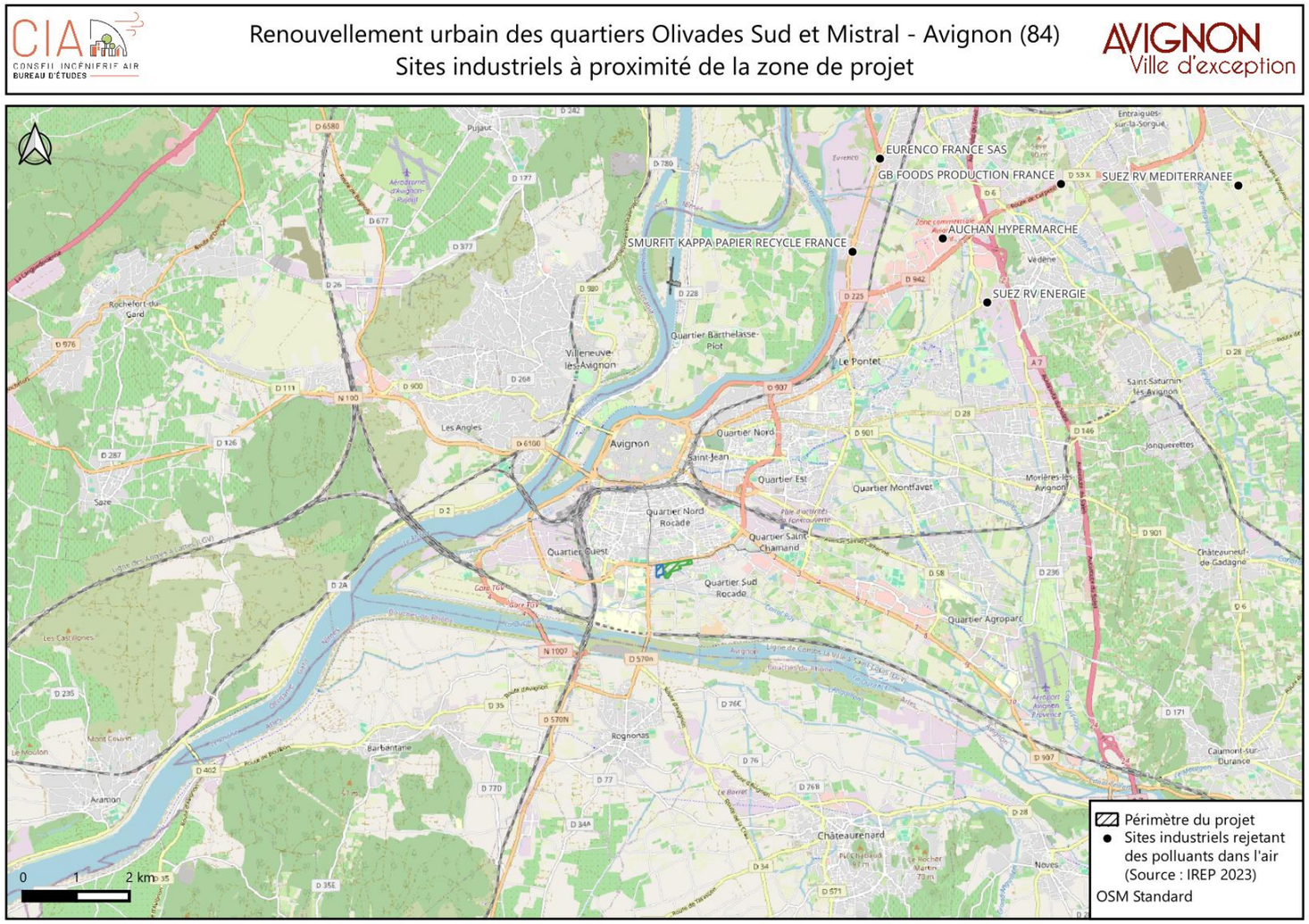


Figure 12 : Cartographie des installations industrielles rejetant des polluants dans l'air (données IREP 2023)

8. Analyse de la situation initiale

8.1. Principaux polluants indicateurs de la pollution automobile

Polluant	Définition	Sources d'émission[6]	Phénomènes associés	Effets sur l'environnement	Effets sur la santé
Oxydes d'azote (NOx)	Les oxydes d'azote (NOx) regroupent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Ils sont produits lors de la combustion à haute température.	En France en 2023, les NOx sont émis principalement par : - les transports (49 %) - l'aviculture / sylviculture (24 %) - l'industrie manufacturière (12 %) Baisse observée : -59% entre 2005 et 2023 principalement due au secteur des transports.	Les NOx contribuent à : - l'acidification, - l'excès de retombées azotées (eutrophisation), - la formation de particules secondaires, - la formation des oxydants photochimiques (ozone troposphérique).	- Acidification des sols et des eaux - Détérioration des cultures - Influence sur le changement climatique (effet de serre)	- Irritation des voies respiratoires - Augmentation des risques cardiovasculaires - Augmentation de la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez les enfants
Monoxyde de carbone (CO)	Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore et toxique, produit par une combustion incomplète.	En France en 2023, le CO est émis principalement par : - l'usage/activités des bâtiments (50 %) - l'industrie manufacturière (26 %) - les transports (16 %) Baisse observée : -79% entre 1990 et 2023.	- Accumulation en milieu confiné - Réduction de l'oxygénation du sang	- Participation à la formation d'ozone troposphérique. - Son oxydation du CO → formation de CO_2, principal gaz à effet de serre	Intoxication pouvant entraîner maux de tête, nausées, vertiges, voire coma ou décès en cas d'exposition prolongée. Il peut être responsable d'angines de poitrine, d'épisodes d'insuffisance cardiaque ou d'infarctus chez les personnes sensibles
Benzène	De la famille des Composés Organiques Volatils (COV), issu de la combustion incomplète de composés riches en carbone.	En France en 2023, les COVNM sont émis principalement par : - l'aviculture / sylviculture (41 %) - l'utilisation de solvants (31 %) Baisse observée : -64% entre 1990 et 2023 principalement due à une réduction d'activité des secteurs concernés.	Les COV contribuent à : - la formation des oxydants photochimiques (ozone troposphérique). - Effet de serre	- Influence sur le changement climatique (effet de serre)	Classé par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) parmi les « cancérogènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë
Particules en suspension (PM ou poussières)	Mélange de particules en suspension dans l'air, classées selon leur taille (PM10 : <10µm, PM2,5 : <2.5µm).	En France en 2023, les PM10 sont émis principalement par : - l'usage/activités des bâtiments (47 %) - l'industrie manufacturière (22 %) - l'aviculture / sylviculture (19 %) Baisse observée : -60% entre 1990 et 2023 tous secteurs confondus.	- Particules primaires issues de rejets directs dans l'air. - Formation de particules secondaires issues d'une réaction chimique - Transport sur de longues distances	- Effet de serre, - forçage négatif pour carbone organique, sulfate, nitrate mais forçage positif pour composante carbone suie	- Problèmes respiratoires (asthme, bronchite) - Maladies cardiovasculaires - Effets cancérogènes (PM2,5)

[6] Données officielles élaborées par le Citepa dans le cadre du Système National d'Inventaires d'Emission et de Bilans pour l'atmosphère (SNIEBA). Citepa, Juin 2025 - Citepa/Format Secten avril 2025

Polluant	Définition	Sources d'émission[6]	Phénomènes associés	Effets sur l'environnement	Effets sur la santé
Métaux lourds (Pb, Cd, Ni, As)	Éléments métalliques toxiques	En France en 2023, les métaux sont émis principalement par : - l'industrie manufacturière - les transports - l'usage/activités des bâtiments Baisse observée pour les 4 métaux entre 1990 et 2023	- Pollution des sols et des eaux - Bioaccumulation dans la chaîne alimentaire (sol, végétaux, animaux…)	- Dégradation des écosystèmes - Contamination des nappes phréatiques - Toxicité pour la faune et la flore	- Effets neurotoxiques (Pb) - Cancérogénicité avéré (Cd, As), possible pour le Ni et le Pb - Troubles rénaux et hépatiques - Problèmes respiratoires (Ni)
Dioxyde de soufre (SO_2)	Gaz incolore à l'odeur piquante, principalement issu de la combustion de matières fossiles riches en soufre.	En France en 2023, le SO_2 est émis principalement par : - l'industrie manufacturière (61 %) - l'industrie de l'énergie (23 %) - l'usage/activités des bâtiments (12 %) Les émissions liées aux transports ne représentent que 3% des émissions totales en 2023.	- Formation des pluies acides - Dégradation des matériaux	- Acidification des sols et des eaux - Détérioration des écosystèmes aquatiques - Dégradation des bâtiments et monument	- Irritation des voies respiratoires - Aggravation des maladies pulmonaires - Effets cardiovasculaires chez les populations sensibles
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dont le benzo(a)pyrène	Polluants organiques persistants (POP) issus de la combustion incomplète de matières organiques	En France en 2023, les HAP sont émis principalement par : - l'usage/activités des bâtiments (84 %), majoritairement résidentiel (chauffage au bois) - les transports (7 %)	- Contamination des sols et des eaux - Bioaccumulation dans la chaîne alimentaire	- Contamination de l'eau, les sols et la chaîne alimentaire	- Cancérogène avéré (cancer du poumon, de la peau, de la vessie) - Effets sur la fertilité et le développement - Troubles respiratoires et cardiovasculaires

8.2. L'indice Atmo

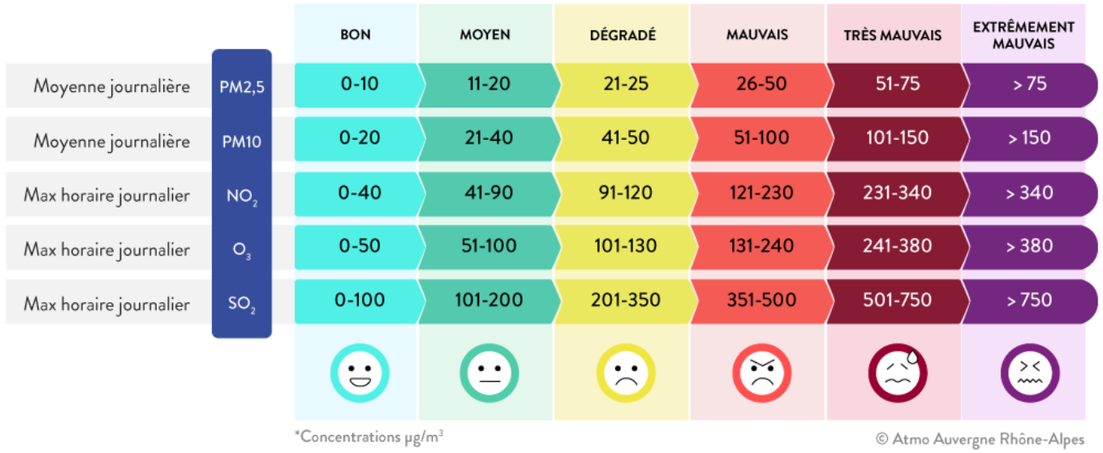
L'indice ATMO (révisé au 01/01/2021), quotidiennement diffusé au grand public, est un indicateur, à l'échelle communale, qui permet de caractériser chaque jour la qualité de l'air selon les 6 qualificatifs et code couleur.

Cinq polluants (NO_2, SO_2, O_3, particules PM10 et PM2,5) entrent en compte dans la détermination de cet indice. En effet, de la concentration de ces polluants résultent six sous-indices (voir tableau ci-après). Le sous-indice le plus dégradé définit l'indice ATMO du jour.

Les données nécessaires pour le calcul journalier de chaque sous-indice sont :

- La moyenne des concentrations maximales horaires observées pour le dioxyde de soufre (SO_2), le dioxyde d'azote (NO_2) et l'ozone (O_3),
- La moyenne des concentrations journalières observées pour les particules fines (PM10 et PM2,5).

Tableau 20 : Échelle des sous-indices de l'indice ATMO – Source Atmo Auvergne Rhône-Alpes



8.3. Indice ICAIR : Indicateur Cumulé de l'Air

AtmoSud a mis en place un indice ICAIR (horaire et annuel) qui prend en compte le cumul de 4 polluants réglementés : O_3, NO_2, PM10 et PM2,5.

Ce nouvel indice permet d'évaluer l'exposition de chacun à la pollution. Il prend en compte les effets cumulatifs des différents polluants, permettant de mettre en évidence les zones à exposition multiple. Dans sa version horaire, il se base sur les seuils de l'indice européen. Dans sa version annuelle, il utilise les lignes directrices de l'OMS les plus à jour (LD OMS 2021).

L'indice ICAIR365

ICAIR365 est un indicateur annuel. Il est construit à partir des moyennes annuelles des quatre polluants pris en compte (PM10, PM2,5, O_3 et NO_2). Celles-ci sont agrégées les unes aux autres pour donner une représentation globale de la qualité de l'air sur l'année écoulée. Il permet ainsi de montrer l'exposition à la somme des quatre polluants.

L'échelle de couleur applicable est un dégradé de couleur utilisant les couleurs de l'indice européen.

Tableau 21 : Echelle des indices ICAIR365 (annuel) – Source AtmoSud

NO_2 moy	O_3 pic	PM2.5 moy	PM10 moy	Couleur
0	0	0	0	
5	30	2	5	
10	60	5	15	
20	100	10	20	
30	120	15	30	
40	160	25	40	
50	200	50	50	

L'indice ICAIRh

ICAIRh est un indicateur horaire. Il traduit heure par heure, la pollution sur l'ensemble du territoire régional. Cet indicateur horaire reprend les seuils de l'indice européen en ajoutant le principe du cumul et permet de programmer ses activités selon le niveau de pollution.

Tableau 22 : Echelle des indices ICAIRh (horaire) – Source AtmoSud

Couleur	Recommandations
	La qualité de l'air est bonne. Profitez de vos activités habituelles en extérieur.
	La qualité de l'air est bonne. Profitez de vos activités habituelles en extérieur.
	Profitez de vos activités habituelles en extérieur.
	Profitez de vos activités habituelles en extérieur.
	Pensez à réduire les activités d'extérieur intenses si vous ressentez des symptômes.
	Pensez à réduire les activités d'extérieur intenses si vous ressentez des symptômes.
	Pensez à réduire les activités d'extérieur intenses si vous ressentez des symptômes.

8.4. Valeurs de référence

Les seuils de référence relatifs à la qualité de l'air suivent 3 cadres différents :

Lignes directives de l'OMS	
Valeurs guides 2005	Valeurs guides 2021
Directive européenne	
Directives 2004-107-CE et 2008-50-CE	Directive 2024-2881 du 23/10/2024
Réglementation française	
Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010	A venir (avant le 11/12/2026)

8.4.1. Recommandations de l'OMS

Le 22 septembre 2021, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a publié de nouvelles lignes directrices en matière de qualité de l'air : les données accumulées par l'organisation montrant que la pollution atmosphérique ayant des effets néfastes sur la santé à des concentrations encore plus faibles que ce qui était admis jusqu'alors. L'OMS a donc abaissé la quasi-totalité de ses seuils de référence.

Les lignes directrices de l'OMS ont été établies suivant un processus rigoureux d'examen et d'évaluation des données factuelles, en se basant sur les données les plus récentes. En effet, depuis la précédente édition des lignes directrices (2005), la quantité et la qualité des données factuelles montrant une incidence de la pollution atmosphérique sur différents aspects de la santé ont sensiblement augmenté.

C'est pourquoi, après un examen systématique des données accumulées, la majorité des seuils de référence actualisés ont été abaissés par rapport à ceux établis en 2005. Les anciens seuils de référence et ceux par lesquels ils sont remplacés en 2021 sont récapitulés dans le graphique ci-dessous.

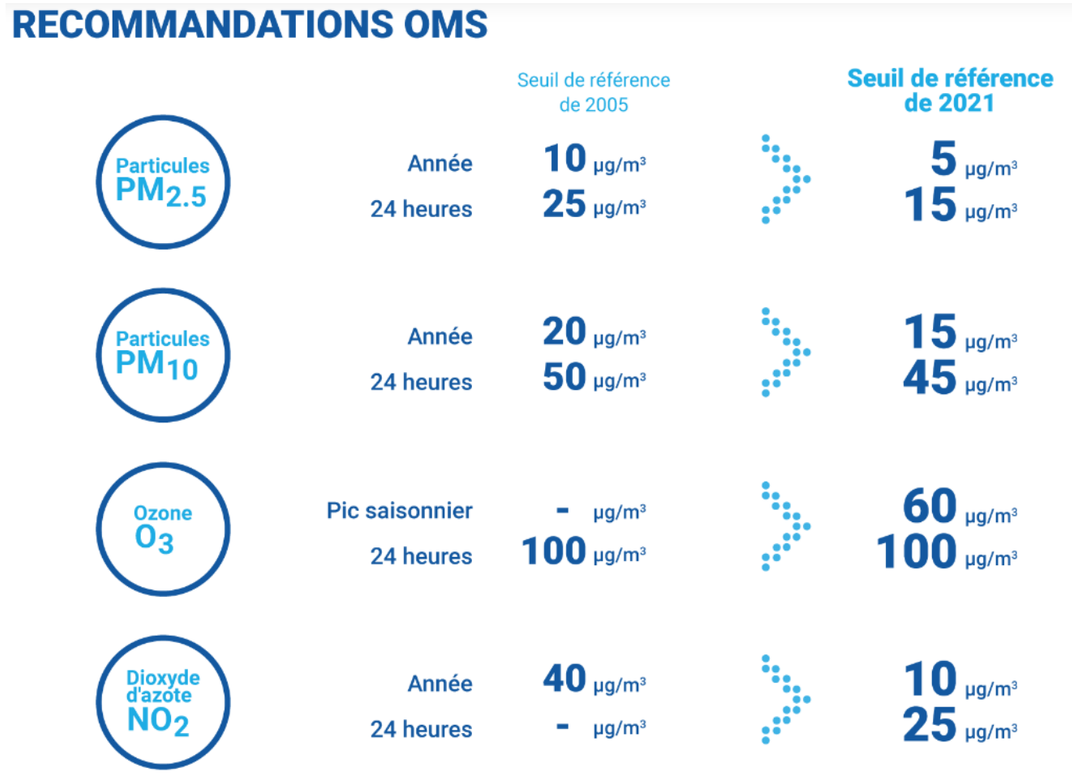


Figure 13 : Évolution des recommandations de l'OMS – Source Atmo Occitanie

8.4.2. Seuils réglementaires

Les niveaux de concentration de chacune des substances polluantes sont évalués par référence à des seuils réglementaires définis dans le tableau suivant (Source : décret n°2010-1250 du 12 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air).

Tableau 23 : Définition des seuils réglementaires de référence

Normes de qualité	Définition
« Objectif de qualité »	Niveau 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
« Valeur cible »	Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble
« Valeur limite »	Niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé 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

Tableau 24 : Critères de qualité de l'air en vigueur

Polluants	Type de seuil	Valeur	Durée considérée	Ne pas dépasser plus de
PM2,5	X	10 µg/m³	Moyenne annuelle	-
	X	25 µg/m³	Moyenne annuelle	-
PM10	X	30 µg/m³	Moyenne annuelle	-
	X	40 µg/m³	Moyenne annuelle	-
	X	50 µg/m³	Moyenne journalière	35 fois par an
Dioxyde d'azote (NO_2)	X X	40 µg/m³	Moyenne annuelle	-
	X	200 µg/m³	Moyenne horaire	35 fois par an
Ozone	X	120 µg/m³	Moyenne sur 8h	-
	X	120 µg/m³	En moyenne sur 8h	25 jours par an
Benzène (C_6H_6)	X	2 µg/m³	Moyenne annuelle	-
	X	5 µg/m³	Moyenne annuelle	-
Dioxyde de soufre (SO_2)	X	50 µg/m³	Moyenne annuelle	-
	X	125 µg/m³	Moyenne journalière	3 fois par an
	X	350 µg/m³	Moyenne horaire	24 fois par an
Benzo(a)pyrène	X	1 ng/m³	Moyenne annuelle	-
Monoxyde de carbone	X	10 000 µg/m³	Maximum de la moyenne sur 8h	
Nickel (Ni)	X	20 ng/m³	Moyenne annuelle	
Arsenic	X	6 ng/m³	Moyenne annuelle	

8.4.3. Nouveaux seuils réglementaires à l'horizon 2030

Les valeurs réglementaires européennes ont été récemment réévaluées à la baisse. En effet, dans le cadre du green deal européen, la commission européenne s'est engagée à aligner les normes de la qualité de l'air de l'Union Européenne sur les recommandations de l'OMS.

La proposition faite par la commission européenne abaisse les seuils d'exposition aux polluants à l'horizon 2030 tout en déterminant des valeurs plus hautes que celles de l'OMS. Voici ci-dessous les nouveaux seuils règlementaires annuels :

- 10 µg/m³ pour les PM2,5 en 2030, contre 25 µg/m³ aujourd'hui ;
- 20 µg/m³ pour les PM10 et le NO_2 en 2030, contre 40 µg/m³ aujourd'hui.

Le Parlement européen a adopté le texte de la nouvelle directive concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. La directive (UE) 2024/2881 en date du 23 octobre 2024 est entrée en vigueur le 10 décembre 2024, et aligne ainsi plus étroitement les normes de qualité de l'air de l'Union européenne sur les recommandations scientifiques.

Ces seuils définissent les nouvelles valeurs limites applicables en 2030 que certaines AASQA considèrent déjà dans la modélisation des concentrations.

Tableau 25 : Nouvelle normes de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine fixées par la nouvelle directive UE 2024/2881 révisant la directive 2008/50/CE et comparaison avec les valeurs guides de l'OMS (2021) – source CITEPA

Polluant	Périodicité	Type de norme	Norme en vigueur		Norme révisée adoptée pour 2030	Dépassements autorisés	Valeurs guides de l'OMS (2021)
$PM_{2,5}$	Annuelle	Valeur limite	25 µg/m³	↘	10 µg/m3	-	5 µg/m3
	24h	Valeur limite	*pas de norme*	↓	25 µg/m3	18 fois/an	15 µg/m3
PM_{10}	Annuelle	Valeur limite	40 µg/m³	↘	20 µg/m3	-	15 µg/m3
	24h	Valeur limite	50 µg/m³	↘	45 µg/m3	18 fois/an	45 µg/m3
O_3	Moy. jour. max. sur 8h	Valeur cible	120 µg/m3	→	120 µg/m3	18 j/an (moy. sur 3 ans)	100 µg/m3
	Moy. jour. max. sur 8h	Objectif à long terme	120 µg/m3	↘	100 µg/m3**	3 j./an	
NO_2	Annuelle	Valeur limite	40 µg/m3	↘	20 µg/m3	-	10 µg/m3
	24h	Valeur limite	*pas de norme*	↓	50 µg/m3	18 fois/an	25 µg/m3
	1h	Valeur limite	200 µg/m3	→	200 µg/m3	3 fois/an	-
SO_2	Annuelle	Valeur limite	*pas de norme*	↓	20 µg/m3	-	-
	24h	Valeur limite	125 µg/m3	↘	50 µg/m3	18 fois/an	40 µg/m3
	1h	Valeur limite	350 µg/m3	→	350 µg/m3	3 fois/an	-
CO	24h	Valeur limite	*pas de norme*	↓	4 µg/m3	18 fois/an	4 µg/m3
	Moy. jour. max. sur 8h	Valeur limite	10 µg/m3	→	10 µg/m3	-	-
Benzène	Annuelle	Valeur limite	5 µg/m3	↘	3,4 µg/m3	-	-
Plomb	Annuelle	Valeur limite	0,5 µg/m3*	→	0,5 µg/m3	-	-
Arsenic	Annuelle	Valeur limite	6 ng/m3*	→	6 ng/m3	-	-
Cadmium	Annuelle	Valeur limite	5 ng/m3*	→	5 ng/m3	-	-
Nickel	Annuelle	Valeur limite	20 ng/m3*	→	20 ng/m3	-	-
BaP	Annuelle	Valeur limite	1 ng/m3*	→	1 ng/m3	-	-

8.5. La qualité de l'air dans les documents cadres

En France, les collectivités territoriales, chacune selon leur échelle et leur compétences légales, sont invitées par la loi et différents plans, comme par exemple le Plan Régional Santé Environnement, à contribuer à évaluer et améliorer la qualité de l'air. Pour cela, elles s'appuient sur des indicateurs de qualité de l'air, construits par des réseaux de surveillance de la pollution atmosphérique.

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996 est une loi-cadre française qui élargit les champs géographiques et techniques des réseaux de mesure et qui renforce enfin le droit à l'information du public. La loi a donc permis la mise en place de plusieurs plans.

Le schéma ci-contre présente l'articulation des différents documents cadres en lien avec la qualité de l'air qui peuvent être mis en place à l'échelle nationale, régionale ou locale.

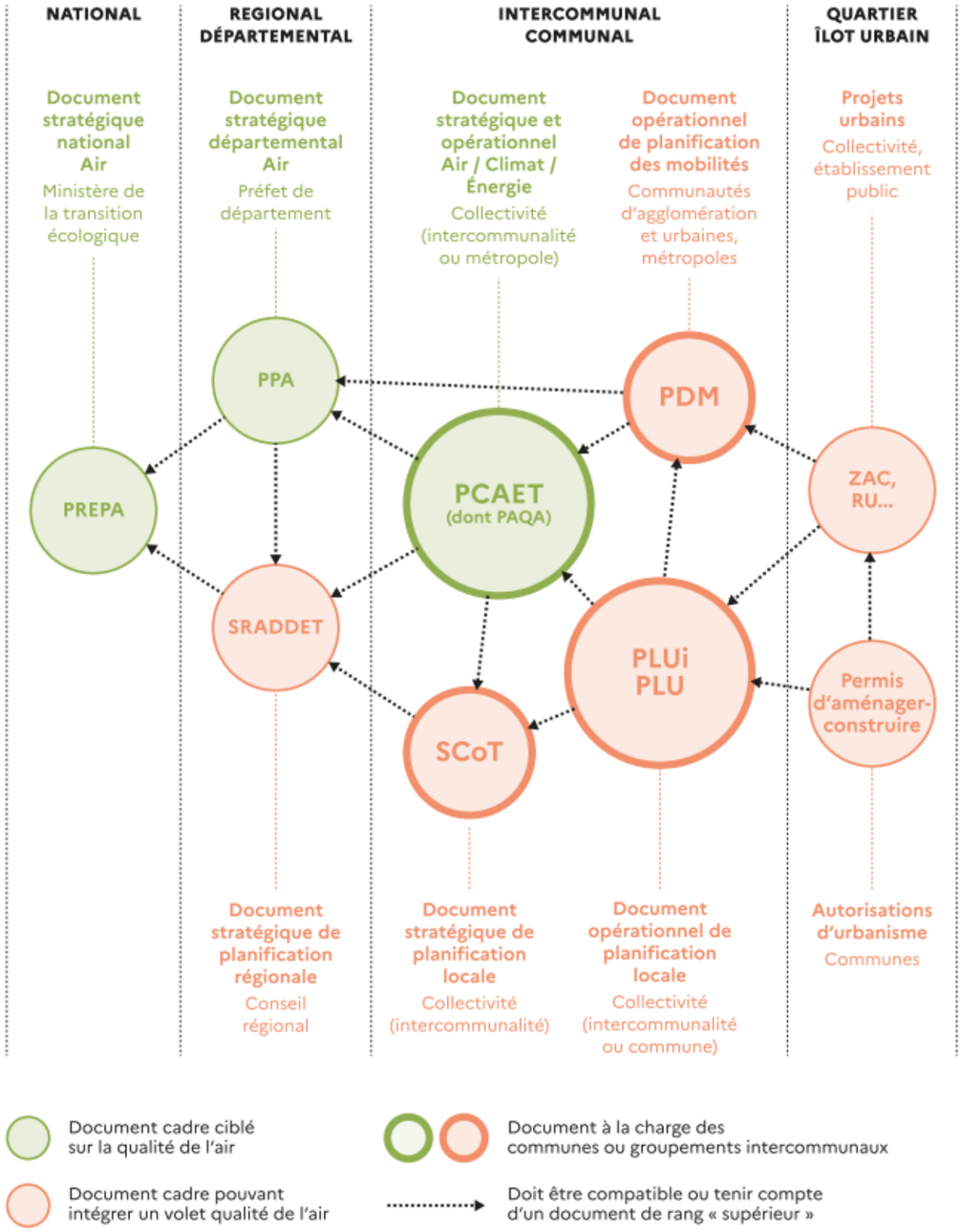


Figure 14 : Articulation des plans d'action en France – Source ADEME

8.5.1. Plans d'action à l'échelle nationale

Plan	Echelle	Date d'approbation	Présentation	Mesures phares
Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) (2022–2025)	Nationale	8 décembre 2022	Objectif : réduire les émissions de polluants atmosphériques pour respecter les engagements européens[7] Présentation : ce plan est une stratégie française visant à améliorer la qualité de l'air en réduisant les émissions de polluants dans l'air. Il s'inscrit dans le cadre des engagements européens. Le plan mobilise tous les secteurs — industrie, transport, résidentiel et agriculture. Il combine les différents outils de politique publique : réglementation sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.	• Déploiement des Zones à faibles Emissions ZFE-m dans les métropoles • Aides à la conversion des véhicules (bonus écologique, prime à la casse) • Réduction des émissions agricoles (épandage, NH_3) • Modernisation des installations industrielles (ICPE) • Réduction des émissions du chauffage au bois individuel
Plan National Santé-Environnement (PNSE 4) (2021-2025)	Nationale	7 mai 2021	Objectif : réduire les expositions environnementales nuisibles à la santé[8] Présentation : Élaboré tous les cinq ans depuis 2004, le PNSE 4 adopte une approche « Une seule santé », intégrant les liens entre santé humaine, animale et environnementale. Il s'articule autour de quatre axes : informer les citoyens, réduire les expositions nocives, soutenir les actions locales, et approfondir les connaissances scientifiques. Ce plan est copiloté par les ministères de la Santé et de la Transition écologique.	• Déploiement de Recosanté (qualité de l'air, pollens, UV, radon, etc.) • Lutte contre les nuisibles (punaises de lit, bruit, ondes, lumière bleue) • Réduction des expositions aux perturbateurs endocriniens, nanomatériaux, pesticides • Plateforme "Territoire engagé pour ma santé" • Appui aux collectivités pour des projets locaux santé-environnement

8.5.2. Plans d'action à l'échelle régionale

Plan	Echelle	Date d'approbation	Présentation	Mesures phares
Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)	Régionale	15 octobre 2019 - Modification 1 approuvée le 3 juillet 2025	Objectif : Mettre en œuvre une politique régionale cohérente couvrant de multiples domaines de l'aménagement du territoire à moyen et long terme (2030 et 2050)[9] Présentation : Le SRADDET aborde en particulier 7 enjeux stratégiques : la démographie, la consommation de l'espace, la reconquête des centres-villes, le logement, la transition énergétique et écologique, la mobilité (transports et intermodalité) et enfin les déchets et l'économie circulaire. Il a été élaboré par la Région, en concertation avec l'ensemble des partenaires de l'aménagement du territoire régional, en cohérence avec le Plan climat et le schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation (SRDEII). Le SRADDET est opposable aux documents de planification territoriaux infrarégionaux.	• Diviser par deux le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers agricoles • Démographie : un objectif de + 0,4 % à horizon 2030 et 2050 • Atteindre 0 perte de surface agricole irriguée • Horizon 2030 : + 30 000 logements par an dont 50 % de logements abordables • Horizon 2050 : rénovation thermique et énergétique de 50 % du parc ancien • Une région neutre en carbone en 2050 • Une offre de transports intermodale à l'horizon 2022 • Zéro artificialisation nette (ZAN) des sols à l'horizon 2050

[7]PREPA – Ministère de la Transition écologique : https://www.ecologie.gouv.fr/presse/plan-national-reduction-emissions-polluants-atmospheriques-prepa-periode-2022-2025
[8] PNSE 4 – Ministère de la Santé et de la Transition écologique : https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/plan-national-sante-environnement-4-pnse-4-un-environnement-une-sante-2021-2025
[9] SRADDET - https://www.maregionsud.fr/ma-region/cest-quoi-la-region/amenagement-du-territoire

Plan	Echelle	Date d'approbation	Présentation	Mesures phares
Plan Régional Santé-Environnement (PRSE 4) PACA (2022-2027)	Régionale	4 octobre 2024	Objectif : déclinaison du PNSE avec actions adaptées au territoire[10] Présentation : Le PRSE4 PACA, couvrant la période 2022-2027, vise à améliorer la santé de la population de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur par la prévention et la promotion d'environnements et de comportements sains. Le PRSE est élaboré par l'Agence Régionale de Santé (ARS), la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et la Région Sud en concertation avec les partenaires locaux. Il identifie les orientations stratégiques de la région en matière de santé et d'environnement, ainsi que les actions à mener pour y répondre.	• Promouvoir la santé environnementale auprès des jeunes • Pendre en compte la santé environnementale dans la pratique des professionnels de santé • Accompagner les établissements de santé dans leur adaptation au changement climatique et leur transition écologique • Réduire l'exposition des populations • Développer des habitats favorables à la santé (qualité de l'air intérieur) • Prévenir et limiter les effets des usages de l'eau sur la santé.
Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) du Vaucluse (Objectif 2030)	Régionale	Révision du PPA 2014 – 2019 lancé en octobre 2022 - Rapport et conclusions motivées de la commission d'enquête publiés le 25 avril 2025	Objectif : améliorer la qualité de l'air et respecter les normes européennes[11] Présentation : Le PPA du Vaucluse vise à réduire les émissions de dioxyde d'azote (NO_2) et de particules fines (PM10 et PM2,5) et de maintenir ou ramener les concentrations de ces polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées par le code de l'environnement. Le plan cible les secteurs les plus polluants : transports, aménagement, industrie, chauffage résidentiel et agriculture.	95 actions organisées selon 5 thématiques : • Transports et mobilité • Activités économiques • Bâtiment et urbanisme • Biomasse et agriculture • Mobilisation des partenaires et des citoyens
Plan de Déplacements Urbains (PDU) Grand Avignon	Régionale	12 décembre 2016	Objectif : réduire la place de l'automobile en s'appuyant sur le nouvel équilibre des modes de transport dans l'agglomération avignonnaise[12] Présentation : Le Plan de Déplacement Urbains fixe les grandes orientations pour une mobilité durable dans la région. Il vise à maitriser les déplacements automobiles, redéfinir la place de chaque mode et reconquérir l'espace publique, promouvoir les modes de transports durables, respectueux de l'environnement mais également à développer une offre multimodale accessible à tous. Concernant la qualité de l'air, le PDU fixe une réduction de 10 % des polluants atmosphériques, ce qui correspond à une baisse de 9,3 % du trafic routier d'ici 2025.	50 actions structurées en 3 axes : • Développer une offre alternative à la voiture • Maitriser les flux • Accompagner le changement dans la durée

8.5.3. Plans d'action à l'échelle locale

Plan	Echelle	Date d'approbation	Présentation	Mesures phares
Schéma de Cohérence Territorial (SCoT) Bassin de Vie d'Avignon	Métropole	7 avril 2025 (arrêté) – Consultation des Personnes Publiques Associées pour avis en cours	Objectif : développement du territoire du Bassin de Vie d'Avignon à horizon 20 ans[13] Présentation : Le SCoT vise à assurer une planification durable du territoire, en tenant compte des besoins des habitants et des ressources disponibles. Il conjugue les dimensions sociales, économiques et environnementales, incluant la gestion économe de l'espace et la lutte contre l'artificialisation des sols.	3 défis : • Affirmer le Bassin de Vie d'Avignon comme centralité de l'espace Rhodanien en intensifiant ses leviers de rayonnement • Engager la résilience du Bassin de Vie d'Avignon face au changement climatique • Offrir un cadre de vie attractif et de qualité en réussissant la sobriété foncière

[10] PRSE PACA : https://prse-paca.fr/le-prse-paca-4/
[11] PPA – Vaucluse : https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-ppa84-objectif-2030-dossier-ep-a15833.html
[12] PDU – Grand Avignon : https://www.grandavignon.fr/sites/default/files/2020-02/synthese_du_pdu.pdf
[13] SCoT – Bassin de Vie d'Avignon : https://www.scot-bva.fr/la-revision-du-scot/larret-du-projet/

Plan	Echelle	Date d'approbation	Présentation	Mesures phares
Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) Grand Avignon	Locale	23 septembre 2024	Objectif : réduire de 80 % les émissions de GES d'ici 2050 et améliorer la qualité de l'air[14] Présentation : Le PCAET du Grand Avignon cible une réduction de 80 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Il repose sur une démarche participative, avec des actions concrètes élaboré avec l'ensemble des acteurs du territoire. Le plan vise notamment à réduire la consommation énergétique des bâtiments, limiter les déplacements motorisés et leurs impacts, favoriser une consommation locale et responsable des ressources, adapter le territoire au changement climatique, développer l'économie circulaire et mobiliser l'ensemble des acteurs pour la transition écologique.	31 actions en 7 axes stratégiques : • Se loger durablement • Se déplacer sobrement • Consommer moins et local • Devenir un territoire résilient • Développer l'économie circulaire • Se mobiliser ensemble • Améliorer la qualité de l'air

[14] PCAET - Grand Avignon : https://www.grandavignon.fr/fr/le-plan-climat-air-energie-territorial#:~:text=Suite%20aux%20retours%20de%20la,communautaire%20du%2023%20septembre%202024.

8.6. Qualité de l'air à proximité de la zone d'étude

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 42 000 décès prématurés en France sont causés chaque année par la pollution de l'air en milieu urbain. Les polluants, qui étaient auparavant majoritairement émis par l'industrie, ont aujourd'hui pour origine principale le transport puis le chauffage.

Le cumul des sources de pollution atmosphériques implique un « effet cocktail » ayant un effet délétère sur la santé de la population. Ainsi, les sources émettrices locales de la zone d'étude sont étudiées dans cette partie.

8.6.1. Réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air

Le Code de l'environnement stipule que l'Etat assure avec le concours des collectivités territoriales, la surveillance de la qualité de l'air. Dans chaque région, l'Etat confie la mise en œuvre de cette surveillance à des associations sur un territoire défini dans le cadre d'un agrément du Ministre en charge de l'environnement.

AtmoSud est l'association agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, pour surveiller la qualité de l'air sur l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les principales missions d'AtmoSud sont :

- Surveiller la qualité de l'air grâce à un dispositif de mesure et à des outils de simulation informatique et contribuer ainsi à l'évaluation des risques sanitaires et des effets sur l'environnement et le bâti.
- Informer les citoyens, les médias, les autorités et les décideurs :
  - En prévoyant et en diffusant chaque jour la qualité de l'air pour le jour même et le lendemain ;
  - En participant au dispositif opérationnel d'alerte mis en place par les en cas d'épisode de pollution atmosphérique, notamment en prévoyant ces épisodes pour que des mesures de réduction des émissions puissent être mises en place par les autorités ;
- Comprendre les phénomènes de pollution et évaluer, grâce à l'utilisation d'outils de modélisation, l'efficacité conjointe des stratégies proposées pour lutter contre la pollution atmosphérique et le changement climatique.

Les stations de mesures d'AtmoSud les plus représentatives de la zone étudiée sont les stations :

- Avignon Mairie (fond urbain) ;
- Avignon Rocade De Gaulle (trafic urbain) ;
- Le Pontet (fond périurbain).

Il faut distinguer les émissions de polluants (comptabilisées par le CITEPA selon une méthodologie basée sur les sources d'émission) et les concentrations des polluants dans l'air ambiant, qui dépendent des émissions et des phénomènes de dispersion, mesurées par le réseau de surveillance AtmoSud.

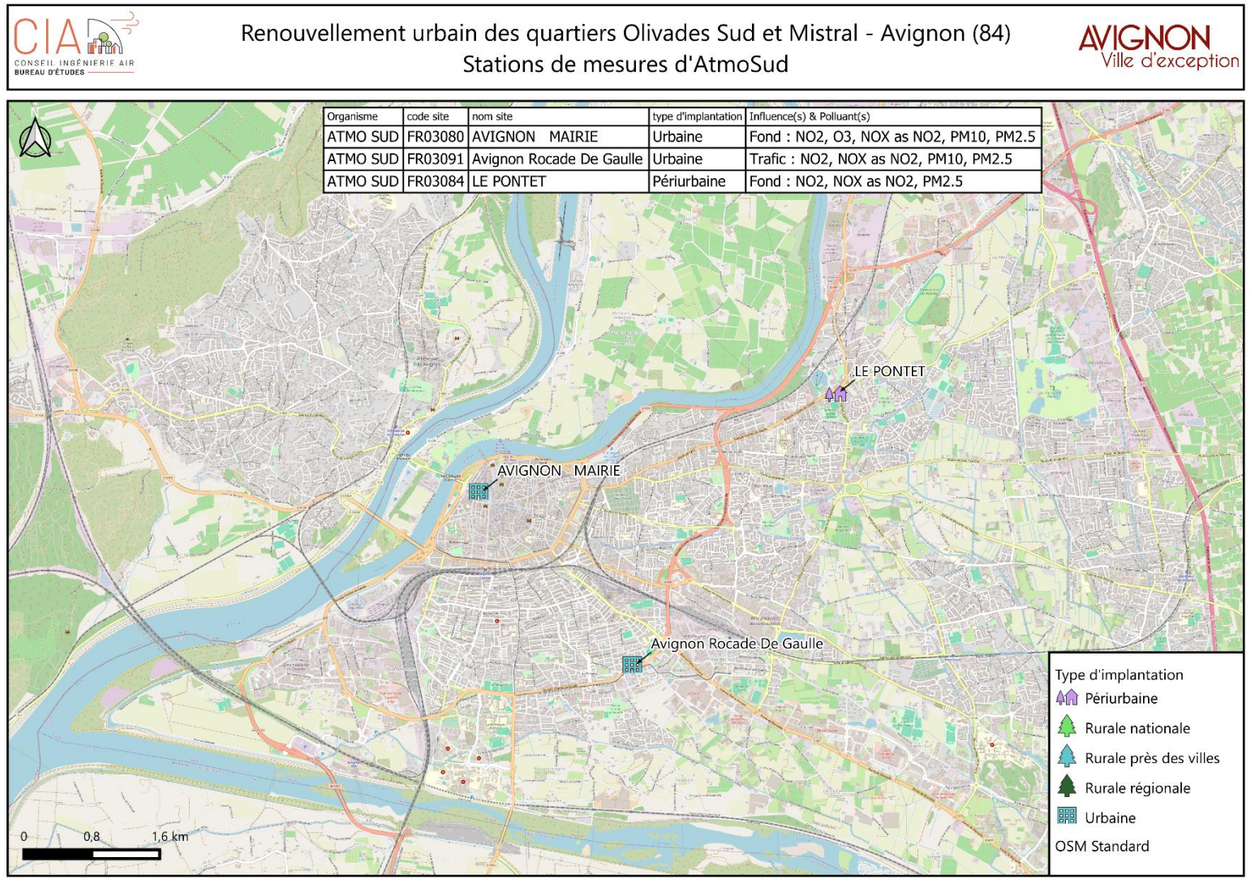


Figure 15 : Cartographie des stations de mesures d'AtmoSud à proximité de la zone d'étude

8.6.2. Emissions de polluants atmosphériques par secteur d'activité

Dans cette partie, les calculs des pourcentages d'émission de polluants ont été calculés à partir des données d'inventaire d'émissions[15] sur l'année 2021. Ces données sont issues de l'extraction de la base de données Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air CLimat Energie (CIGALE) mise à disposition par AtmoSud : l'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) de la région PACA.

Les données des émetteurs non inclus, ont été retranchées afin de calculer ces pourcentages. Pour chaque polluant les secteurs d'émission majoritaires (supérieur à 15 %) sont surlignés en jaune.

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Au niveau régional, les principaux secteurs d'activités responsables émetteurs sont :

- Le résidentiel ;
- L'industrie ;
- Le transport routier.

A l'exception du :

- Secteur de l'agriculture contribuant aux émissions d'ammoniac ;
- Secteur biogénique qui contribue aux émissions de COV non méthanique ;
- Secteur maritime contribuant de façon non négligeable aux émissions de NOx ;
- Secteur de l'énergie qui contribue à l'émission de SO_2.

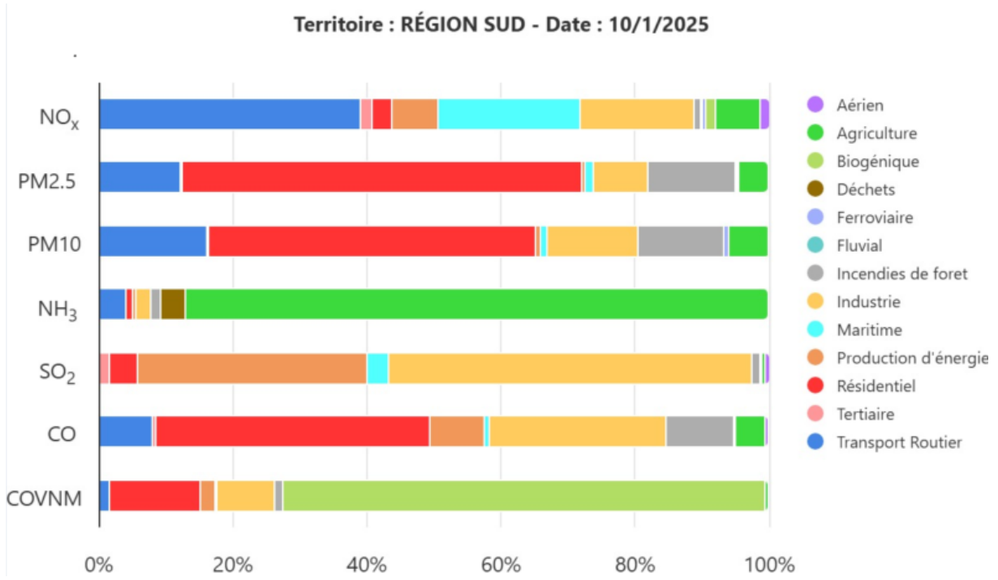


Figure 16 : Contribution des différents secteurs émetteurs en région PACA (cigale AtmoSud 2022)

Tableau 26 : Répartition sectorielle des émissions de polluants en pourcentage dans la région PACA (cigale AtmoSud 2022)

	Aérien	Agriculture	Biogénique	Déchets	Ferroviaire	Fluvial	Incendies de foret	Industrie	Maritime	Production d'énergie	Résidentiel	Tertiaire	Transport Routier
NOx	1,44	6,64	1,30	0,11	0,46	0,27	1,01	17,02	21,08	6,97	3,02	1,76	38,93
PM2,5	0,11	4,44	0	0,04	0,32	0,09	12,99	8,12	1,25	0,66	59,52	0,27	12,19
PM10	0,13	5,83	0	0,04	0,82	0,08	12,76	13,37	1,06	0,74	48,90	0,24	16,05
NH_3	0	87,17	0	3,49	0	0	1,52	2,23	0	0,48	1,13	0	3,96
SO_2	0,66	0,46	0	0,19	0	0,08	1,16	54,25	3,11	34,36	4,10	1,42	0,22
CO	0,72	4,38	0	0,01	0,05	0,04	10,27	26,34	0,71	8,01	41,01	0,35	8,11
COVNM	0,09	0,51	71,91	0,04	0,01	0,02	1,06	8,78	0,30	2,05	13,54	0,13	1,55

[15] Extraction de l'outil CIGALE d'AtmoSud- Version d'inventaire 11.2 – Données d'émissions 2022 - Date d'extraction le 01/10/2025.

Département du Vaucluse (84)

Au niveau départemental, les principaux secteurs d'activités responsables émetteurs sont :

- Le résidentiel ;
- Le transport routier ;
- L'agriculture.

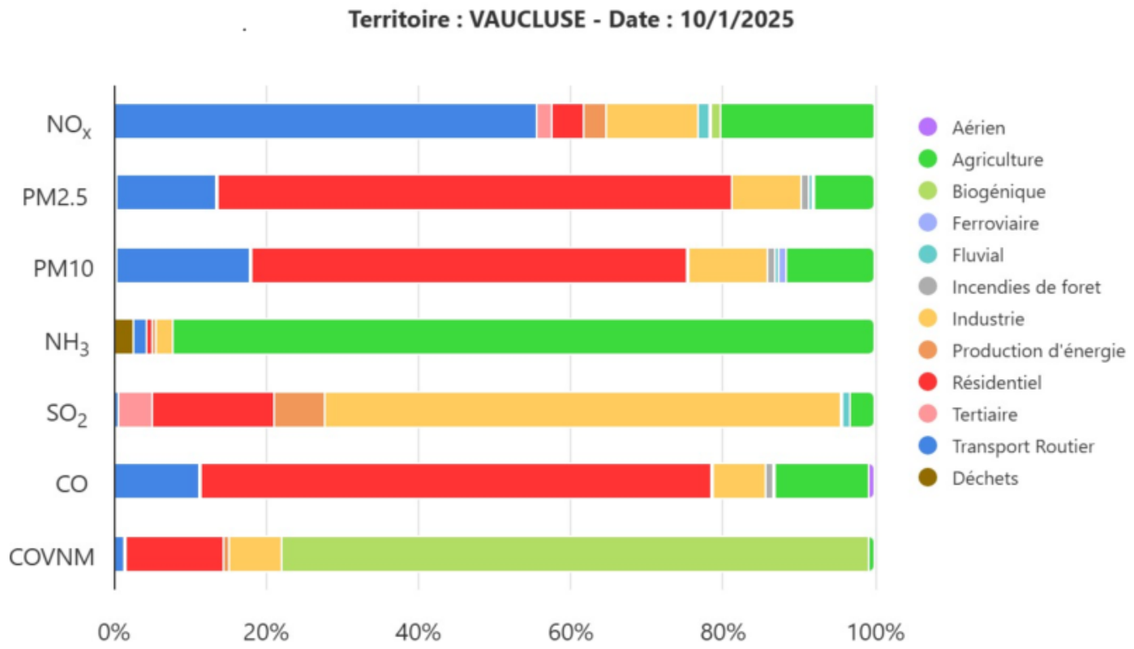


Figure 17 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans le département du Vaucluse (cigale AtmoSud 2022)

Tableau 27 : Répartition sectorielle des émissions de polluants en pourcentage dans le département du Vaucluse (cigale AtmoSud 2022)

	Aérien	Agriculture	Biogénique	Déchets	Ferroviaire	Fluvial	Incendies de foret	Industrie	Production d'énergie	Résidentiel	Tertiaire	Transport Routier
NOx	0,07	20,21	1,27	0	0,35	1,31	0,1	12,01	2,93	4,18	2	55,58
PM2,5	0	7,98	0	0,31	0,35	0,35	1,05	8,99	0,04	67,46	0,26	13,2
PM10	0	11,64	0	0,29	1,13	0,29	1,06	10,48	0,07	57,17	0,22	17,65
NH_3	0	92,2	0	2,56	0	0	0,04	2,29	0,4	0,67	0	1,84
SO_2	0	3,37	0	0	0	0,96	0,24	67,71	6,75	15,9	4,34	0,72
CO	0,85	12,21	0	0	0,04	0,24	1,12	6,77	0,3	66,95	0,41	11,1
COVNM	0,03	0,81	76,99	0	0,01	0,06	0,08	6,91	0,79	12,76	0,13	1,42

Communauté d'Agglomération du Grand Avignon

Localement, au niveau de la communauté d'Agglomération du Grand Avignon, les principaux secteurs d'activités émetteurs sont le secteur résidentiel, le transport routier ainsi que l'industrie.

Le trafic routier est identifié comme la principale source émettrice d'oxydes d'azote (66 % des émissions) et une source importante de particules fines PM10 et PM2,5 (respectivement 31 % et 24 % des émissions) dans l'atmosphère. Cependant la majorité des particules sont émises par le secteur résidentiel (54 % pour les PM10 et 66 % pour les PM2,5).

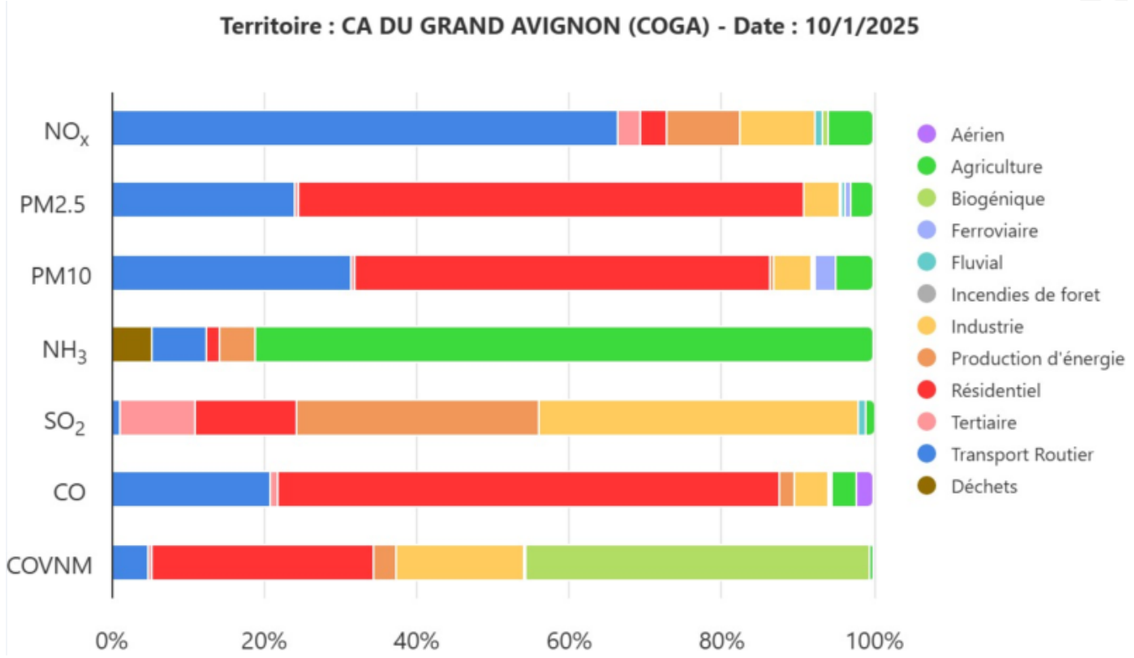


Figure 18 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans la communauté d'Agglomération du Grand Avignon (cigale AtmoSud 2022)

Tableau 28 : Répartition sectorielle des émissions de polluants en pourcentage dans la communauté d'Agglomération du Grand Avignon (cigale AtmoSud 2022)

	Aérien	Agriculture	Biogénique	Déchets	Ferroviaire	Fluvial	Incendies de foret	Industrie	Production d'énergie	Résidentiel	Tertiaire	Transport Routier
NOx	0,16	5,77	0,75	0	0,11	1,02	0	9,73	9,73	3,31	3,15	66,27
PM2,5	0	3,04	0	0	0,87	0,43	0,22	4,57	0,22	66,09	0,43	24,13
PM10	0	5,07	0	0	2,62	0,35	0,17	5,07	0,35	54,37	0,52	31,47
NH_3	0	81,25	0	5,21	0	0	0	0	4,69	1,56	0	7,29
SO_2	0	1,1	0	0	0	1,1	0	41,76	31,87	13,19	9,89	1,1
CO	2,44	3,08	0	0	0	0,27	0,12	4,49	1,92	65,92	1,01	20,73
COVNM	0,21	0,46	45,05	0	0	0,12	0	16,95	2,74	29,26	0,5	4,72

8.6.3. Concentrations mesurées par l'AASQA en air ambiant aux alentours de la zone d'étude

A titre informatif, les concentrations moyennes annuelles des polluants d'intérêt, mesurées par les stations de mesures fixes d'AtmoSud en 2024 à proximité de la zone d'étude, sont reportées dans le tableau ci-après.

Les stations de mesure les plus proches et représentatives de la zone étudiée sont :

- La station urbaine de fond Avignon Mairie ;
- La station urbaine trafic Avignon Rocade De Gaulle ;
- La station périurbaine de fond Le Pontet.

Lorsque les données de ces stations ne sont pas disponibles, d'autres stations plus éloignées ont été utilisées.

En comparant ces concentrations moyennes annuelles à la règlementation française en vigueur (cf partie 8.4 du rapport d'étude ci-présent), aucun dépassement n'est observé concernant le dioxyde d'azote.

En site trafic, à la station Avignon Rocade De Gaulle, il faut noter le dépassement de l'objectif de qualité des particules PM2,5 (10 µg/m³) ainsi que du seuil de protection de la végétation (30 µg/m³) pour les oxydes d'azote.

De plus, les lignes directrices annuelles de l'OMS (cf. paragraphe 8.4.1) sont dépassées sur toutes les stations étudiées pour le dioxyde d'azote (10 µg/m³), les particules PM10 (15 µg/m³), ainsi que les particules PM2,5 (5 µg/m³).

D'après le bilan de la qualité de l'air d'AtmoSud dans le Vaucluse, la qualité de l'air s'améliore dans ce département depuis plusieurs années : depuis 2000, les niveaux de dioxyde d'azote ont baissé de 50 % et les niveaux de particules fines d'environ 40 %. Malgré cette tendance, en 2022, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS pour les particules fines PM2.5. La population la plus concernée réside le long des axes routiers structurants et dans les zones urbaines denses à l'ouest du département. L'intégralité du territoire est toutefois concernée par une pollution estivale à l'ozone.

Tableau 29 : Concentrations moyennes annuelles mesurées dans l'air ambiant par AtmoSud et comparaison avec les valeurs de référence et réglementaires

Composé	Station AtmoSud	Typologie de la station	Concentration moyenne annuelle	Unité	Année	Seuils de l'OMS	Valeurs limites et objectif de qualité annuels actuellement en vigueur	Nouvelles valeurs limites européennes applicables en 2030
Dioxyde d'azote (NO_2)	Avignon Mairie	Fond Urbain	**11,6**	µg/m³	2024	**10 µg/m³**	**40 µg/m³ (valeur limite et objectif de qualité)**	**20 µg/m³ (valeur limite 2030)**
	Avignon Rocade De Gaulle	Trafic Urbain	**25,0**					
	Le Pontet	Fond Périurbaine	**13,0**					
Oxydes d'azote (NOx)	Avignon Mairie	Fond Urbain	16,3	µg/m³	2024	-	**30 µg/m³ valeur pour la protection de la végétation**	**30 µg/m³ (protection de la végétation 2030)**
	Avignon Rocade De Gaulle	Trafic Urbain	**62,1**					
	Le Pontet	Fond Périurbain	21,9					
Ozone (O_3)	Avignon Mairie	Fond Urbain	59,0	µg/m³	2023	-	-	-
	Carpentras	Fond Périurbain	56,7		2024			
Dioxyde de soufre (SO_2)	Marseille Longchamp	Fond Urbain	0,9	µg/m³	2023	-	-	-
Benzène	Marseille Longchamp	Fond Urbain	1,0	µg/m³	2023	-	**2 µg/m³ (objectif de qualité)** **5 µg/m³ (valeur limite)**	**3,4 µg/m³ (valeur limite 2030)**
	Marseille Rabatau	Trafic Urbain	1,9					
Particules PM10	Avignon Mairie	Fond Urbain	**15,6**	µg/m³	2024	**15 µg/m³**	**30 µg/m³ (objectif de qualité)** **40 µg/m³ (valeur limite)**	**20 µg/m³ (valeur limite 2030)**
	Avignon Rocade De Gaulle	Trafic Urbain	**24,5**					
Particules PM2,5	Avignon Mairie	Fond Urbain	**9,3**	µg/m³	2024	**5 µg/m³**	**10 µg/m³ (objectif de qualité)** **25 µg/m³ (valeur limite)**	**10 µg/m³ (valeur limite 2030)**
	Avignon Rocade De Gaulle	Trafic Urbain	**12,8**					
Arsenic (métal, dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond Urbain	0,3	ng/m³	2023	-	**6 ng/m³ (valeur cible)**	**6 ng/m³ (valeur limite 2030)**
Cadmium (métal, dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond urbain	0,08			-	**5 ng/m³ (valeur cible)**	**5 ng/m³ (valeur limite 2030)**
Nickel (métal, dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond urbain	1,4			-	**20 ng/m³ (valeur cible)**	**20 ng/m³ (valeur limite 2030)**
Plomb (métal, dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond urbain	0,004			-	**0,25 µg/m³ (objectif de qualité)** **0,5 µg/m³ (valeur limite)**	**0,5 µg/m³ (valeur limite 2030)**
Benzo(a)pyrène (dans les PM10)	Le Pontet	Fond Périurbain	0,20			-	**1 ng/m³ (valeur cible)**	**1 ng/m³ (valeur limite 2030)**

Selon le bilan d'activité 2023 d'AtmoSud :

- En 2023, la valeur de l'indice ICAIR365 varie entre 4 et 5 dans toutes les villes, indiquant que les concentrations de polluants dépassent au moins quatre fois les recommandations de l'OMS ;
- Bien qu'une nette amélioration de la qualité de l'air ait été observée depuis 2013, des défis sanitaires majeurs persistent pour réduire les niveaux de pollution en dessous des seuils recommandés par l'OMS.

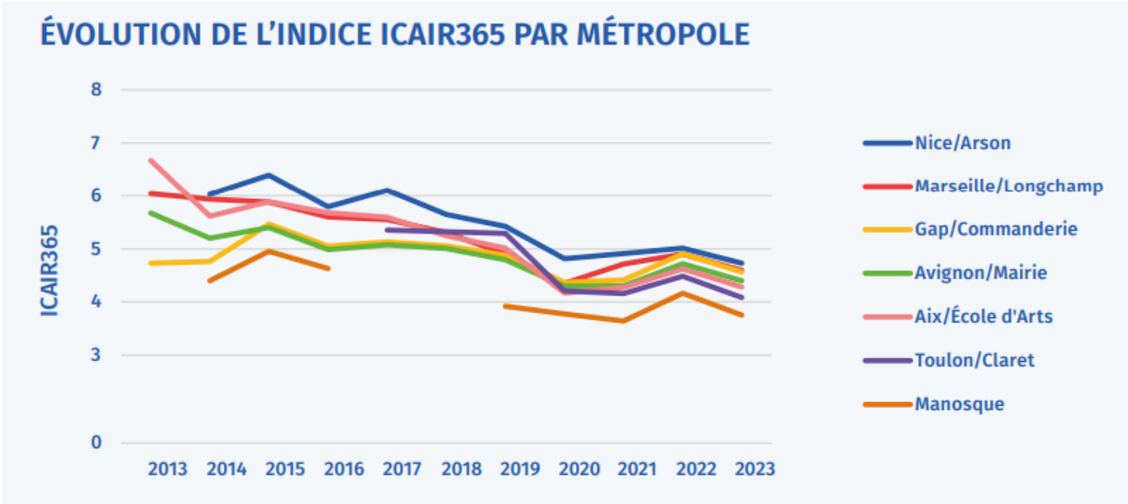


Figure 19 : Évolution de l'indice ICAIR365 par métropole – Source : Bilan d'activité 2023 d'AtmoSud

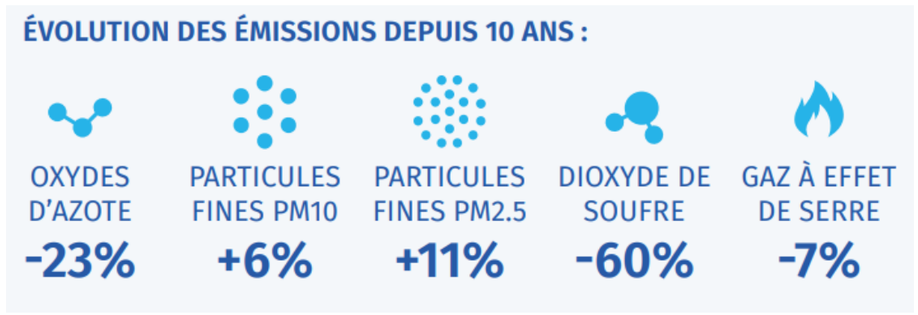


Figure 20 : Évolution des émissions depuis 10 ans - Source : Bilan d'activité 2023 d'AtmoSud

8.6.4. Concentrations modélisées par l'AASQA aux alentours de la zone de projet

Les cartes ci-après présentent les concentrations moyennes annuelles 2024 en NO_2, en particules PM10 et PM2,5 ainsi que l'indice ICAIR365 modélisés par AtmoSud.

Le respect des valeurs limites, est observé pour le dioxyde d'azote (40 µg/m³) ainsi que pour les particules PM10 (40 µg/m³) et PM2,5 (25 µg/m³), au niveau de la zone de projet mais également sur les axes routiers très fréquentés.

L'objectif de qualité est respecté pour le dioxyde d'azote (40 µg/m³) et les particules PM10 (30 µg/m³) mais dépassé pour les particules PM2,5 (10 µg/m³).

Cependant, les lignes directrices annuelles de l'OMS sont dépassées pour le dioxyde d'azote (10 µg/m³) et les particules PM10 (15 µg/m³) et PM2,5 (5 µg/m³) sur l'ensemble des axes routiers très fréquentés ainsi que dans la zone de projet.

La valeur de l'indice ICAIR365 varie entre 5 et 6 dans la zone de projet, indiquant que les concentrations de polluants dépassent au moins 5 fois les recommandations de l'OMS.

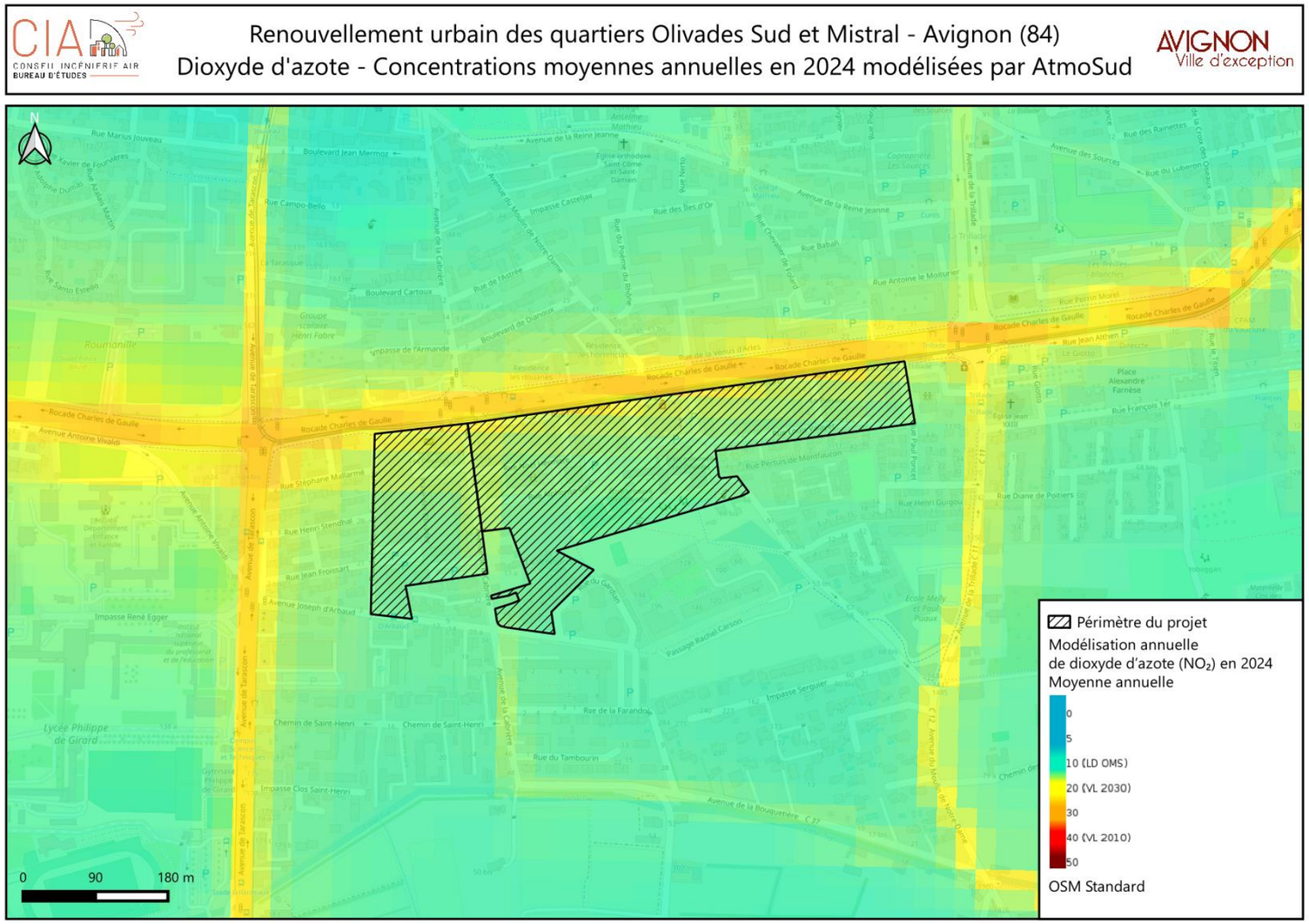


Figure 21 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote en 2024 – Modélisées par AtmoSud

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Particules PM10 - Concentrations moyennes annuelles modélisées en 2024 par AtmoSud

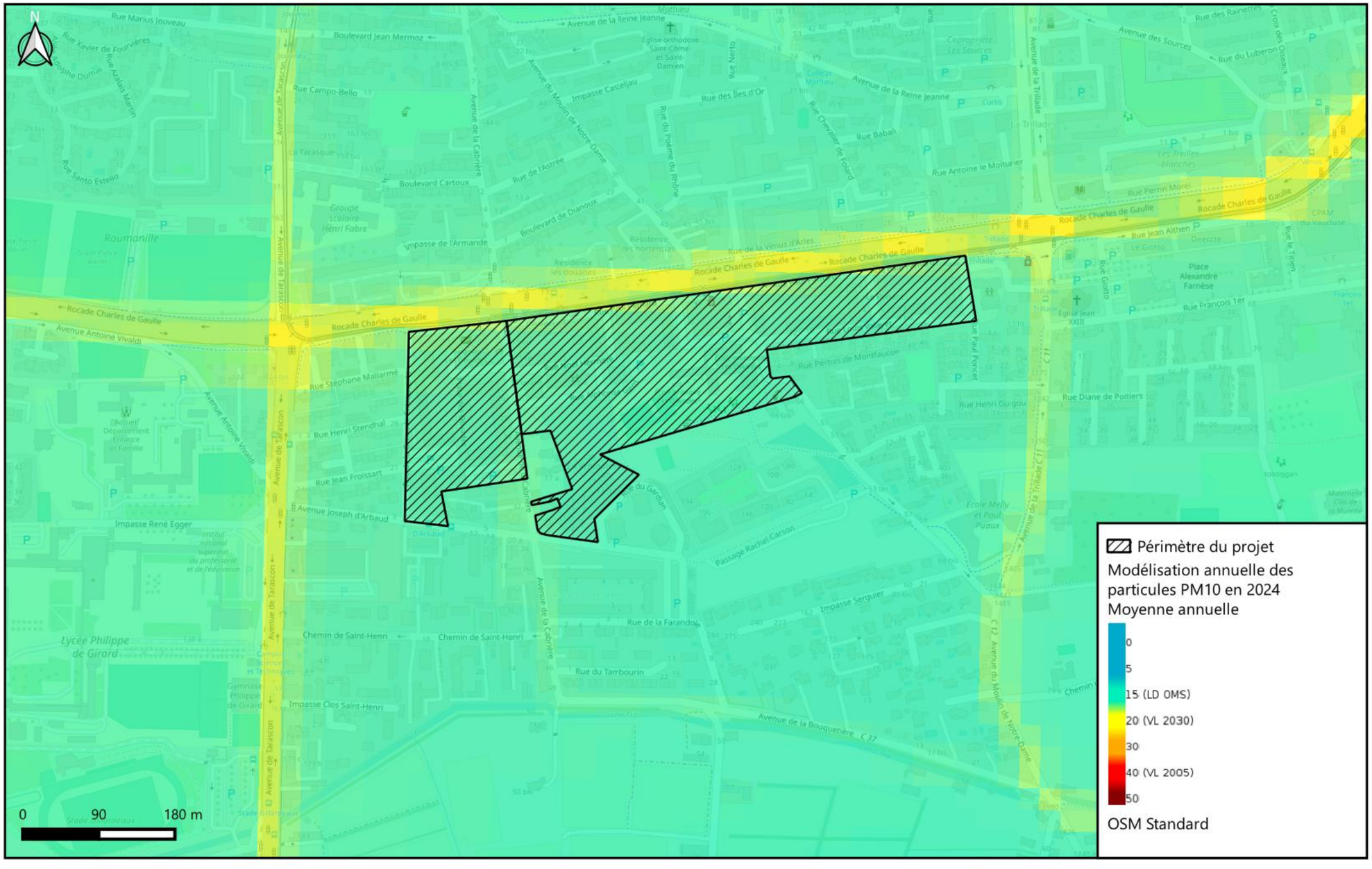


Figure 22 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 en 2024 – Modélisées par AtmoSud

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Particules PM2,5 - Concentrations moyennes annuelles modélisées en 2024 par AtmoSud

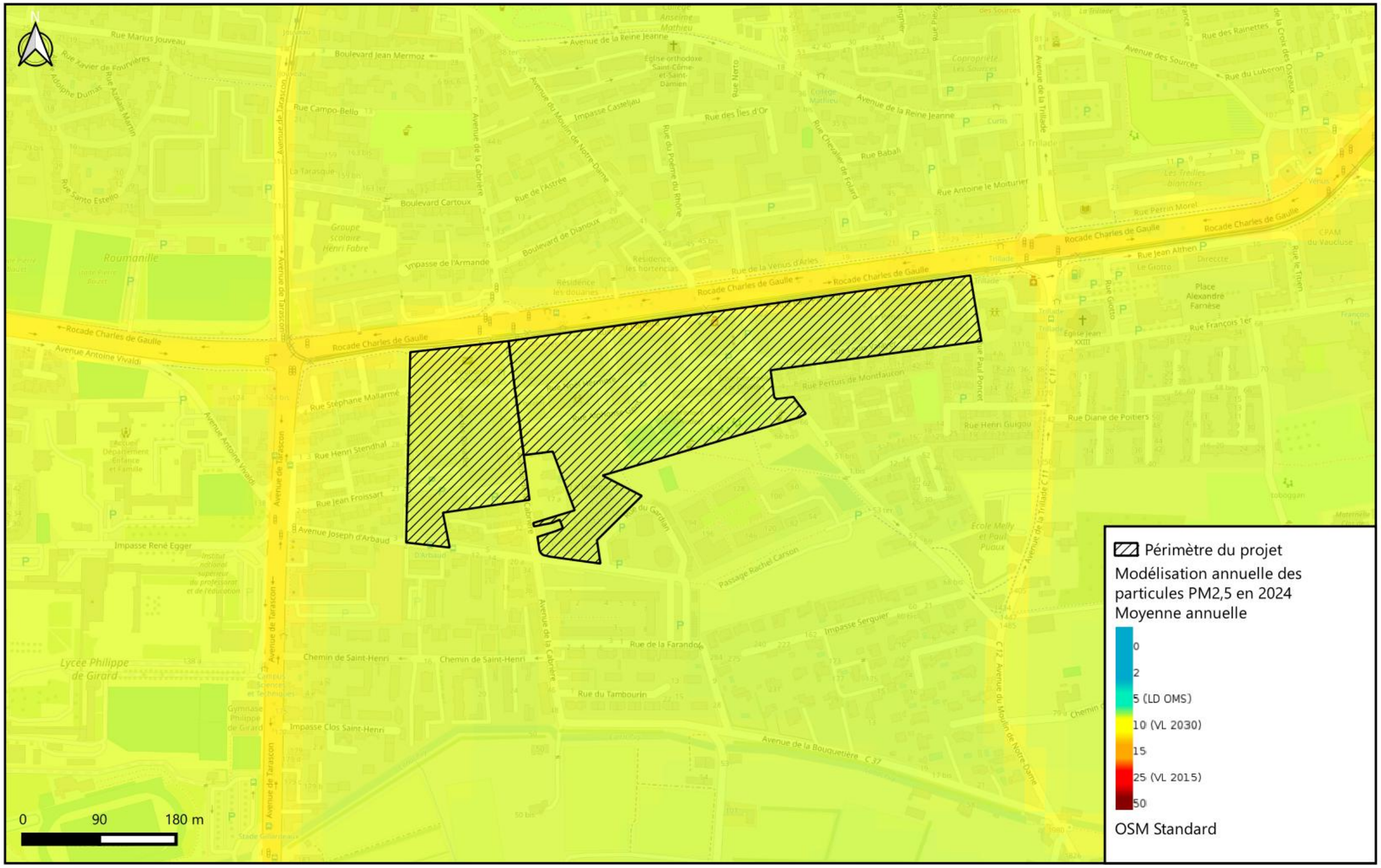


Figure 23 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 en 2024 – Modélisées par AtmoSud

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Indice ICAIR365 - Modélisé en 2024 par AtmoSud

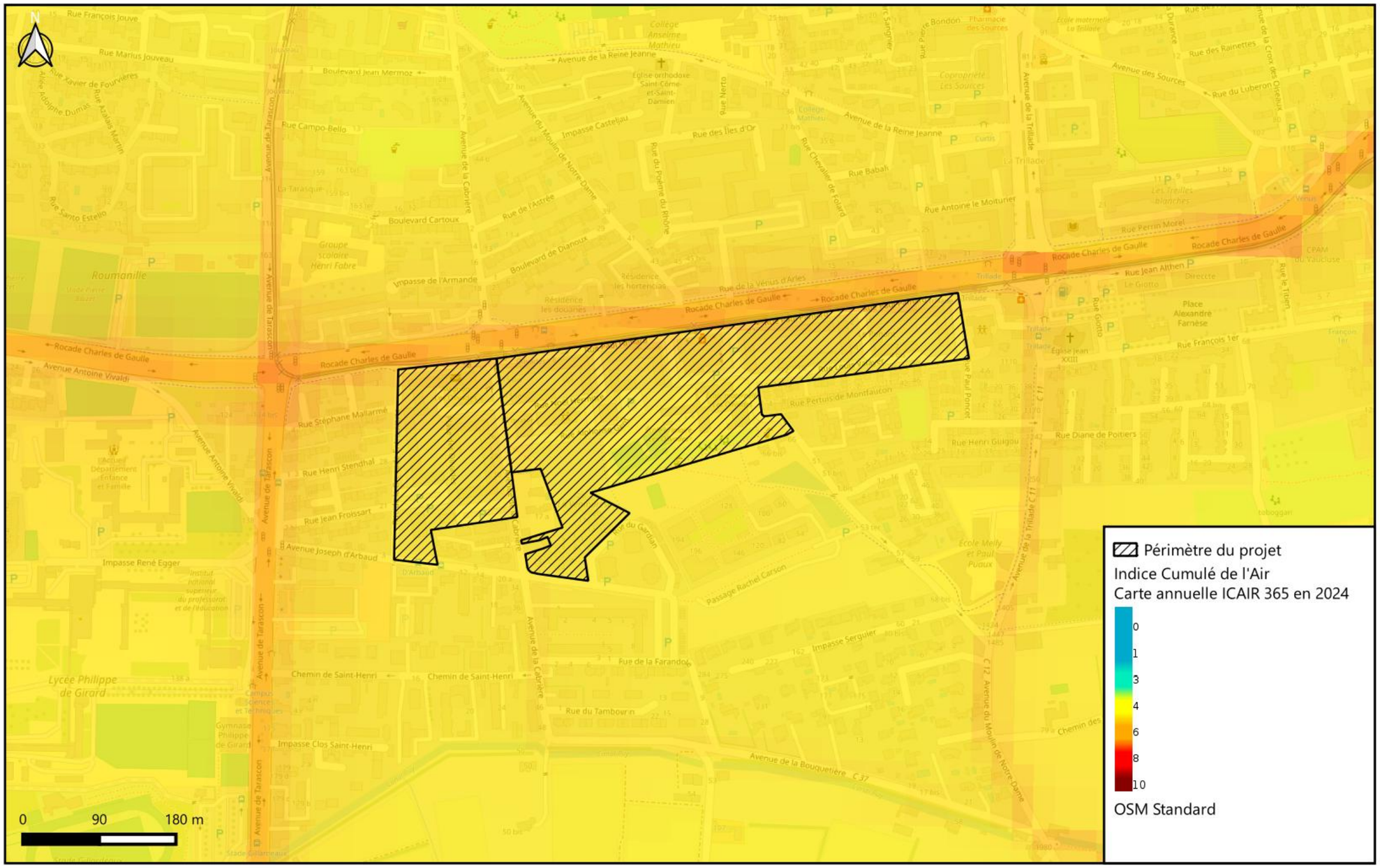


Figure 24 : Cartographie l'indice ICAIR en 2024 – Modélisé par AtmoSud

8.7. Mesures réalisées in situ

Conformément au guide méthodologique, deux campagnes de mesures sur une période couvrant 16% de l'année (2 semaines sur chaque saison ou bien 4 semaines sur 2 saisons contrastées) étaient prévues afin de mieux caractériser la variabilité temporelle des concentrations de polluants atmosphériques.

Cependant, en raison de contraintes administratives indépendantes de notre volonté, il a été nécessaire d'adapter le protocole de suivi. Ainsi, une seule campagne de mesures de deux semaines a été réalisée.

Le tableau ci-après synthétise les informations relatives à la campagne de mesures réalisée.

Tableau 30 : Organisation de la campagne de mesures dans la zone d'étude

Campagne	Dates des mesures	Méthode de prélèvement	Composés mesurés	Nombre de sites
Période froide	29/09/2025 – 13/10/2025	Tubes passifs PASSAM	NO_2	5
	29/09/2025 – 13/10/2025	Capteur passif PASSAM	PM10	2

8.7.1. Méthodologie d'étude

Cette campagne de mesures s'est intéressée aux principaux polluants d'origine automobile : le dioxyde d'azote (NO_2) considéré comme traceur de la pollution routière et les particules PM10. Le dioxyde d'azote et les PM10 ont été prélevées sur une période de 2 semaines à l'aide d'échantillonneurs passifs. Cette technique de mesure permet d'obtenir une évaluation de la concentration atmosphérique moyenne sur cette durée.

La méthodologie d'échantillonnage consiste à la suspension des échantillonneurs passifs dans une boite qui les protège des intempéries. Ces boites sont placées à une hauteur de 2 à 2,5 mètres du sol, en suspension libre, aux endroits de mesures choisis.

Au total, 5 points de mesures ont été équipés. Les points ont été répartis sur l'ensemble de la zone d'étude afin de caractériser au mieux la qualité de l'air du secteur.

Les points de mesures sont distingués selon leur type d'environnement (urbain, périurbain ou rural) ainsi que selon l'influence (source d'émission de polluants) à laquelle ils sont soumis (trafic, industrielle ou fond).

Ainsi lors de cette étude, plusieurs types de sites sont représentés :

- Urbain trafic : 3 sites de mesures ;
- Urbain fond : 2 sites de mesures.

Le détail des sites de mesures, leur typologie ainsi que les polluants mesurés sont présentées dans le tableau ci-après et seront détaillés plus amplement en Annexe 1.

Tableau 31 : Typologie et influence des sites de mesures et polluants d'intérêts

N° du point de mesures	Typologie et influence	Polluants	Axe routier étudié - Commentaire
1	Urbain Fond	NO_2+PM10	Ecole - Fond
2	Urbain Fond	NO_2	Rue Louis Valayer
3	Urbain trafic	NO_2	Rue Paul Pamard
4	Urbain trafic	NO_2	Avenue de la Cabrière
5	Urbain trafic	NO_2+PM10	Rue Paul Pamard

8.7.2. Localisation des points de mesures

La cartographie ci-dessous présente les points de prélèvements passifs déployés.

Les fiches de mesures en Annexe 1 détaillent plus amplement les caractéristiques de chaque point de mesures.

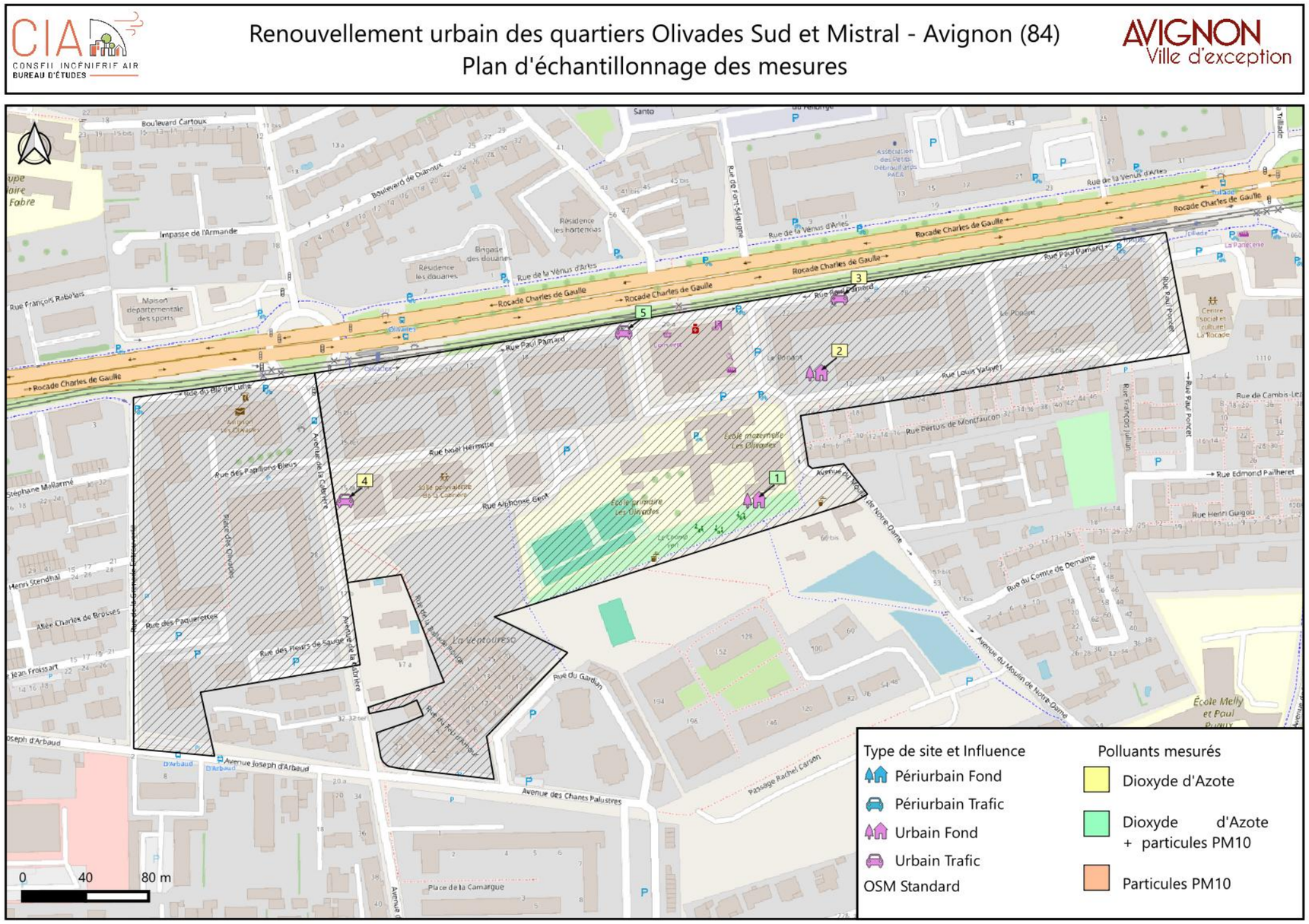


Figure 25 : Cartographie de la position des sites de prélèvements passifs et détails des polluants mesurés

8.7.3. Conditions météorologiques

La qualité de l'air dépend de l'émission de substances polluantes par différentes sources comme les industries, les transports, les sources tertiaires et domestiques mais dépend également des conditions météorologiques. En effet, la climatologie (vitesse et direction du vent, température, rayonnement, pression atmosphérique…) influence le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

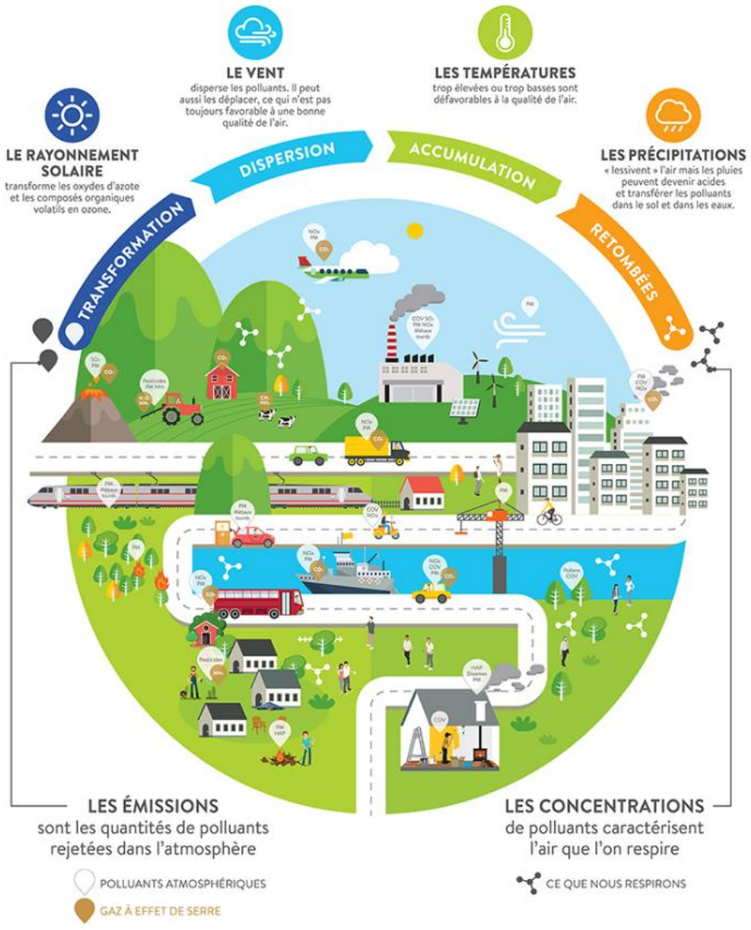


Figure 26 : Influence des conditions météorologiques sur la dispersion des polluants - Source : ATMO Auvergne Rhône Alpes

La pluie et les vents forts sont généralement bénéfiques pour la qualité de l'air puisque les précipitations « lessivent » l'atmosphère et que les vents « balaient » la pollution en éloignant les polluants, ce qui mène en général à une diminution des concentrations des polluants émis localement.

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, lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion. La chaleur estivale et l'ensoleillement favorisent les processus photochimiques, comme la formation d'ozone.

Des phénomènes de masses d'air chaudes bloquées sous des masses d'air froides, appelé phénomène d'inversion de température, vont favoriser la stagnation des polluants émis localement (également soumis aux réactions photochimiques en cas de fort ensoleillement) et contribuer à la dégradation de la qualité de l'air.

Les données météorologiques horaires mesurées en continu à la station Météo France d'Avignon (84), ont été analysées sur la période du 29/09/2025 au 13/10/2025, pour les paramètres suivants :

- Températures,
- Pluviométrie,
- Force et direction du vent.

Les conditions météorologiques sont détaillées ci-après.

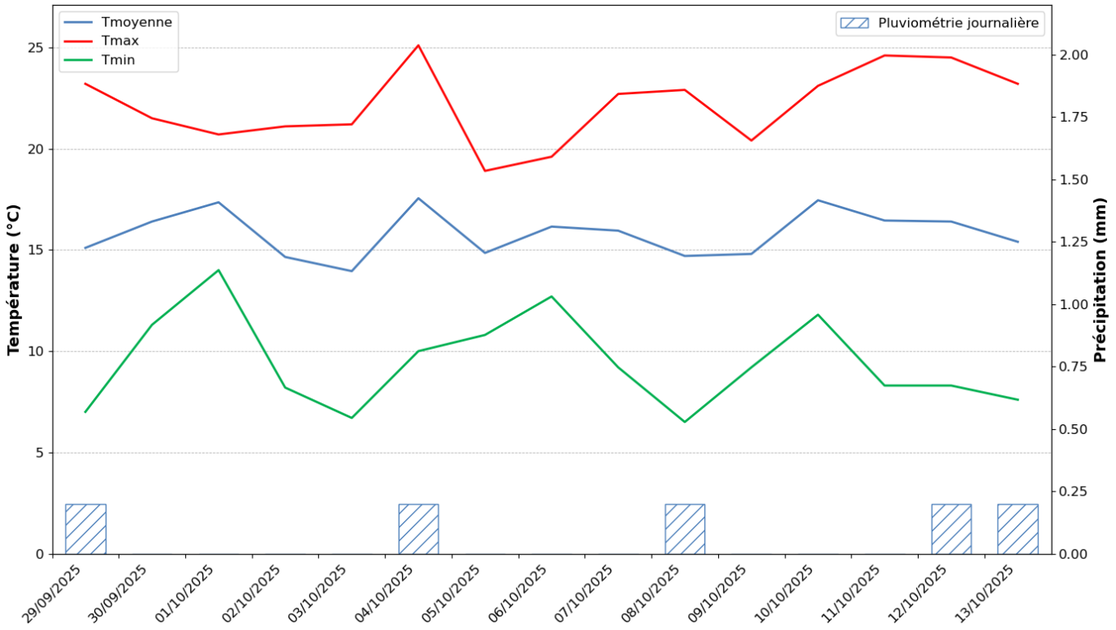


Figure 27: Variations de températures et précipitations durant la campagne de mesures – Station Avignon (84) de météo France

Tableau 32 : Comparaison des données météo durant la campagne de mesure aux normales mensuelles – fiche climatologique Météo France : Statistiques 1991-2020 et record – Station Avignon (84)

	Campagne	Normales en octobre
Température moyenne (°C)	15.8	15.8
Moyenne des températures maximales (°C)	22.2	21.0
Moyenne des températures minimales (°C)	9.4	10.7
Température la plus élevée (°C)	25.1	31.0
Température la plus basse (°C)	6.5	-2.0
Hauteur maximale de précipitations (mm)	0.2	136.2
Hauteur totale des précipitations (mm)	1.0	88.6
Nombre de jours de pluie	5.0	6.0

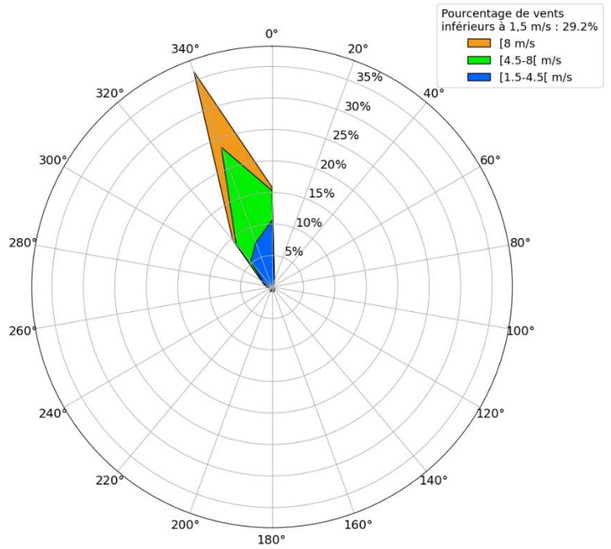


Figure 28 : Rose des vents observés durant la campagne de mesure du 29/09/2025 – 13/10/2025 à Avignon (84) – Météo France

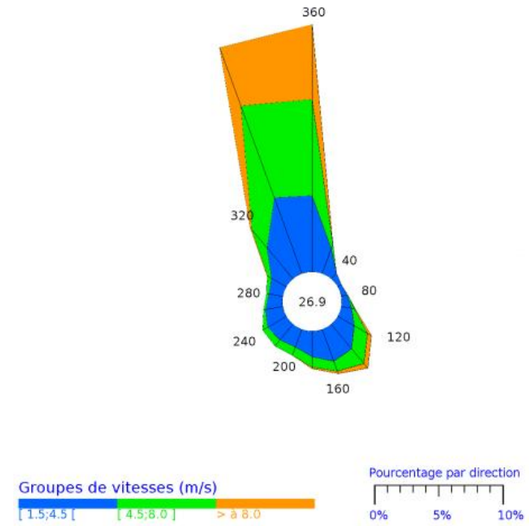


Figure 29 : Rose des vents normales à la station Avignon (84) de Météo France - Période 1991-2010

Les températures pendant la campagne s'échelonnent entre 6,5 °C et 25,1°C. La température moyenne durant la campagne de mesure est de 15,8°C en cohérence avec la température normale moyenne en octobre. **Les températures observées durant la campagne sont donc équivalentes aux températures habituelles**.

Concernant les précipitations, il y a eu 5 jours de pluie durant la campagne, pour une hauteur totale de précipitations de 1 mm seulement contre habituellement 88,6 mm en 6 jours environ. **Ainsi, on peut conclure que les précipitations durant la campagne de mesures étaient plus faibles mais aussi fréquente que la moyenne normale en cette période**. Cela peut avoir un effet sur les concentrations en polluant (variations dans le lessivage de l'atmosphère par la pluie).

Des vents faibles à fort provenant d'un secteur Nord (320° à 360°) ont majoritairement soufflé durant la campagne. **Les conditions de vents observées sont conformes à celles présentées dans la rose des vents moyennés sur 20 ans de la station Météo France d'Avignon. Les vents observés durant la campagne sont donc représentatifs des conditions de vent habituelles locales**.

Les conditions météorologiques ont été conformes aux conditions moyennes d'expositions de la zone d'étude pour la période de mesure, à l'exception de précipitations plus faibles que la normale (tout cela pouvant favoriser des concentrations atmosphériques plus fortes).

8.7.4. Interprétation des résultats

Les résultats détaillés du laboratoire sont présentés en Annexe 3 et les fiches mesure en Annexe 1.

Conformément au guide méthodologique, les mesures doivent être réalisées sur une période couvrant 16 % de l'année, soit deux semaines par saison, ou quatre semaines réparties sur deux saisons contrastées. Toutefois, en raison de contraintes administratives indépendantes de notre volonté, il n'a pas été possible de mener cette campagne sur l'ensemble de l'année. Par conséquent, les mesures ont été réalisées uniquement sur deux semaines. Par conséquent, les concentrations relevées ne peuvent être considérées comme représentatives de la concentration annuelle moyenne. En conséquence, ces résultats sont comparés aux seuils réglementaires annuels à titre indicatif.

8.7.4.1. Dioxyde d'azote (NO_2)

Les capteurs sont en cours d'analyse en laboratoire. Cette partie sera complétée une fois les résultats réceptionnés.

8.7.4.2. Particules PM10

Les capteurs sont en cours d'analyse en laboratoire. Cette partie sera complétée une fois les résultats réceptionnés.

9. Conclusion de l'état initial

Le projet

Cette étude s'inscrit dans le cadre des études environnementales relatives au projet de renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral à Avignon (84).

Le projet portant sur le **quartier Olivades Sud** prévoit :

- Logements :
  - Déconstruction de 6 immeubles de logements sociaux (336 logements) ;
  - Construction d'immeubles de logements représentants 125 nouveaux logements.
- Équipements :
  - Déconstruction de la salle de sport Cabrière ;
  - Construction d'équipements sportifs sous la forme de constructions légères (type yourte) ;
  - Déconstruction de la galerie commerciale ;
  - Construction d'un équipement commercial au sein d'un lot à bâtir au Nord-Ouest.

Le projet portant sur le **quartier Mistral** consiste en la réalisation des travaux et aménagements suivants :

- Logements :
  - Déconstruction de 2 parties de bâtiments (29 logements) ;
  - Réhabilitation de 176 logements.
- Équipements :
  - Création d'un poste de police en rez-de-chaussée.

Cette étude est réalisée pour le compte de la ville d'Avignon.

Le présent rapport s'attache à qualifier la qualité de l'air de la zone et l'impact du projet en termes de pollution de l'air, conformément à la note méthodologique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières et aux recommandations de l'autorité environnementale dans sa note 2019-N-07 relative aux ZAC et autres projets d'aménagements urbains.

Étude bibliographique de la qualité de l'air locale

A. Emissions atmosphériques

L'étude de l'inventaire des émissions de 2022 de la communauté d'Agglomération du Grand Avignon, a permis d'identifier le trafic routier comme une des principales sources émettrices d'oxydes d'azote (66 % des émissions) et une source non négligeable de particules fines PM10 et PM2,5 (respectivement 31 % et 24 % des émissions) dans l'atmosphère.

Ainsi, des modifications de trafic routier découlant du projet pourraient avoir un impact (positif ou négatif) sur la qualité de l'air locale.

Cependant la majorité des particules sont émises par le secteur résidentiel (54 % pour les PM10 et 66 % pour les PM2,5).

B. Concentrations

Les concentrations des principaux polluants émis par le trafic routier, mesurés par l'AASQA AtmoSud en 2024 dans les environs de la zone d'étude ainsi que les concentrations modélisées en 2023 ont été étudiées.

a. Concentrations mesurées par AtmoSud

L'analyse des données mesurées par les stations fixes d'AtmoSud met en évidence :

- Le respect des valeurs limites pour le dioxyde d'azote aussi bien pour les stations de fond que trafic.
- Le dépassement de l'objectif de qualité des particules PM2,5 (10 µg/m³) ainsi que du seuil de protection de la végétation (30 µg/m³) pour les oxydes d'azote, en site trafic à la station Avignon Rocade De Gaulle ;
- Le dépassement des nouvelles lignes directrices annuelles de l'OMS sur toutes les stations étudiées, pour le dioxyde d'azote (10 µg/m³), les particules PM10 (15 µg/m³), ainsi que les particules PM2,5 (5 µg/m³).

Selon le bilan d'activité 2023 d'AtmoSud :

- En 2023, la valeur d'ICAIR365 varie entre 4 et 5 dans toutes les villes, indiquant que les concentrations de polluants dépassent au moins quatre fois les recommandations de l'OMS ;
- Bien qu'une nette amélioration de la qualité de l'air ait été observée depuis 2013, des défis sanitaires majeurs persistent pour réduire les niveaux de pollution en dessous des seuils recommandés par l'OMS.

Selon le bilan d'activité 2023 d'AtmoSud :

- En 2023, la valeur de l'indice ICAIR365 varie entre 4 et 5 dans toutes les villes, indiquant que les concentrations de polluants dépassent au moins quatre fois les recommandations de l'OMS ;

- Bien qu'une nette amélioration de la qualité de l'air ait été observée depuis 2013, des défis sanitaires majeurs persistent pour réduire les niveaux de pollution en dessous des seuils recommandés par l'OMS.

b. Concentrations modélisées par AtmoSud

Le respect des valeurs limites, est observé pour le dioxyde d'azote (40 µg/m³) ainsi que pour les particules PM10 (40 µg/m³) et PM2,5 (25 µg/m³), au niveau de la zone de projet mais également sur les axes routiers très fréquentés.

L'objectif de qualité est respecté pour le dioxyde d'azote (40 µg/m³) et les particules PM10 (30 µg/m³) mais dépassé pour les particules PM2,5 (10 µg/m³).

Cependant, les lignes directrices annuelles de l'OMS sont dépassées pour le dioxyde d'azote (10 µg/m³) et les particules PM10 (15 µg/m³) et PM2,5 (5 µg/m³) sur l'ensemble des axes routiers très fréquentés ainsi que dans la zone de projet.

La valeur de l'indice ICAIR365 varie entre 5 et 6 dans la zone de projet, indiquant que les concentrations de polluants dépassent au moins 5 fois les recommandations de l'OMS.

Localement, les facteurs pouvant favoriser des niveaux de pollution élevés sont les suivants :

- La présence d'axes routiers au trafic élevé ;
- Des sources d'émissions multiples ;
- Un ensoleillement important (réaction photochimiques) ;
- La disposition des bâtiments (rue canyon) ;

Afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air de la zone de projet des mesures in situ ont été réalisées.

Mesures in situ

A. Campagnes de mesures

Les capteurs sont en cours d'analyse en laboratoire. Cette partie sera complétée une fois les résultats réceptionnés.

B. Conditions météorologiques

C. Concentrations en dioxyde d'azote

D. Concentrations en particules PM10

Partie 4. Impact du projet

10. Trafic routier : Calcul d'émissions de polluants et de la consommation énergétique

10.1. Données d'entrée : Trafic routier

10.1.1. Données

Les entrants indispensables à la réalisation de l'étude prévisionnelle sont les données issues de modélisations de trafic réalisées dans la zone d'étude du projet. Il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA), de la vitesse réglementaire des véhicules, ainsi que de la part de poids-lourds, et ce pour chacun des tronçons routiers considérés. Les données correspondent aux données de comptages routiers réalisées du 2 au 6 octobre 2025 dans le cadre de l'étude acoustique. Elles sont complétées par les données utilisées dans le cadre de l'étude d'impact du projet de ZFE à Avignon.

Les différents scénarios ont été étudiés aux horizons suivants :

- Situation initiale 2023 ;
- Situation future à l'horizon 2032 :
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
  - Mise en service avec projet.

La Figure 30 présente le réseau routier retenu dans le cadre de cette étude pour lequel des données de trafic étaient disponibles. Les figures pages suivantes présentent les cartographies du TMJA pour les trois situations étudiées ainsi que l'évolution du trafic en 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence. Le trafic en situation future avec projet reste identique à celui de la situation future de référence, excepté au niveau des voies qui seront fermées dans le cadre du projet.

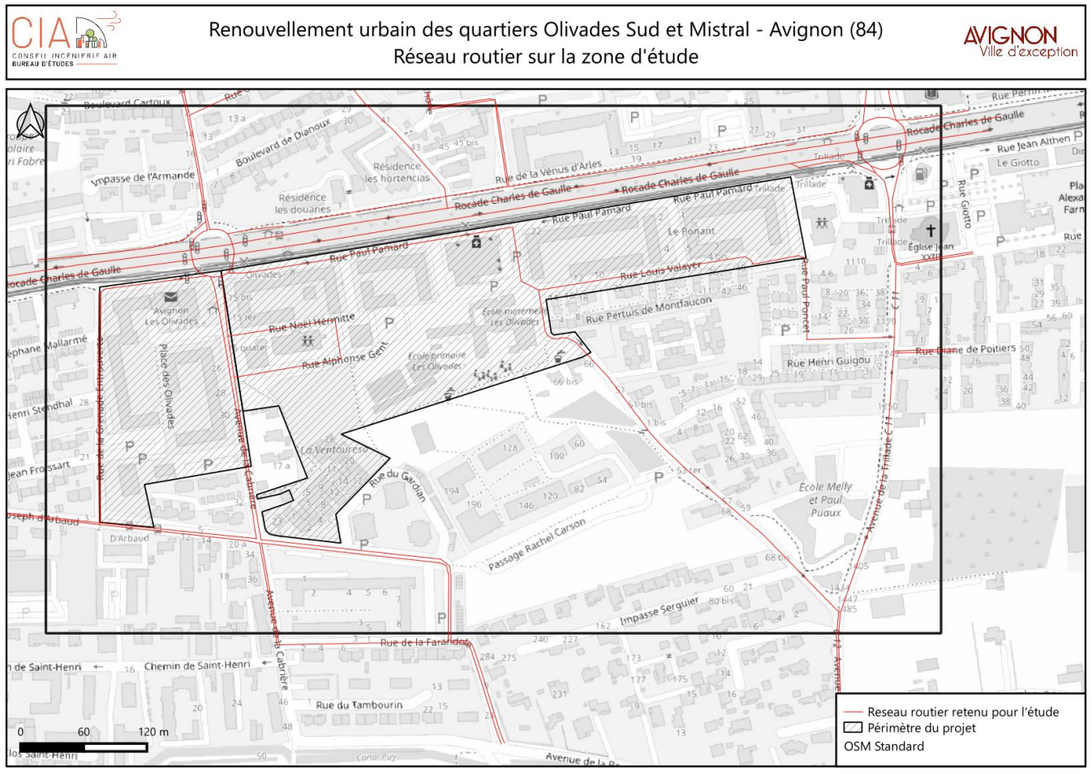


Figure 30 : réseau routier retenu pour l'étude

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Trafic Moyen Journalier Annuel - situation initiale

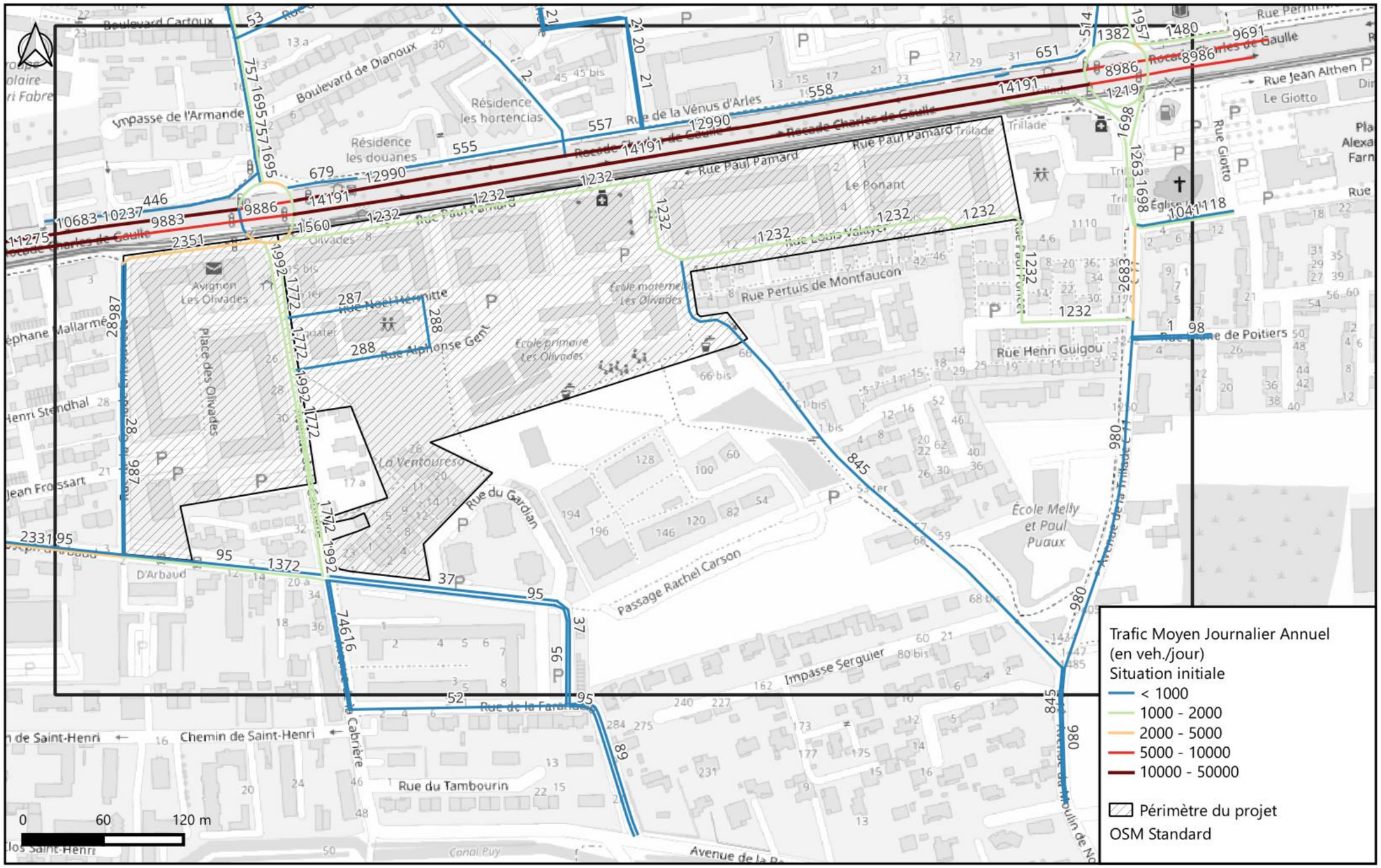


Figure 31 : Trafic Moyen Journalier en 2023 pour la situation initiale

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Trafic Moyen Journalier Annuel - situation future de référence (2032)

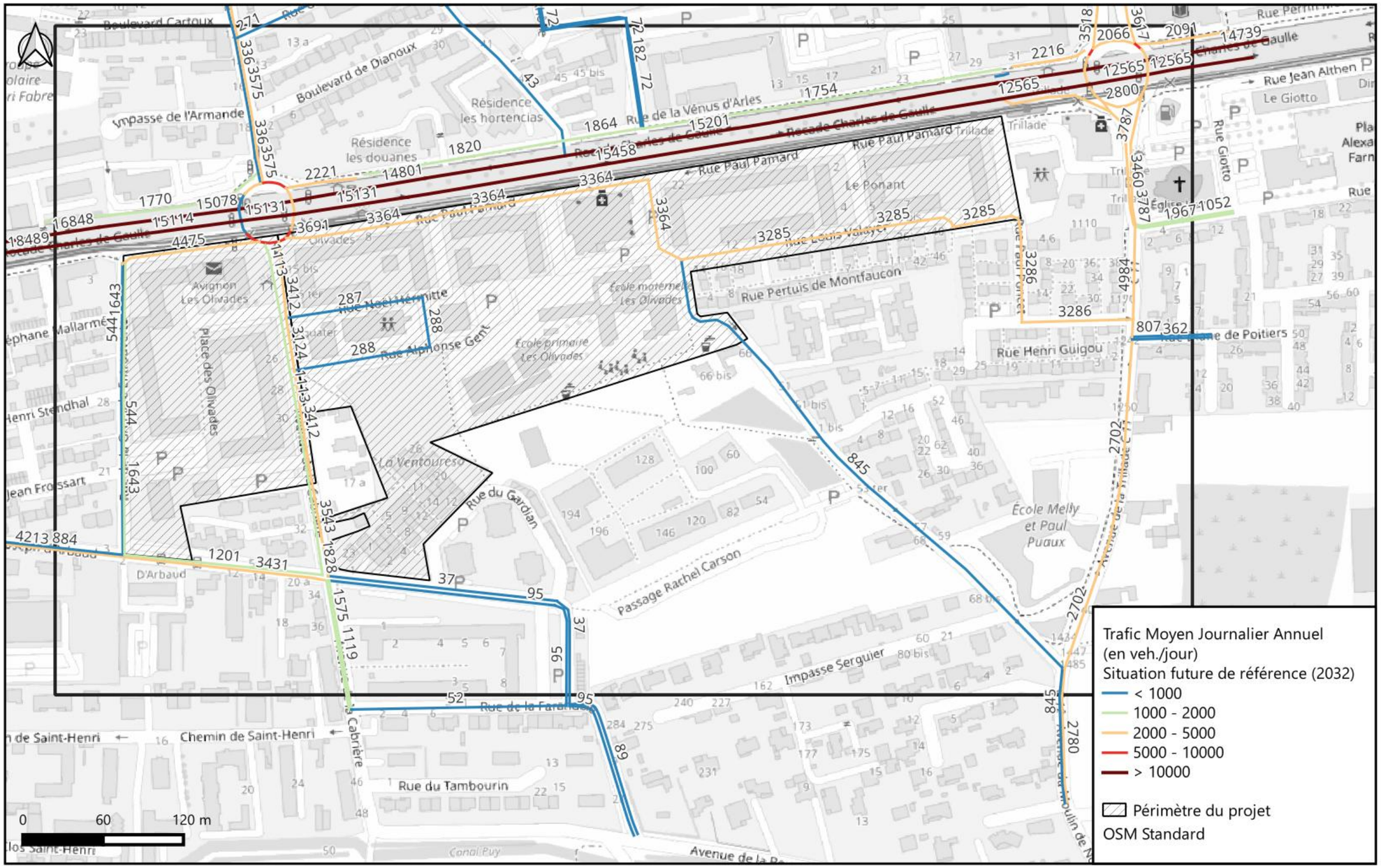


Figure 32 : Trafic Moyen Journalier en 2032 pour la situation de référence (sans projet)

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Trafic Moyen Journalier Annuel - situation future avec projet (2032)

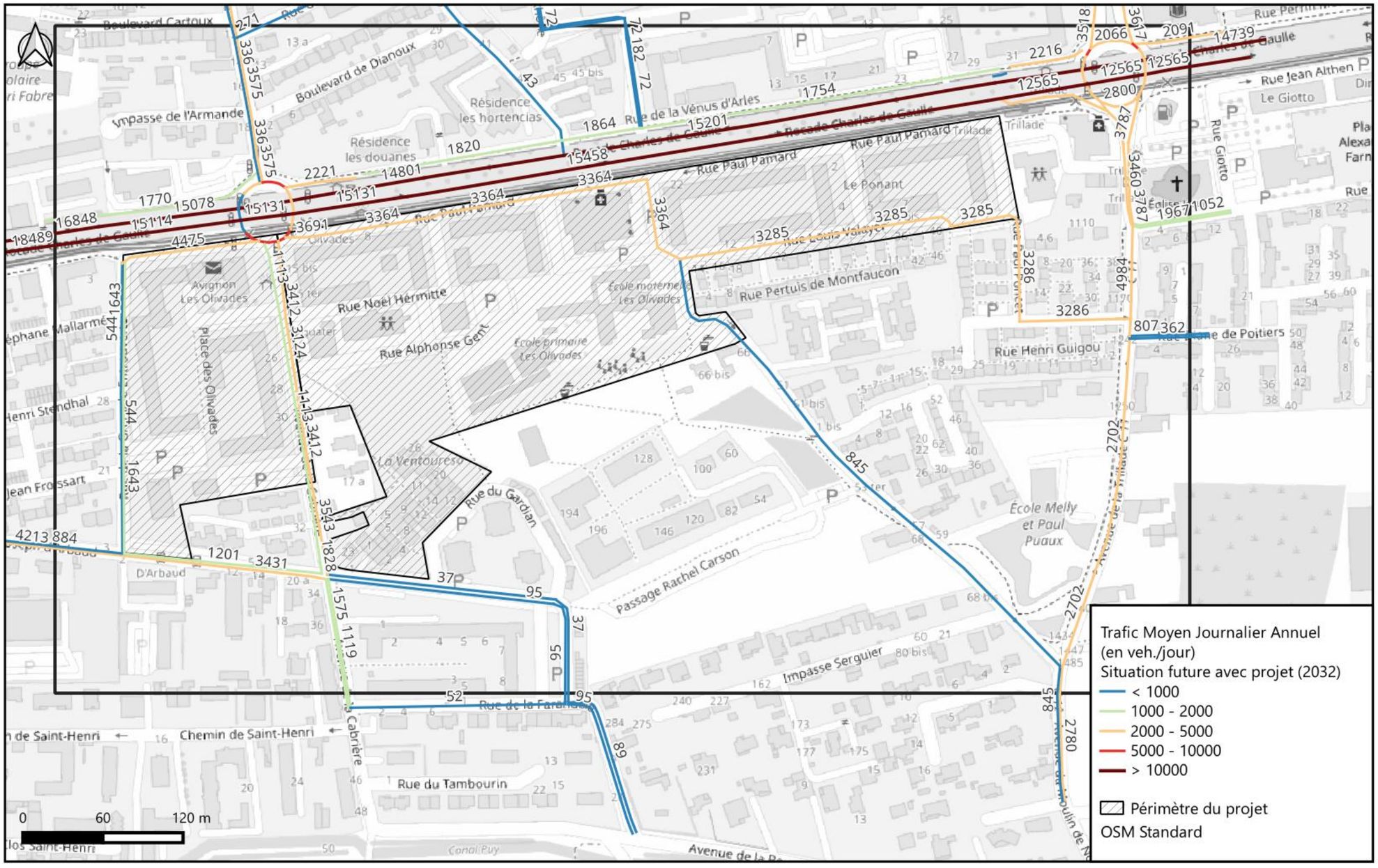


Figure 33 : Trafic Moyen Journalier en 2032 pour la situation avec projet

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Evolution du TMJA en 2032 entre la situation de référence et la situation avec projet

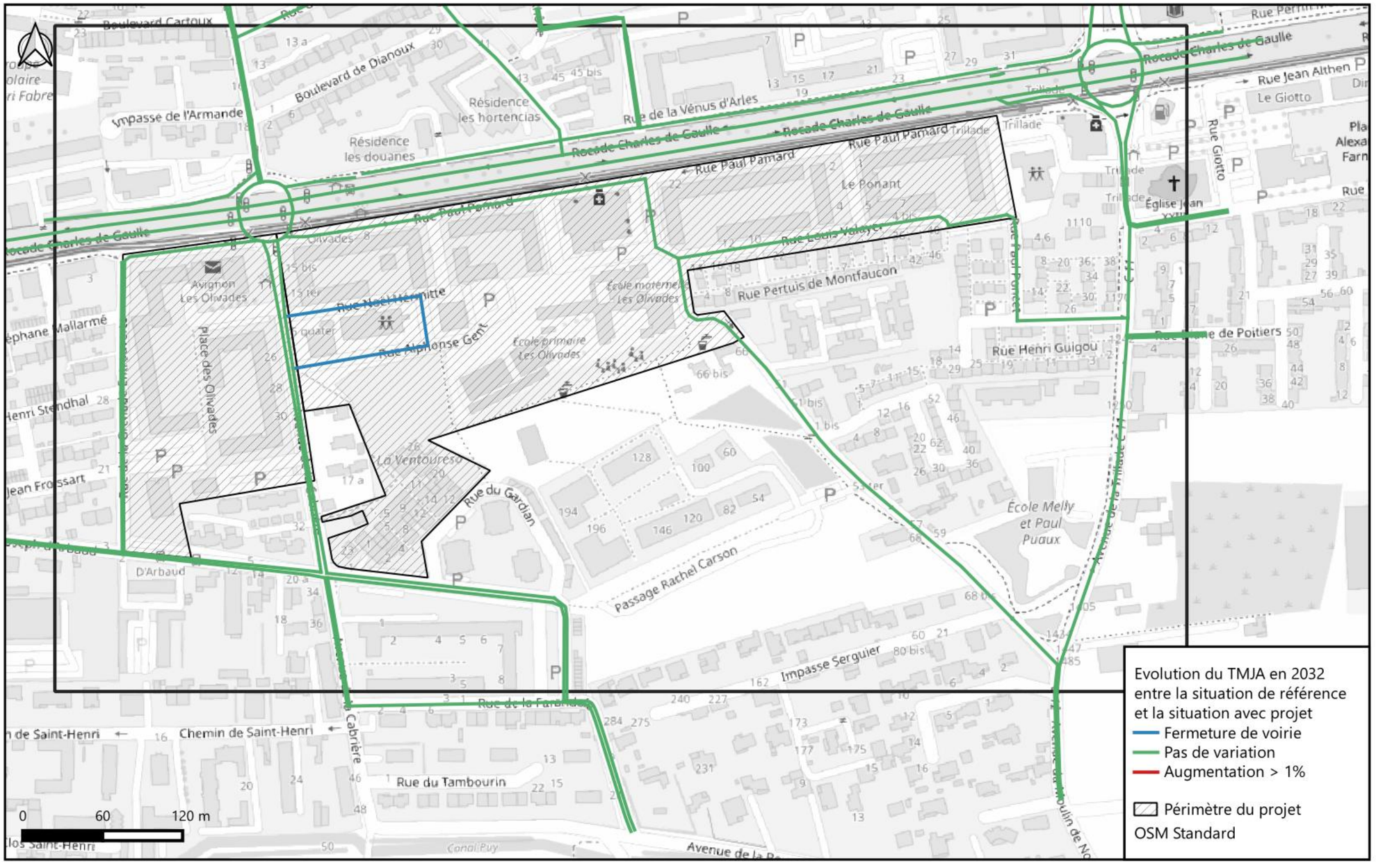


Figure 34 : Evolution du Trafic Moyen Journalier en 2032 entre la situation de référence et la situation avec projet

10.1.2. Répartition du parc automobile

Le parc automobile donne la distribution par type de voie (urbain, route et autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, PL, 2R), par combustible (essence ou diesel), par motorisation et par norme (EURO). Dans cette étude, la version 2023 du parc automobile français simulé par l'UGE-IFSTTAR est utilisée. Ce parc présente deux scénarios d'évolution du parc et des immatriculations à l'horizon 2050 :

- S1-AME « Avec Mesures Existantes » : ce scénario vise à décrire l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'Etat français jusqu'à une certaine date sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre ;
- S2-AMS « Avec Mesures Supplémentaires » : ce scénario vise à respecter le mieux possible les objectifs énergétiques et climatiques que la France s'est fixée, y compris quand ils découlent de la législation européenne. Il dessine une trajectoire possible de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à la neutralité carbone en 2050.

Pour cette étude, le parc roulant est basé sur le scénario AME.

Tableau 33 : Répartition du type de motorisation en fonction de l'année et de la typologie de l'axe routier – Parc AME (source : UGE-IFSTTAR 2023)

	Parc	Urbain		Rural		Autoroutier	
	Année	2023	2032	2023	2032	2023	2032
VP	VP Essence	28,4%	23,6%	25,4%	21,6%	19,5%	16,1%
	VP Diesel	58,7%	36,2%	62,4%	38,8%	68,9%	45,8%
	VP Hybride	4,7%	10,8%	4,6%	10,9%	4,8%	11,5%
	VP Electriques	4,0%	12,7%	3,5%	11,5%	2,4%	8,1%
	VP Autres	4,2%	16,8%	4,1%	17,2%	4,3%	18,4%
VUL	VUL essence	1,5%	4,0%	1,9%	5,3%	1,8%	4,5%
	VUL diesel	97,1%	87,5%	96,3%	84,2%	96,5%	86,2%
	VUL Electrique	0,9%	4,0%	1,1%	5,3%	1,1%	4,5%
	VUL Autres	0,6%	4,5%	0,6%	5,2%	0,6%	4,8%
PL	PL Diesel	87,9%	71,4%	96,4%	87,7%	97,7%	91,5%
	PL Essence	0,0%	0,8%	0,0%	0,5%	0,0%	0,3%
	PL Electriques	2,0%	5,5%	0,2%	1,3%	0,1%	0,8%
	PL GNC	8,3%	18,6%	3,2%	9,3%	2,1%	6,4%
	PL Autres	1,7%	3,7%	0,1%	1,3%	0,1%	0,9%

10.1.3. Définition de la bande d'étude

En termes de qualité de l'air, le **réseau d'étude** est composé des voies routières concernées par le projet, et de l'ensemble du réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic significative. Ces variations sont considérées comme significatives si elles sont supérieures à :

- ±500 véhicules/jours, pour les TMJA <5000 véhicules/jour ;
- ±10 % d'impact sur les TMJA, pour des TMJA>5000 véhicules/jour ;

Pour une question de cohérence du réseau routier d'étude retenu, certaines voies subissant des variations de trafics non significatives ont pu être retenues pour les modélisations. Dans cette étude, même si le trafic sur la rocade n'est pas influencé par le projet, celle-ci a été retenue dans les modélisations du fait des émissions importantes qu'elle génère.

La **bande d'étude** est centrée sur les axes routiers significativement affectés par le projet. La largeur de la bande d'étude est définie selon les trafics routiers, conformément au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019. Dans cette étude, seules les voies qui seront fermées dans le cadre du projet font partie de la bande d'étude, les autres voies de circulation ne subissent pas de variation significative de trafic du fait du projet.

Afin de connaître l'impact de la circulation routière sur l'ensemble du projet d'aménagement urbain et pas seulement le long des voies de circulation, le périmètre du projet a été ajouté à la bande d'étude. C'est sur cette **bande d'étude étendue au périmètre du projet que seront présentés les résultats de modélisations et les calculs d'IPP** requis pour les niveaux I et II des études Air et Santé.

Le **domaine de calcul ou domaine de modélisation** est ensuite défini de façon à englober les bandes d'étude centrée sur les axes routiers et le périmètre du projet. Il s'agit du domaine définissant la grille de calcul pour les modélisations. Ici le domaine de calcul correspond à un rectangle de 850 mètres par 500 mètres.

Le domaine de calcul et la bande d'études étendue au projet sont localisées sur la Figure 35. La localisation des établissements recevant des populations vulnérables (crèches, écoles, hôpitaux, maisons de retraite) a été ajoutée afin de vérifier la présence de populations vulnérables dans la bande d'étude.

Le groupe scolaire Les Olivades se trouve dans la bande d'étude étendue au projet. Une évaluation des risques sanitaires pour les enfants de cette école sera donc réalisée dans le cadre de cette étude.

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Bande d'étude

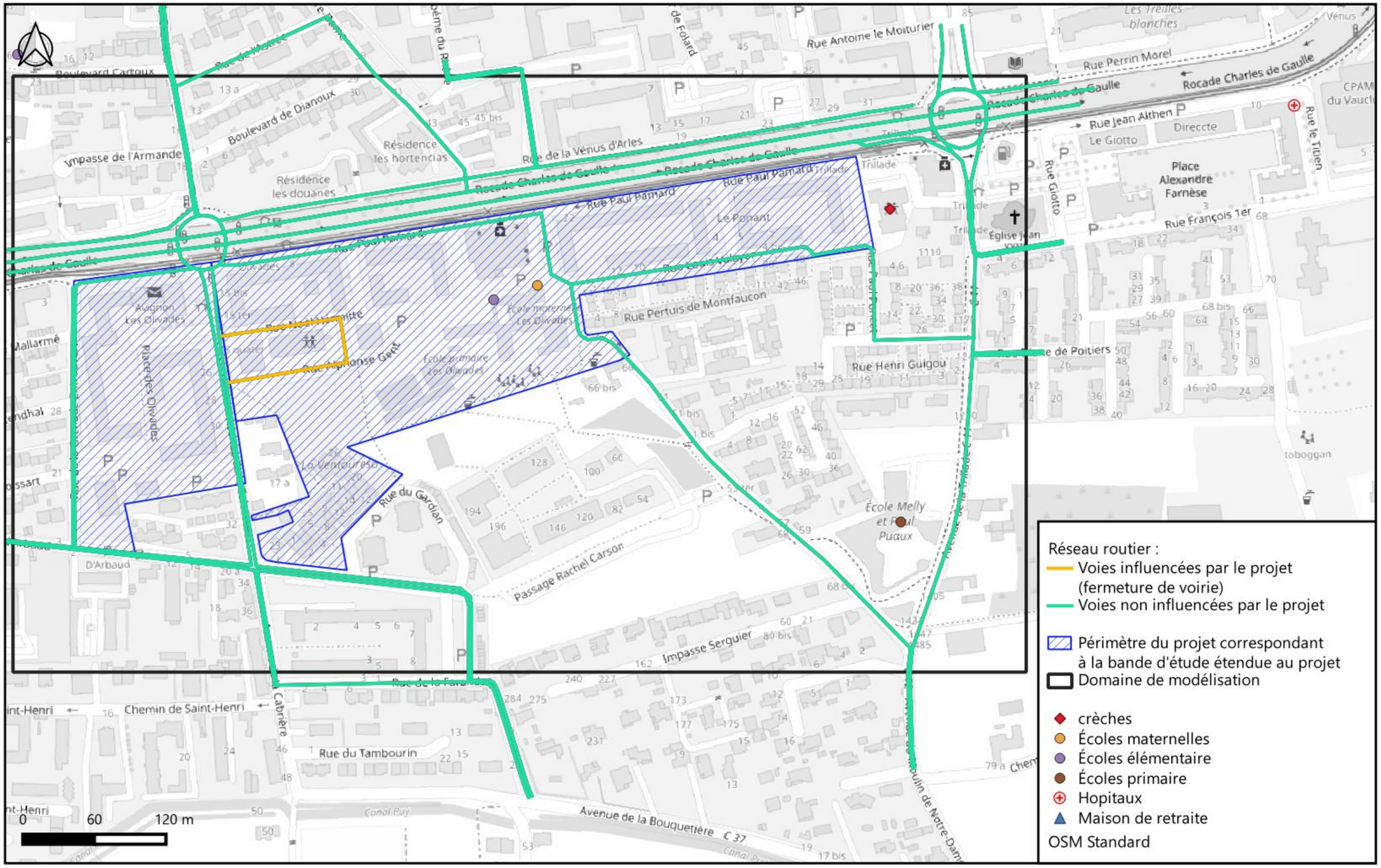


Figure 35 : Présentation de la bande d'étude et du domaine de calcul pris en compte dans le calcul des émissions et de la dispersion atmosphériques

10.2. Evolution du trafic routier dans la zone d'étude

Tableau 34 : Evolution du trafic dans le domaine d'étude

Scénario	Année	Km parcourus	Impact	
Initial	2023	30 911	-	
Référence : « au fil de l'eau »	2032	44 209	43,0%	/ Actuel
Projet		44 140	-0,2%	/ Référence

Au fil de l'eau, le trafic routier du domaine d'étude augmente par rapport à la situation initiale 2023, avec +43 % en 2032.

L'impact global du projet sur le nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude est négligeable avec -0,2 % par rapport à la situation de référence en 2032, lié à la fermeture de voies dans le cadre du projet.

Globalement le projet n'impacte pas significativement le trafic routier du domaine d'étude.

10.3. Bilan de la consommation énergétique

Le bilan énergétique du projet prend en compte la consommation de carburant liée au trafic routier.

Le graphique suivant présente les résultats de la consommation énergétique journalière sur le domaine d'étude. Le total est exprimé en tonnes équivalent pétrole (TEP).

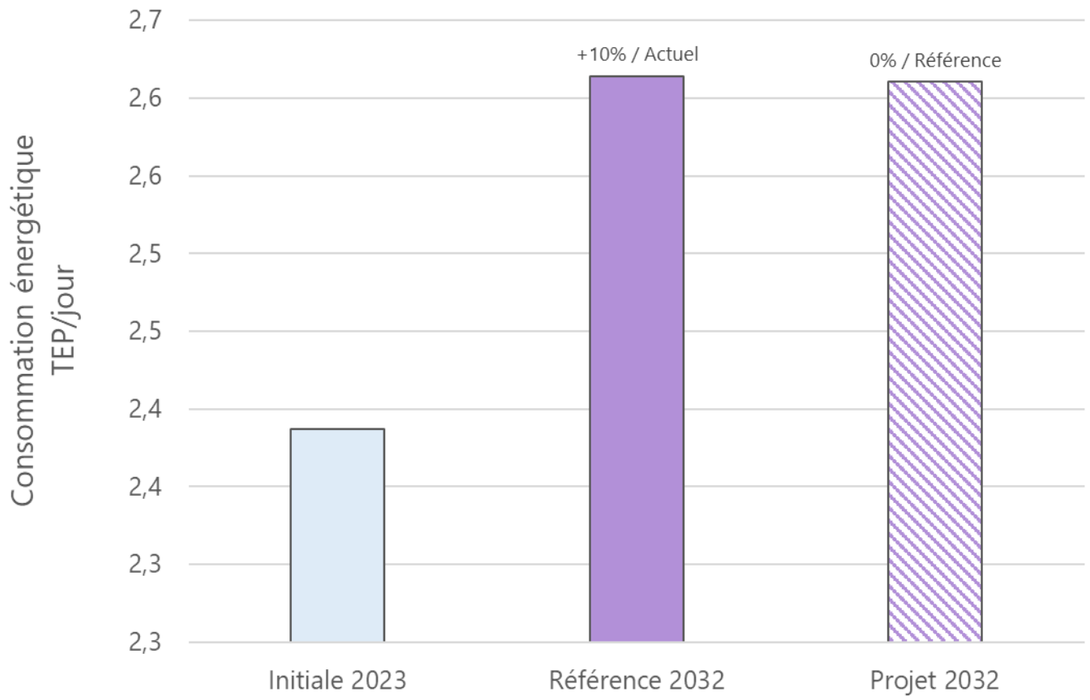


Figure 36 : Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude

Au fil de l'eau, la consommation énergétique (TEP/jour) augmente par rapport à la situation initiale de +10 % en 2032.

L'impact du projet sur la consommation énergétique totale du domaine d'étude est négligeable par rapport à la situation de référence.

Le projet n'entraine pas de variation de la consommation de TEP/jour. Ceci est cohérent avec l'évolution du nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude.

10.4.Bilan des émissions en polluants

Le bilan des émissions en polluants (et leurs variations), pour l'ensemble du domaine d'étude aux horizons étudiés et pour tous les types de véhicules est présenté dans le tableau suivant.

Au fil de l'eau, il est observé une diminution des émissions pour quelques polluants gazeux dont les NOx par rapport à la situation initiale 2023 liée à l'amélioration technologique du parc roulant au fil du temps. Cette amélioration technologique ne compense pas l'augmentation du trafic sur les émissions de certains polluants (CO, PM10, PM2,5, HAP, métaux) dont les émissions augmentent (variation +11 % pour les PM10).

En situation de projet par rapport à la situation de référence, les émissions des polluants principaux restent stables en 2032, en cohérence avec la variation du trafic routier en situation de projet.

Le même constat est effectué concernant les gaz à effet de serre (GES) : Le projet n'entraine pas de variation des émissions de GES en 2032.

Le projet n'a donc pas d'impact significatif sur les émissions.

L'étude de la répartition spatiale de l'impact du projet est réalisée sur les oxydes d'azote à l'horizon 2032 (figure page suivante).

En 2032, les émissions de NOx restent faibles sur les voies concernées par le projet (< 1 kg/km/jour), excepté sur la rocade où les émissions peuvent dépasser 3 kg/km/jour.

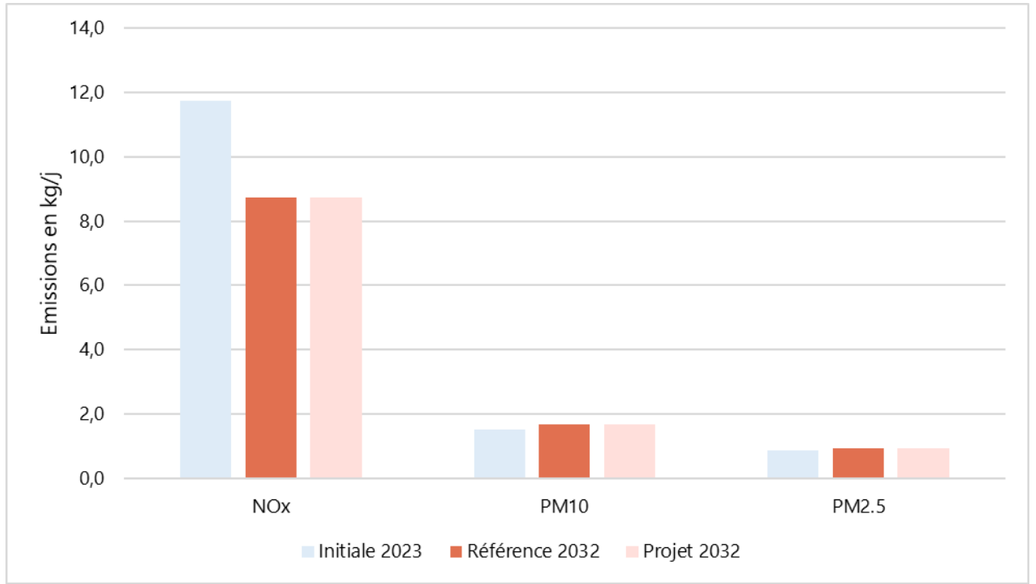


Figure 37 : bilan des émissions en NOx, PM10 et PM2,5 sur la zone d'étude

Tableau 35 : Bilan des émissions moyennes journalières des polluants principaux et des gaz à effet de serre (GES) sur le domaine d'étude

Sur l'ensemble du projet	CO	NOx	SO_2	COVNM	PM10	PM2,5	Benzène	1,3 butadiène	Benzo(a)pyrène	HAP	Ni	Cr	As	GES*
	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	T eqCO2/j
Initiale 2023	7,6E+00	1,2E+01	4,2E-02	4,8E-01	1,5E+00	8,7E-01	1,7E-02	6,8E-03	3,6E-02	3,8E+00	3,6E-01	1,5E+00	4,5E-02	7,6E+00
Référence 2032	8,9E+00	8,7E+00	4,4E-02	4,0E-01	1,7E+00	9,2E-01	1,4E-02	5,6E-03	3,6E-02	3,7E+00	4,5E-01	1,8E+00	5,3E-02	8,2E+00
Variation au « Fil de l'eau » 2032	**18%**	**-25%**	**5%**	**-18%**	**11%**	**6%**	**-13%**	**-17%**	**3%**	**-3%**	**25%**	**19%**	**19%**	**8%**
Projet 2032	8,9E+00	8,7E+00	4,4E-02	3,9E-01	1,7E+00	9,2E-01	1,4E-02	5,6E-03	3,6E-02	3,7E+00	4,5E-01	1,8E+00	5,3E-02	8,1E+00
Impact du Projet 2032	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**

** Somme de l'ensemble des GES (gaz à effet de serre) multiplié par le PRG100 (potentiel de réchauffement global sur 100 ans) - PRG100 de 1 pour les CO_2, de 27,9 pour les CH_4 et de 273 pour les N_2O*

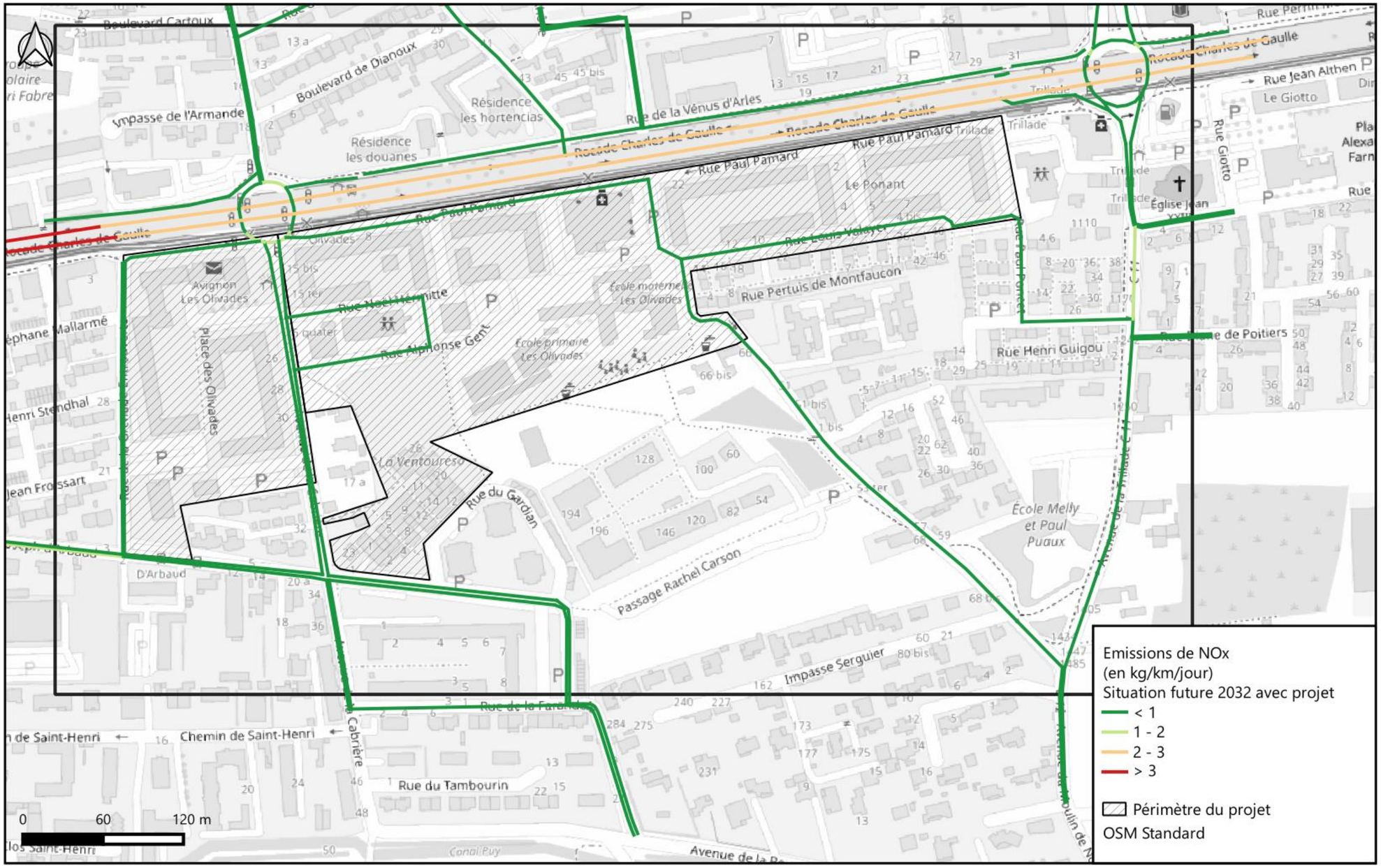


Figure 38 : Cartographie des émissions de NOx en 2032 pour la situation avec projet

10.5. Analyse des coûts collectifs

10.5.1. Rappel méthodologique

Les coûts collectifs correspondent à la monétarisation des externalités négatives (pollutions et nuisances) et des bénéfices pour la collectivité. Cela permet d'exprimer les impacts environnementaux et sanitaires d'un projet en euros pour éclairer les décisions publiques.

La méthode est basée sur l'analyse socio-économique exigées par l'articles R.122-5 du Code de l'environnement.

Elle inclut :

- Les effets de la pollution de l'air sur la santé (particules, NOx, SO_2, COVnM)
- Les émissions de gaz à effets de serre (GES), évaluées via un coût carbone
- L'impact est modulé selon la vitesse des véhicules et la densité des zones traversées
- L'augmentation de la valeur de la vie humaine est intégrée dans les calculs.

10.5.2. Coûts liés à la pollution de l'air

Tableau 36 : Coûts liés à la pollution de l'air – Tous types de véhicules confondus

€ 2015	Coût journalier en €	Impact	
Initiale 2023	5 788 €	-	
Référence 2032	4 739 €	-18%	/ initiale
Projet 2032	4 735 €	0%	/ Référence

En comparant la situation de référence à la situation initiale, il est observé une baisse des coûts collectifs liés à la pollution de l'air, avec -18 % en 2032.

En situation de projet, les coûts liés à la pollution de l'air restent stables.

10.5.3. Coûts liés à l'effet de serre additionnel

Tableau 37 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel – Tous types de véhicules confondus

€ 2 015	Coût journalier en €	Impact	
Initiale 2023	997 €	-	
Référence 2032	2 376 €	138%	/ Actuel
Projet 2032	2 373 €	0%	/ Référence

Il est observé une augmentation des coûts liés à l'effet de serre additionnel en situation de référence de +138 % en 2032, par rapport à la situation initiale. Cette augmentation est liée à la hausse annuelle du prix de la tonne de CO_2 : en 2023 le coût s'élève à 133,40 €, alors qu'en 2032 le coût atteint 295 €.

En situation de projet, les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel restent stables, en cohérence avec l'évolution du trafic routier liée au projet.

10.5.4. Coûts collectifs globaux

Tableau 38 : Coûts collectifs globaux du domaine d'étude – Tous types de véhicules confondus

€ 2 015	Coût journalier en €	Impact	
Initiale 2023	6 784 €	-	
Référence 2032	7 115 €	5%	/ Actuel
Projet 2032	7 107 €	0%	/ Référence

Les coûts collectifs globaux augmentent au fil de l'eau par rapport à la situation initiale, de +5 % en 2032. Ceci s'explique par l'augmentation du prix de la tonne de CO_2 par rapport à la situation initiale. Les améliorations technologiques du parc roulant ne sont pas suffisantes pour contrebalancer ces augmentations au fil de l'eau.

En situation de projet, les coûts collectifs globaux du domaine d'étude restent stables en 2032.

Le projet n'entraine pas de variation des coûts collectifs globaux en 2032.

11. Modélisation de la dispersion atmosphérique

Les modélisations de la dispersion dans l'air des émissions issues du trafic routier ont été réalisées avec le modèle PMSS du logiciel AirAdvanced® Map. Les concentrations des polluants d'intérêt ont été modélisées aux horizons et scénarios suivants :

- Situation initiale 2023 ;
- Situation future à l'horizon 2032 :
    - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
    - Mise en service avec projet.

Les résultats sont obtenus sur une grille de calcul d'une résolution horizontale de 5 mètres. La grille de calcul verticale a été prise avec 25 niveaux verticaux, le premier niveau étant de 2 mètres près du sol.

Compte-tenu de la topographie sur la zone d'étude (voir paragraphe 7.2), celle-ci a été considérée comme plate pour les simulations.

Les simulations 3D ont été réalisées pour **120 conditions météorologiques** représentant la rose des vents normale de la station Météo-France d'Avignon sur 20 ans (période de 2001 à 2020).

11.1. Volumétrie des bâtiments

Le projet consiste notamment en la démolition et la construction de plusieurs bâtiments dans le périmètre du projet (voir présentation du projet au paragraphe 1).

La situation initiale 2023 correspond à la volumétrie existante avant démolition des premiers bâtiments.

Afin de connaître l'impact sur la qualité de l'air des différentes modifications d'aménagement prévues dans le cadre du projet, on considère que la volumétrie des bâtiments en situation future de référence (sans projet) est identique à celle de la situation initiale 2023.

Les cartes pages suivantes présentent la volumétrie des bâtiments et leur hauteur par rapport au sol en situation initiale ainsi qu'en situation future avec projet.

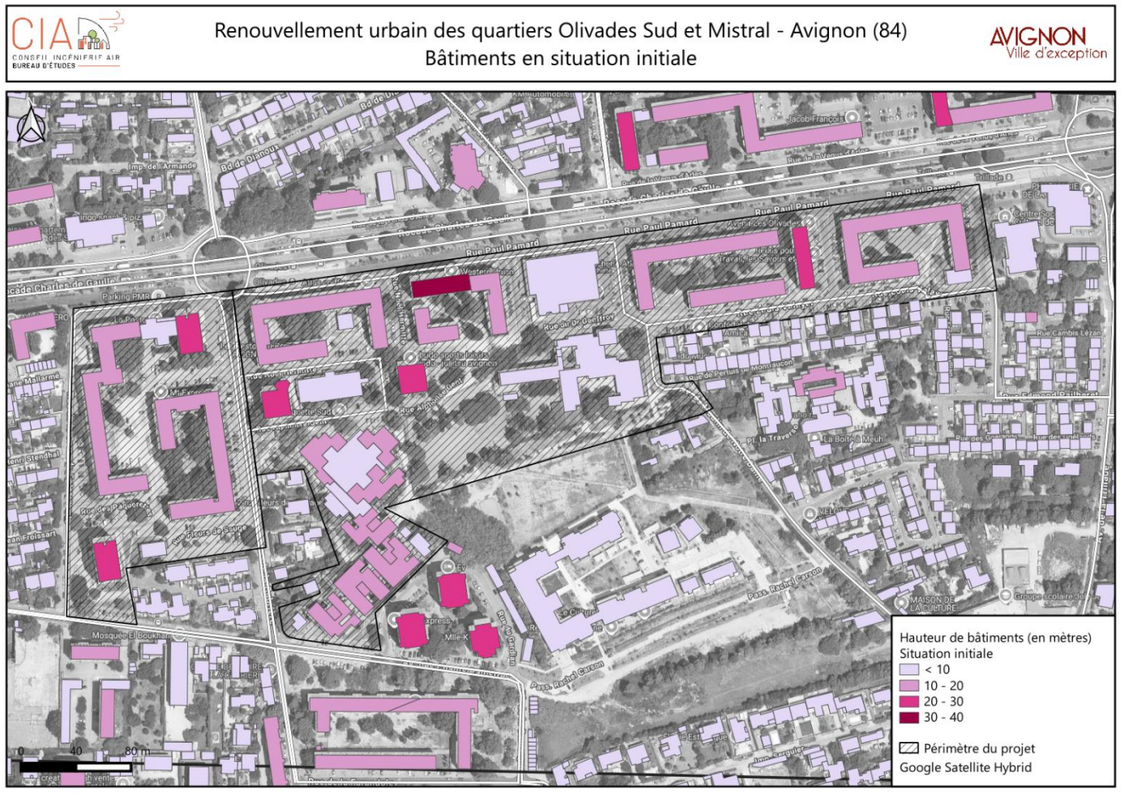


Figure 39 : Volumétrie des bâtiments en situation initiale et future de référence (avant démolition)

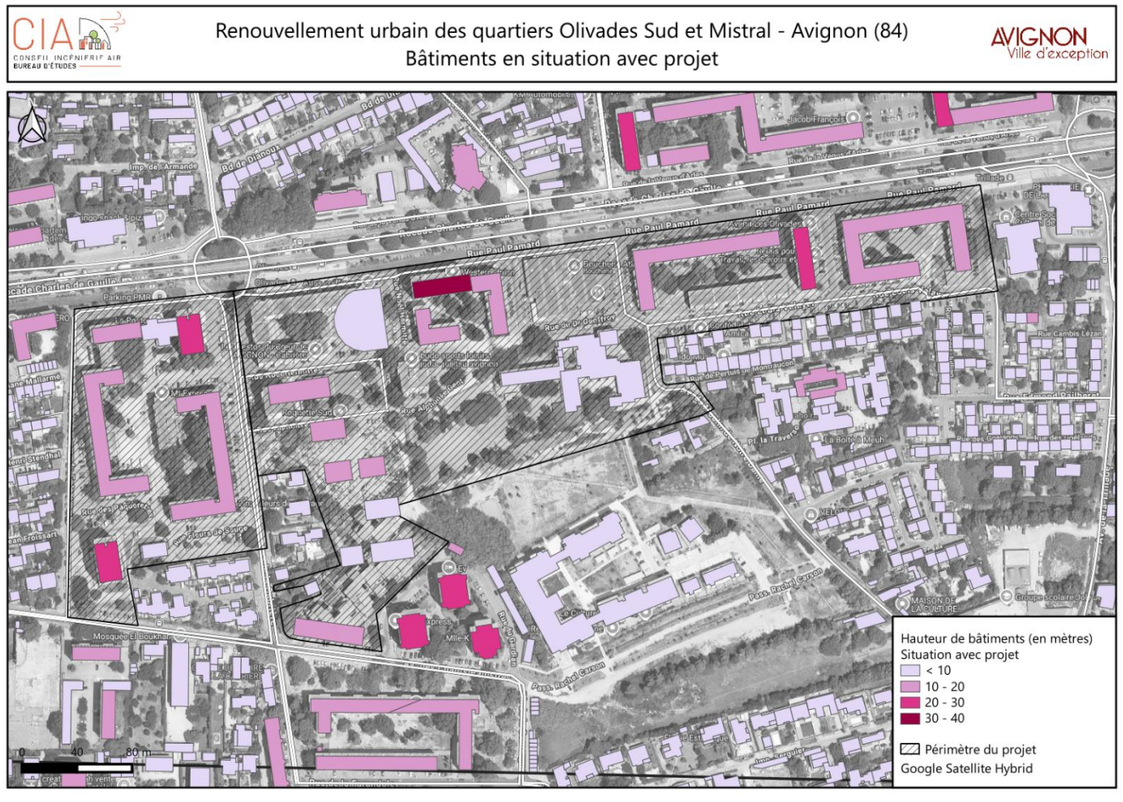


Figure 40 : Volumétrie des bâtiments en situation future avec projet

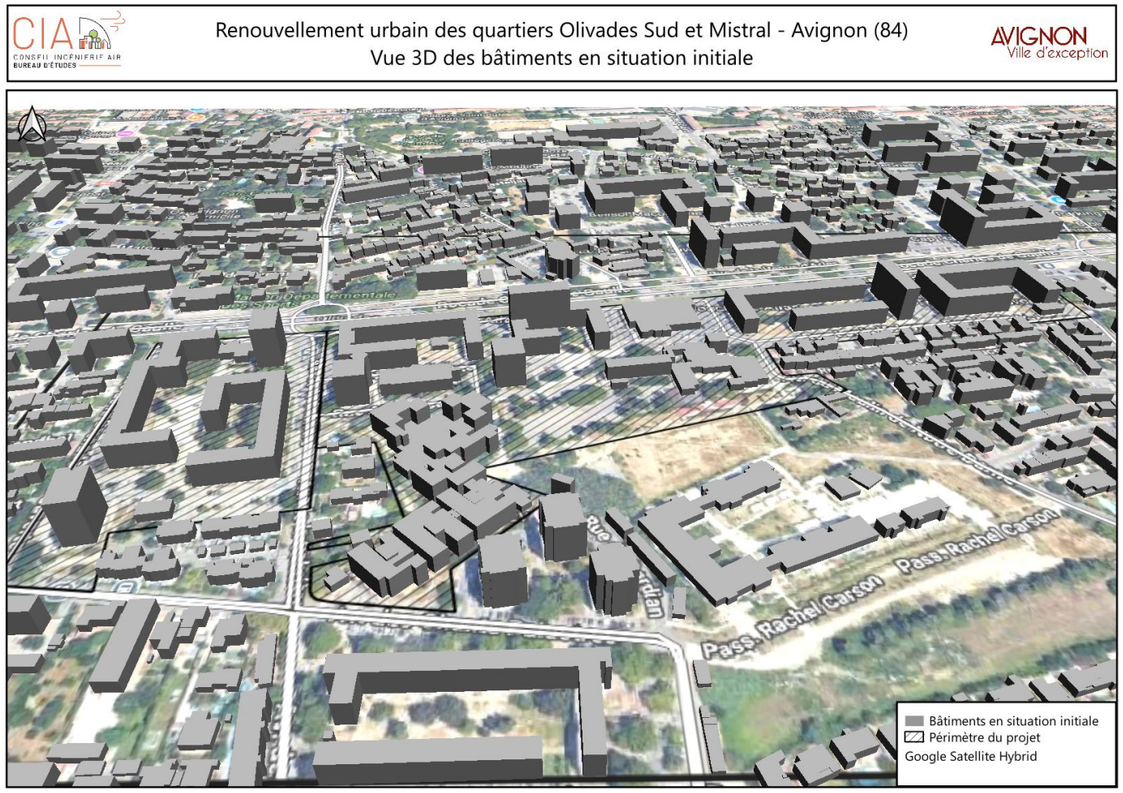


Figure 41 : Volumétrie des bâtiments en situation initiale et future de référence (avant démolition) – vue 3D

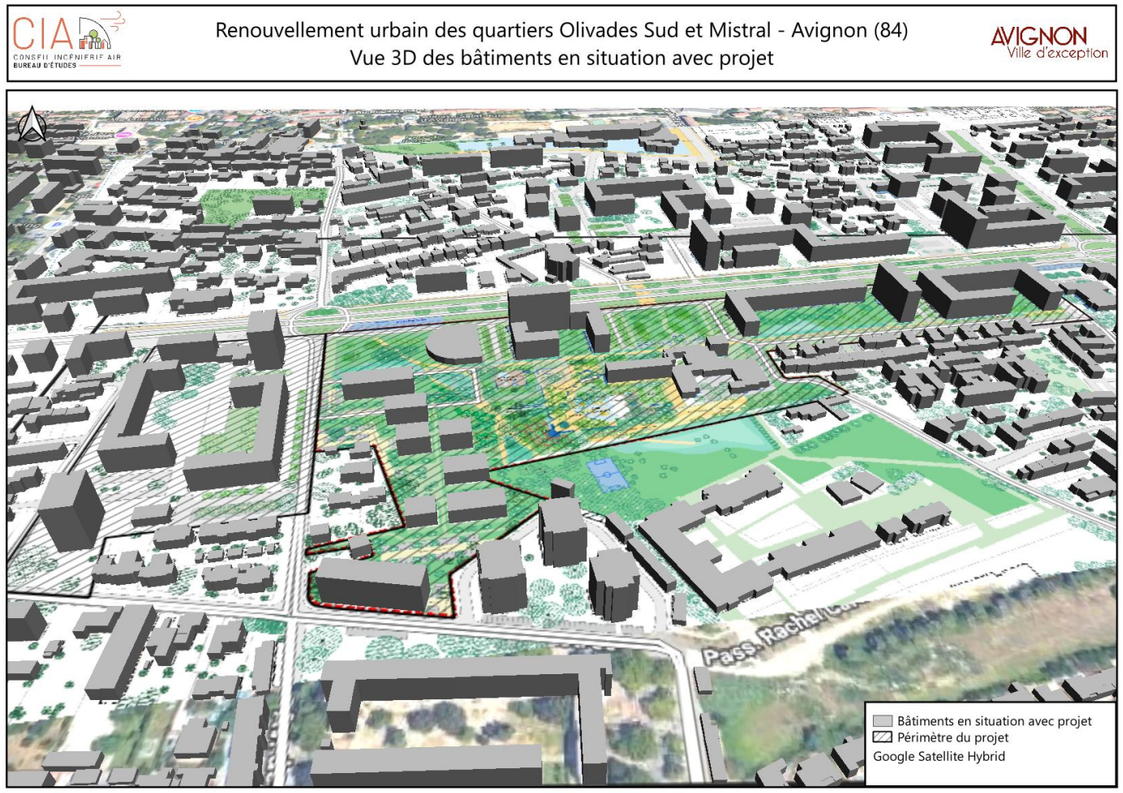


Figure 42 : Volumétrie des bâtiments en situation future avec projet – vue 3D

11.2. Validation du modèle

Afin de valider les simulations 3D réalisées avec le modèle de dispersion PMSS, les résultats pour la situation initiale sont comparés à la cartographie des concentrations réalisées par AtmoSud pour l'année 2024.

La figure ci-contre présente la comparaison des concentrations moyennes annuelles en NO_2 calculées par modélisation avec la cartographie réalisée par AtmoSud pour l'année 2024.

Les concentrations modélisées sont du même ordre de grandeur que celles calculées par AtmoSud.

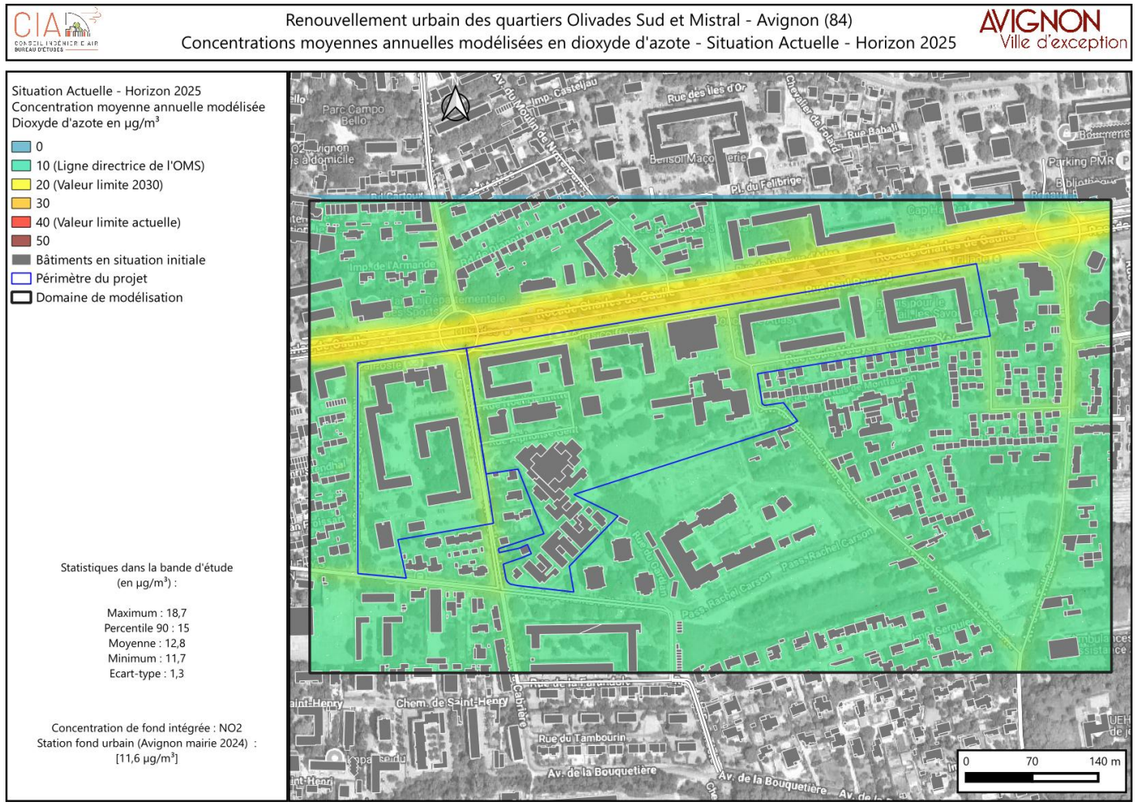


Figure 43 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 pour la situation initiale

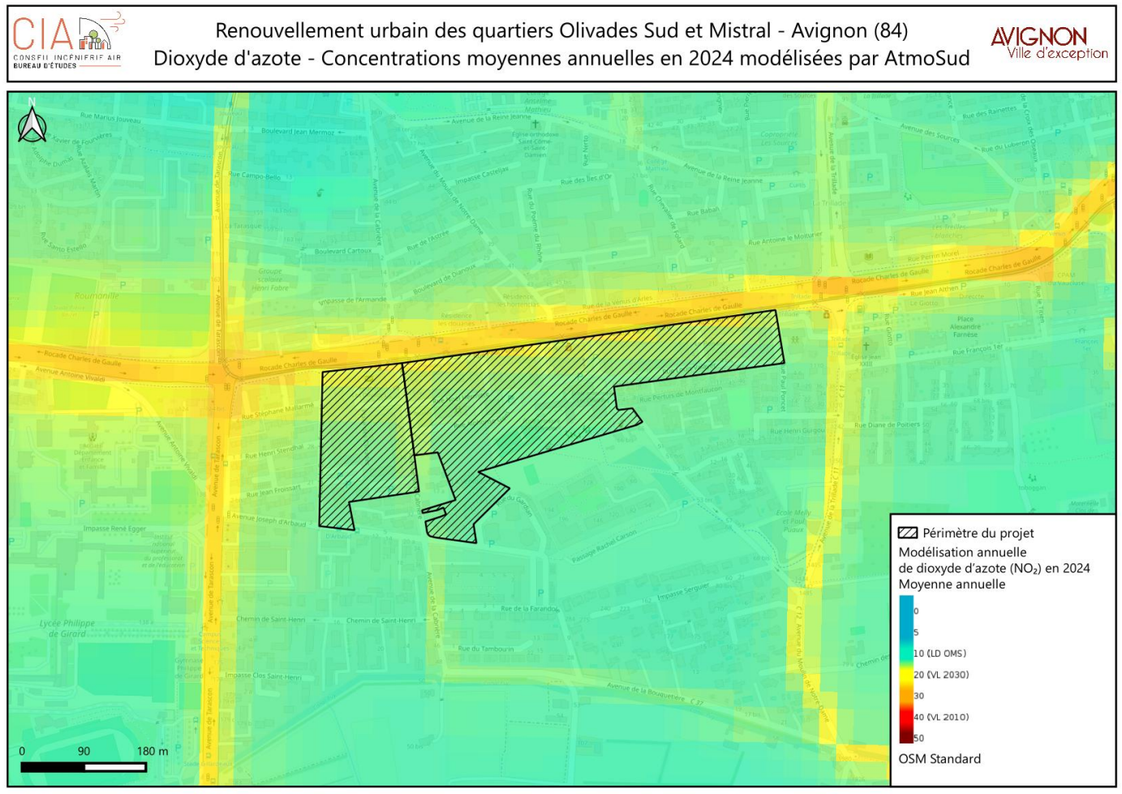


Figure 44 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 en 2024 modélisées par AtmoSud

11.3. Zones d'intérêt

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux et de cartographies donnant une vision globale de l'impact du projet sur l'ensemble de la bande d'étude, correspondant ici au périmètre du projet.

Les résultats de concentrations sont également présentés au niveau de zones d'intérêt du projet (école, yourtes, aires de jeux, façades de bâtiments…) présentées ci-dessous.

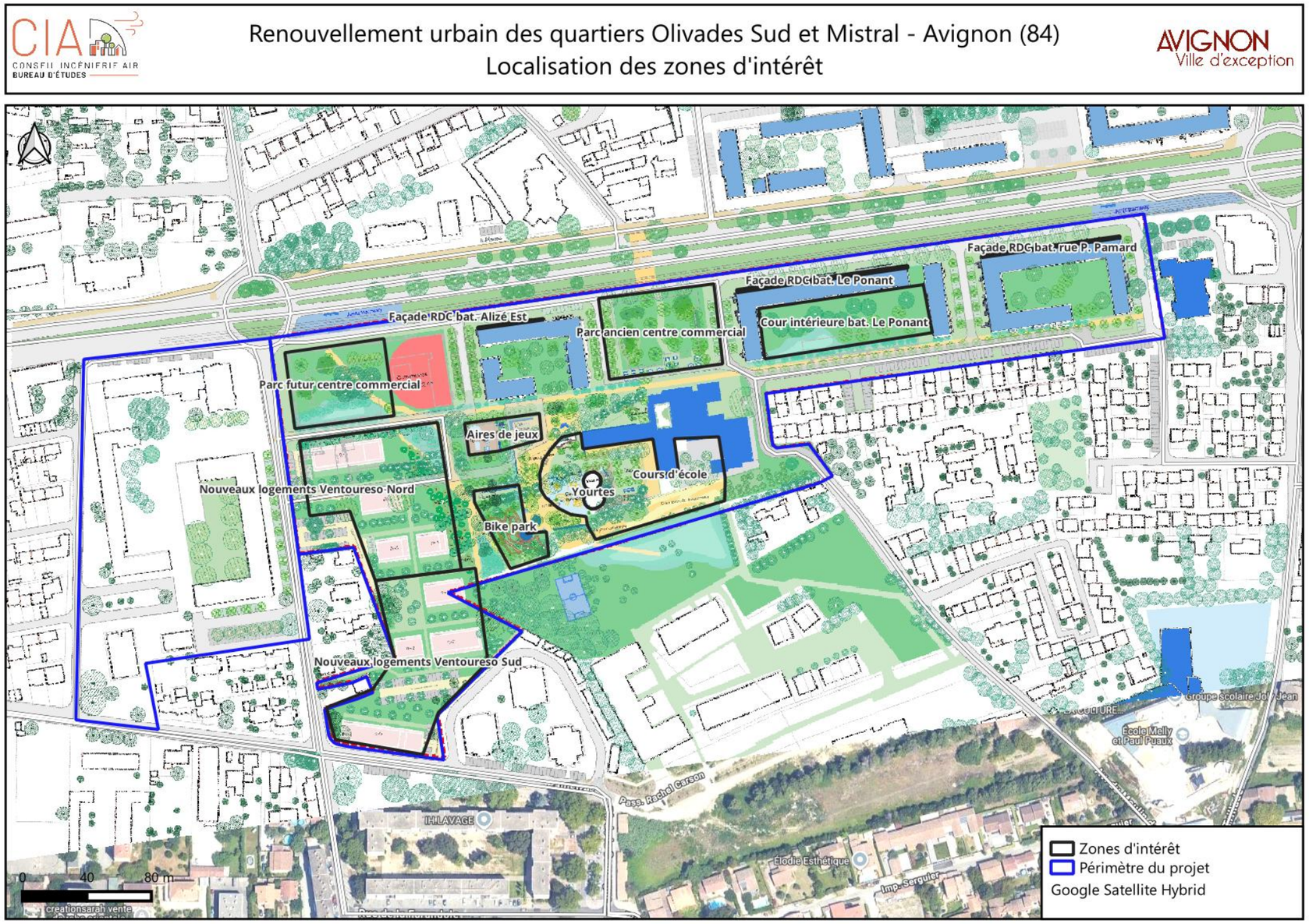


Figure 45 : localisation des zones d'intérêt

11.4. Modélisation du dioxyde d'azote

11.4.1. Concentrations au niveau du sol

La répartition spatiale des concentrations est présentée sur les cartographies pages suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote au niveau du sol (entre 0 et 2 mètres).

Analyse sur la bande d'étude

Les statistiques dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) présentées dans le tableau ci-dessous, sont également rappelées sur chacune des cartographies. Les colonnes indiquent les statistiques obtenues pour l'ensemble des points de calculs, en µg/m³ pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne Impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne Impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles.

Tableau 39 : Statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées au niveau du sol dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation initiale 2023	Situation de référence 2032	Situation de projet 2032	Impact du projet 2032
Unité	µg/m³	µg/m³	µg/m³	%
Maximum	18,7	17,8	17,2	7,2
Percentile 90	15,0	13,9	13,7	0,6
Moyenne	12,8	12,5	12,4	-0,1
Minimum	11,7	11,7	11,7	-9,3
Ecart-type	1,3	1,0	0,9	1,3

Les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) restent inférieures à la valeur limite actuelle et l'objectif de qualité (40 µg/m³) pour tous les scénarios étudiés.

La future valeur limite (20 µg/m³, applicable à partir de 2030[16]) est dépassée localement à l'horizon 2032 avec et sans projet. Les zones de dépassement sont situées sur la rocade et ne touchent pas de zones habitées comme le montrent les Figure 50 et Figure 51. **La future valeur limite est respectée au niveau des zones habitées existantes et futures.**

Cependant, toutes les concentrations modélisées sont supérieures à la ligne directrice de l'OMS (10 µg/m³) en raison de la concentration de fond utilisée pour la modélisation (11,6 µg/m³) **qui dépasse à elle-seule cette ligne directrice.**

Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la rocade pour tous les scénarios étudiés. Les concentrations diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci.

Concentrations dans les zones d'intérêts

Le tableau ci-dessous présente les concentrations en NO_2 obtenues en moyenne dans les différentes zones d'intérêt du projet présentées au paragraphe 11.3.

En situation avec projet en 2032, les concentrations en NO_2 varient de 11,8 µg/m³ (dans les cours de l'école Les Olivades) à 14,3 µg/m³ (en façade au rdc du bâtiment Alizé Est). **Ces concentrations en NO_2 restent faibles et inférieures à la future valeur limite (20 µg/m³).**

Tableau 40 : Concentrations en dioxyde d'azote modélisées en moyenne dans les zones d'intérêt

NO_2 (µg/m³)	Situation initiale 2023	Situation de référence 2032	Situation de projet 2032	Impact du projet 2032
Cours école	12,0	11,8	11,8	0,1%
Yourtes	12,0	11,8	11,8	0,1%
Aires de jeux	12,1	11,9	11,9	0,0%
Bike park	11,9	11,8	11,9	0,5%
Parc futur centre commercial	13,0	12,7	12,9	1,9%
Parc ancien centre commercial	13,7	13,2	13,0	-0,9%
Cour intérieure Bat. Le Ponand	12,2	12,1	12,1	0,5%
Façade RDC bat. Alizé Est	15,2	14,4	14,3	-0,8%
Façade RDC bat. Le Ponant	14,9	13,6	13,5	-0,4%
Façade RDC bat. rue P. Pamard	14,5	13,3	13,3	0,2%
Nouveaux bat. Ventoureso Nord	12,1	12,0	12,0	0,4%
Nouveaux bat Ventoureso Sud	11,9	11,8	11,8	0,3%

En moyenne dans les zones d'intérêt prises en compte, le projet n'a pas d'impact significatif (variation moyenne inférieure à 2%) sur les concentrations en dioxyde d'azote comparé à la situation de référence. Les concentrations modélisées au niveau de l'école restent faibles et inférieures à la future valeur limite applicable en 2030. Les futurs résidents des nouveaux logements Ventoureso seront exposés à des concentrations plus faibles que celles que l'on peut avoir au niveau des bâtiments qui seront démolis.

[16] Pour rappel en 2023 la valeur limite et l'objectif de qualité sont fixés tous deux à 40 µg/m³. Suite à la nouvelle directive européenne, la valeur limite sera abaissée à 20 µg/m³ après 2030 (donc pour l'horizon 2032).

Impact du projet

La carte (Figure 52) comparant les concentrations à l'horizon 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence met en évidence :

- **Une augmentation inférieure à 10% des concentrations liée au projet :**
  - **A l'ouest du futur centre commercial** (situé à l'intersection de la rocade et de l'avenue de la Cabrière), dans une zone correspondant à l'ancienne cour intérieure du bâtiment Alizé, initialement protégée de la pollution de la rocade mais rendue exposée après la démolition du bâtiment prévue par le projet. Cette zone deviendra un parc en situation avec projet ;
  - **Au sud de l'actuel centre commercial, notamment sur la façade nord de l'école**, dans une zone jusque-là abritée de la pollution par le centre commercial existant et qui deviendra exposée après sa démolition. Toutefois, la façade nord de l'école abrite uniquement des bureaux et des salles d'EPS, sans salle de classe orientée de ce côté ;
  - **Dans la cour intérieure du bâtiment Le Ponant**, initialement protégée de la pollution de la rue Louis Valayer par le bâtiment qui sera démoli avec le projet. En effet, la destruction d'un bâtiment modifie l'écoulement du vent dans la cour intérieure comme le montre les figures ci-contre ;
  - **Au niveau des anciens bâtiments Ventureso Nord** qui seront démolis dans le cadre du projet ;

  Les concentrations dans ces zones restent cependant inférieures à la future valeur limite applicable en 2030.
- **Une diminution inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **Le long de l'ancien bâtiment Alizé côté rocade** (arrêt de tram, rue du Blé de Lune) qui bloquait la pollution provenant de la rocade ;
  - **Au nord de l'actuel centre commercial** (rue Paul Pamard) qui bloquait la pollution provenant de la rocade.
- **L'absence d'impact liée au projet :**
  - **au niveau des espaces extérieurs de l'école Les Olivades** : cour maternelle, cour partagée et futures yourtes ;
  - au niveau des aires de jeux pour enfants ;
  - au niveau du Bike park et des aires de pique-nique.

Les figures ci-contre montrent les modifications de l'écoulement du vent suite à la démolition ou la construction de bâtiments.

Situation de référence - 2032



Situation avec projet - 2032



Figure 46 : lignes de courant à 2 mètres du sol pour un vent faible venant du Nord

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation initiale - 2023

Situation initiale - 2023
Concentration moyenne annuelle modélisée
Dioxyde d'azote en µg/m³

- 0
- 10 (Ligne directrice de l'OMS)
- 20 (Valeur limite 2030)
- 30
- 40 (Valeur limite actuelle)
- 50
- Bâtiments en situation initiale
- Périmètre du projet
- Domaine de modélisation

Statistiques dans la bande d'étude
(en µg/m³) :

Maximum : 18,7
Percentile 90 : 15
Moyenne : 12,8
Minimum : 11,7
Ecart-type : 1,3

Concentration de fond intégrée : NO2
Station fond urbain (Avignon mairie 2024) :
[11,6 µg/m³]

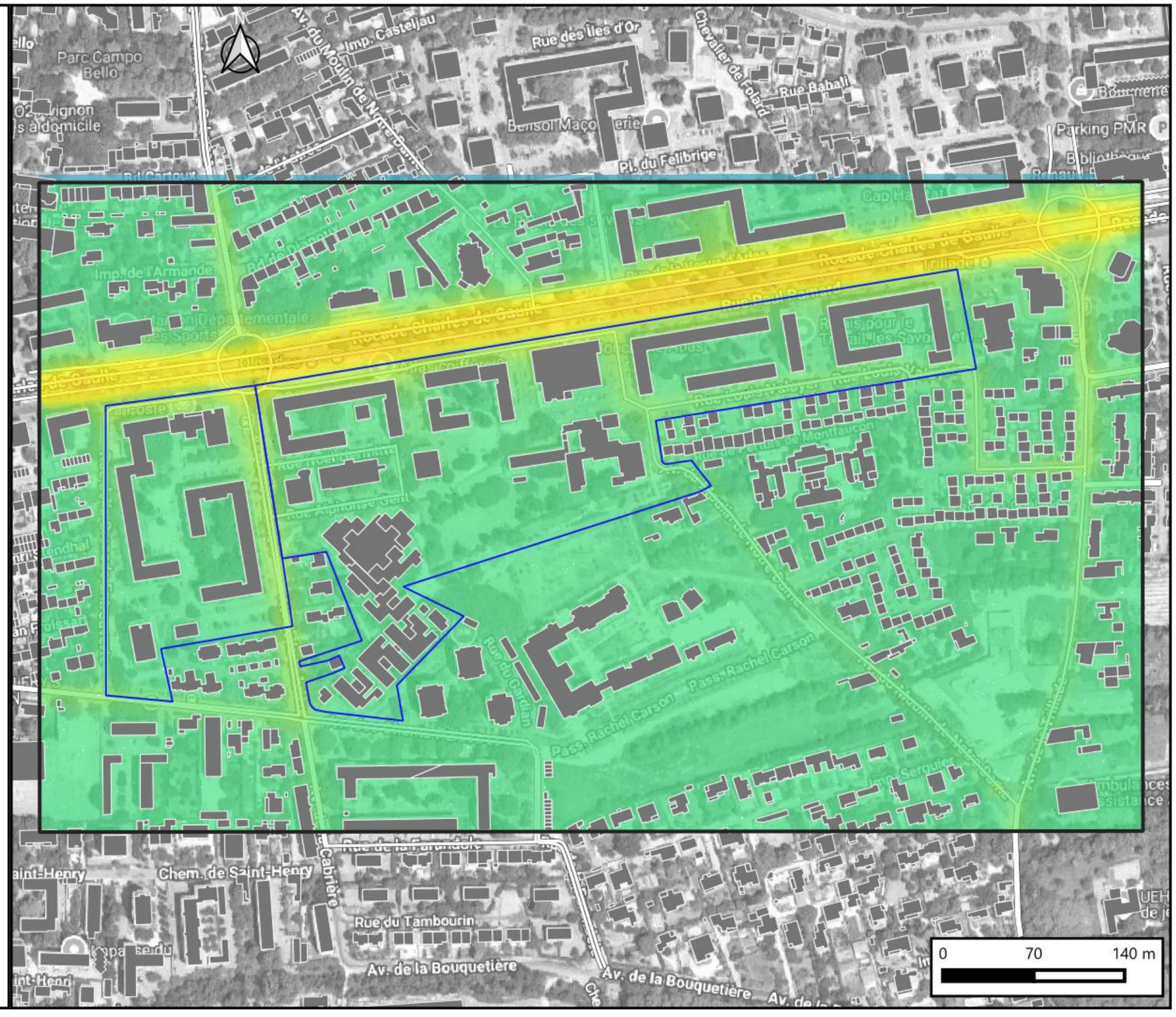


Figure 47 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation initiale 2023

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation de référence - Horizon 2032

Situation de référence - Horizon 2032
Concentration moyenne annuelle modélisée
Dioxyde d'azote en µg/m³

- 0
- 10 (Ligne directrice de l'OMS)
- 20 (Valeur limite 2030)
- 30
- 40 (Valeur limite actuelle)
- 50
- Bâtiments en situation initiale
- Périmètre du projet
- Domaine de modélisation

Statistiques dans la bande d'étude
(en µg/m³) :

Maximum : 17,8
Percentile 90 : 13,9
Moyenne : 12,5
Minimum : 11,7
Ecart-type : 1

Concentration de fond intégrée : NO2
Station fond urbain (Avignon mairie 2024) :
[11,6 µg/m³]

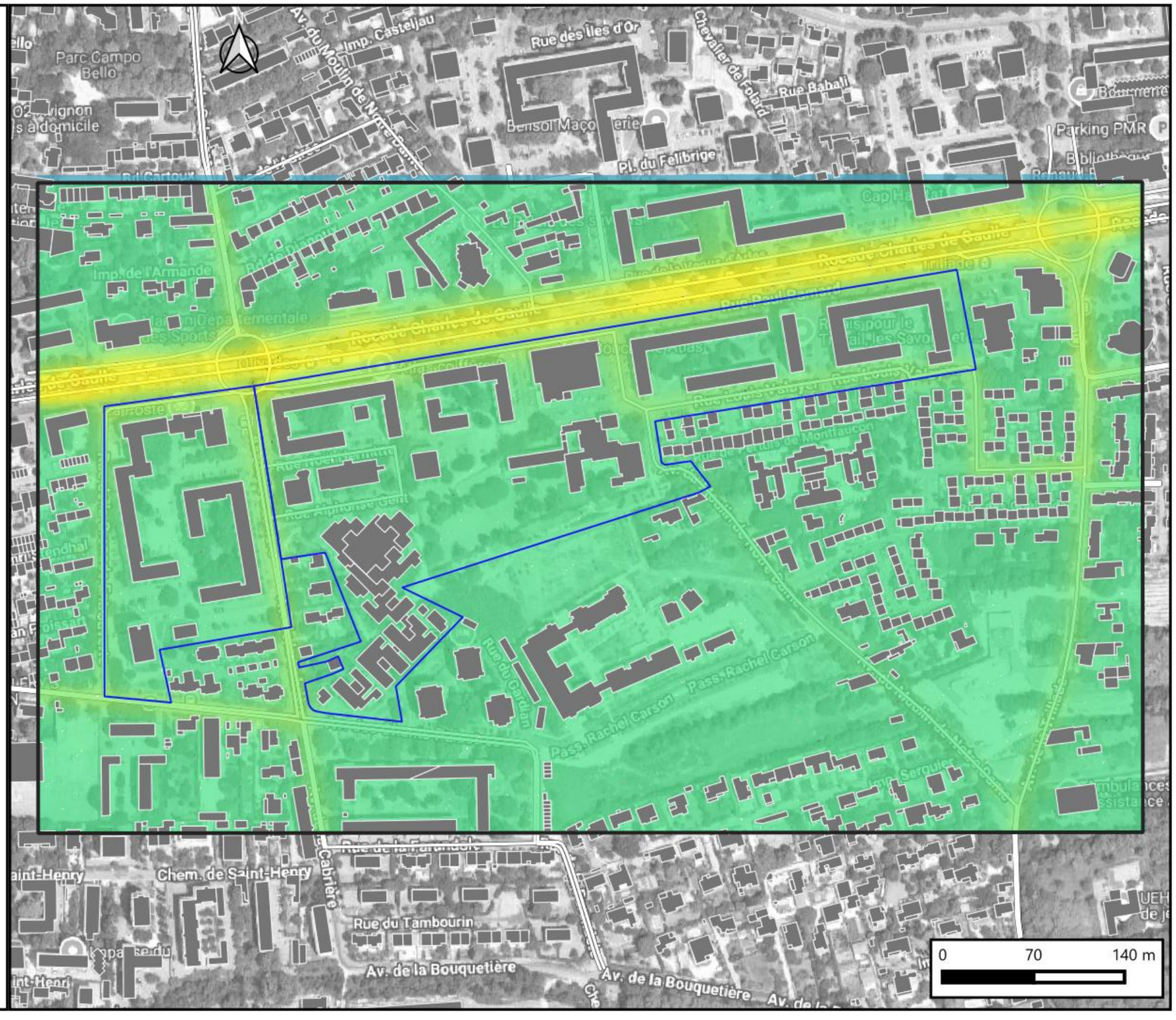


Figure 48 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Référence- Horizon 2032

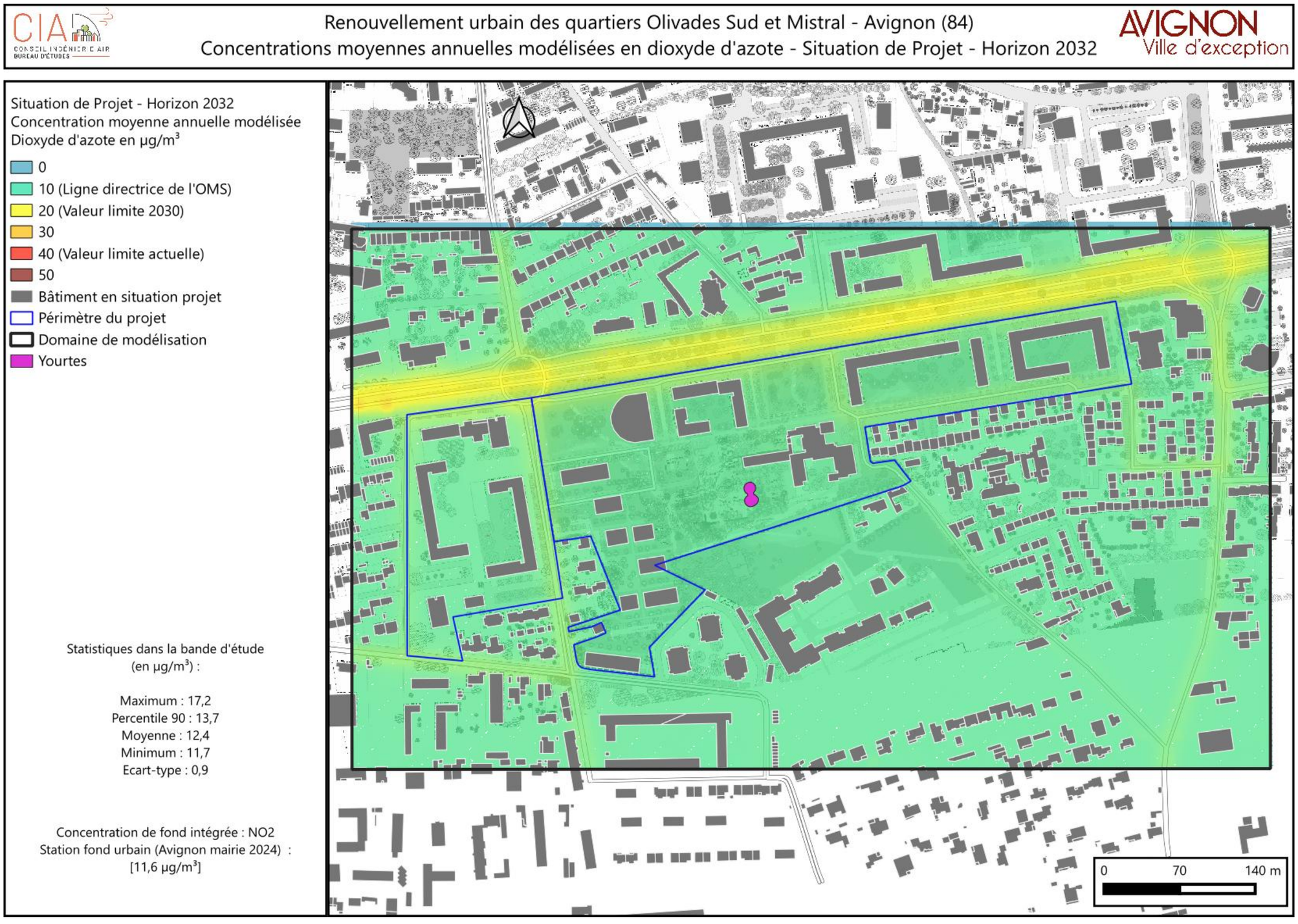


Figure 49 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Avec Projet – Horizon 2032

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation de référence - Horizon 2032

Concentration moyenne annuelle modélisée
Situation de référence - Horizon 2032
Dioxyde d'azote - Impact en µg/m³

Zone de dépassement de la valeur limite européenne :

- 20 (Valeur limite 2030)
- 30
- 40 (Valeur limite actuelle)
- 50
- Bâtiments en situation initiale
- Périmètre du projet
- Domaine de modélisation

Concentration de fond intégrée : NO2
Station fond urbain (Avignon mairie 2024) :
[11,6 µg/m³]

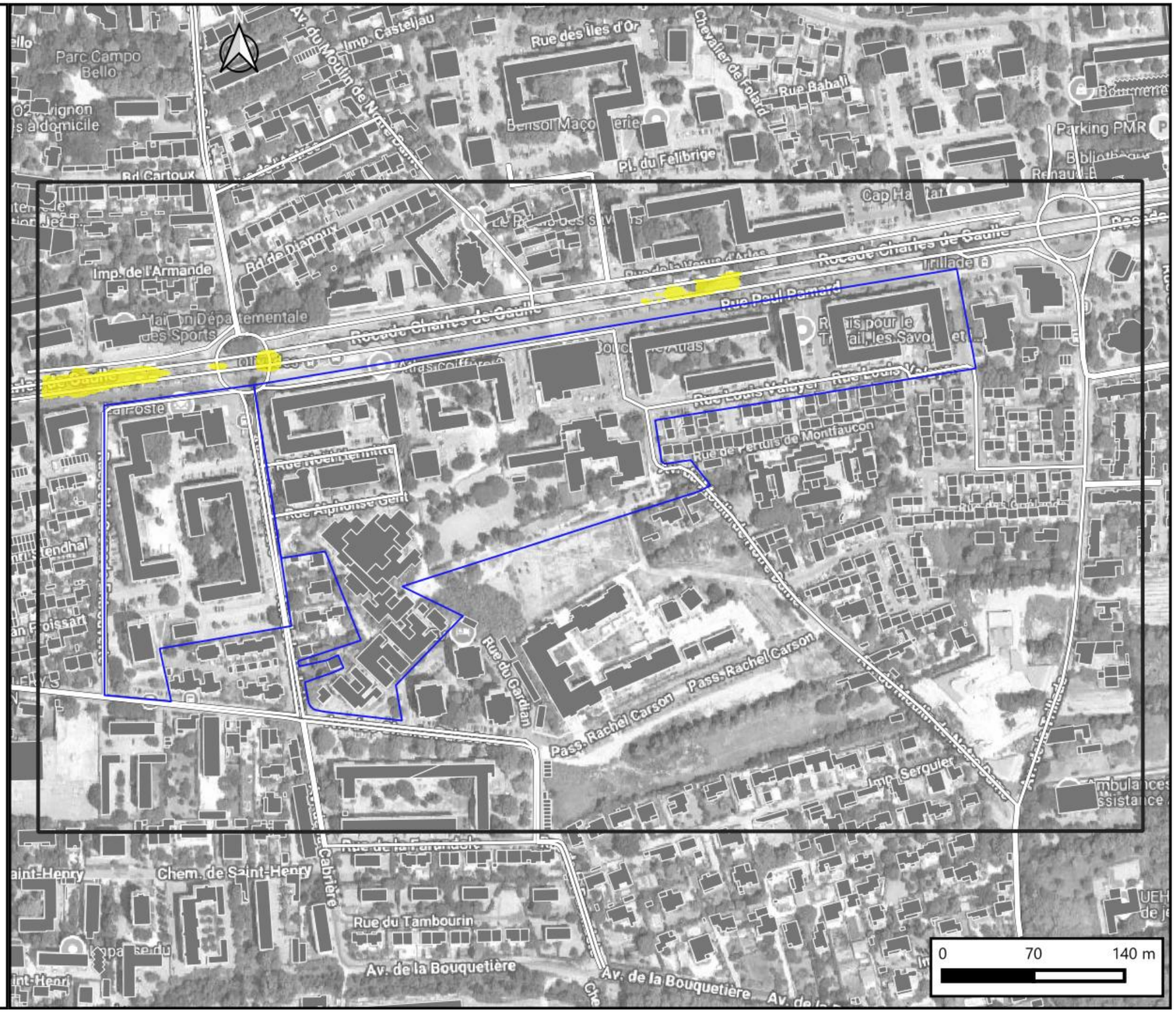


Figure 50 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Référence- Horizon 2032 - zone de dépassement de la valeur limite européenne

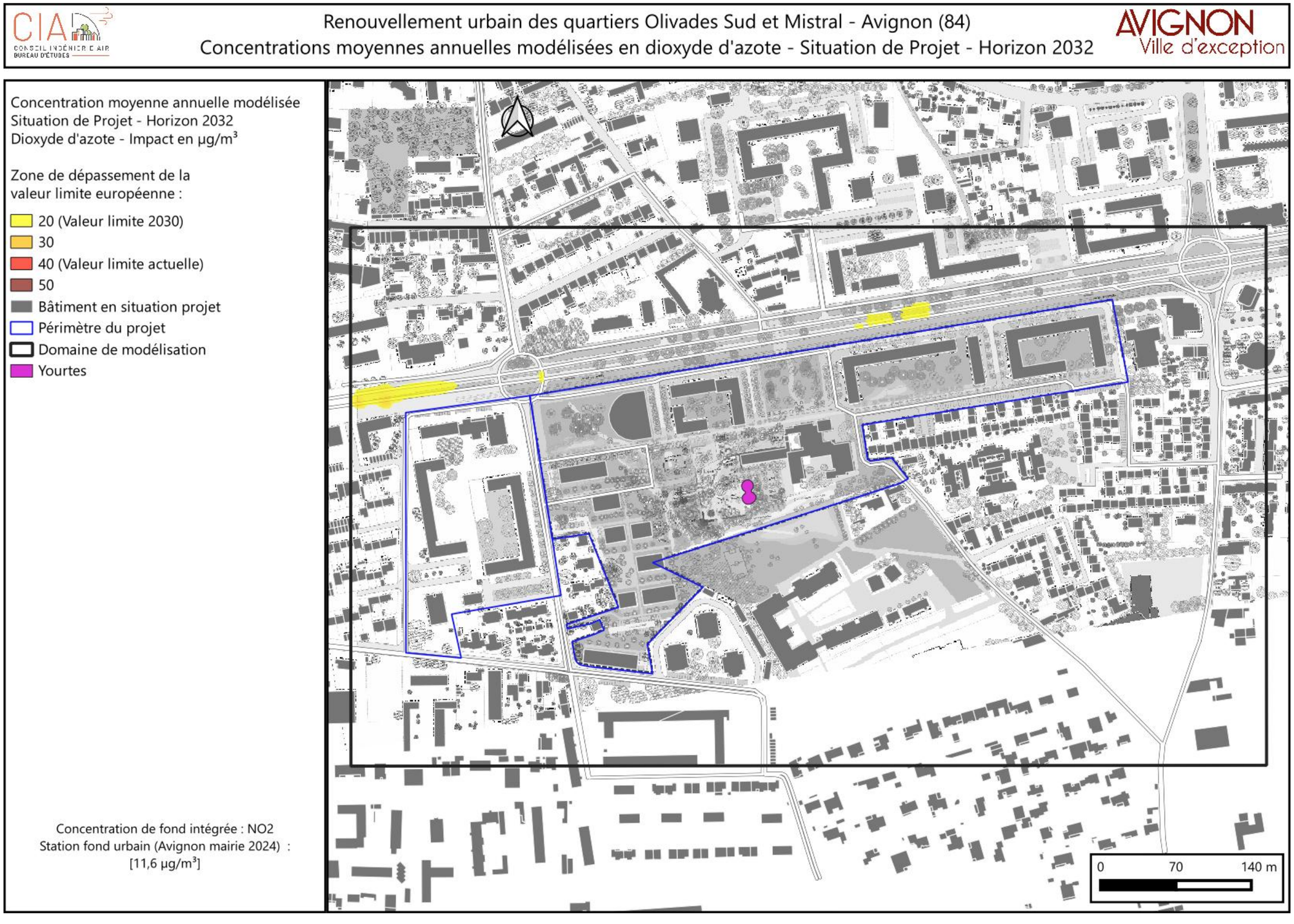


Figure 51 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote – Situation Avec Projet – Horizon 2032 – zone de dépassement de la valeur limite européenne

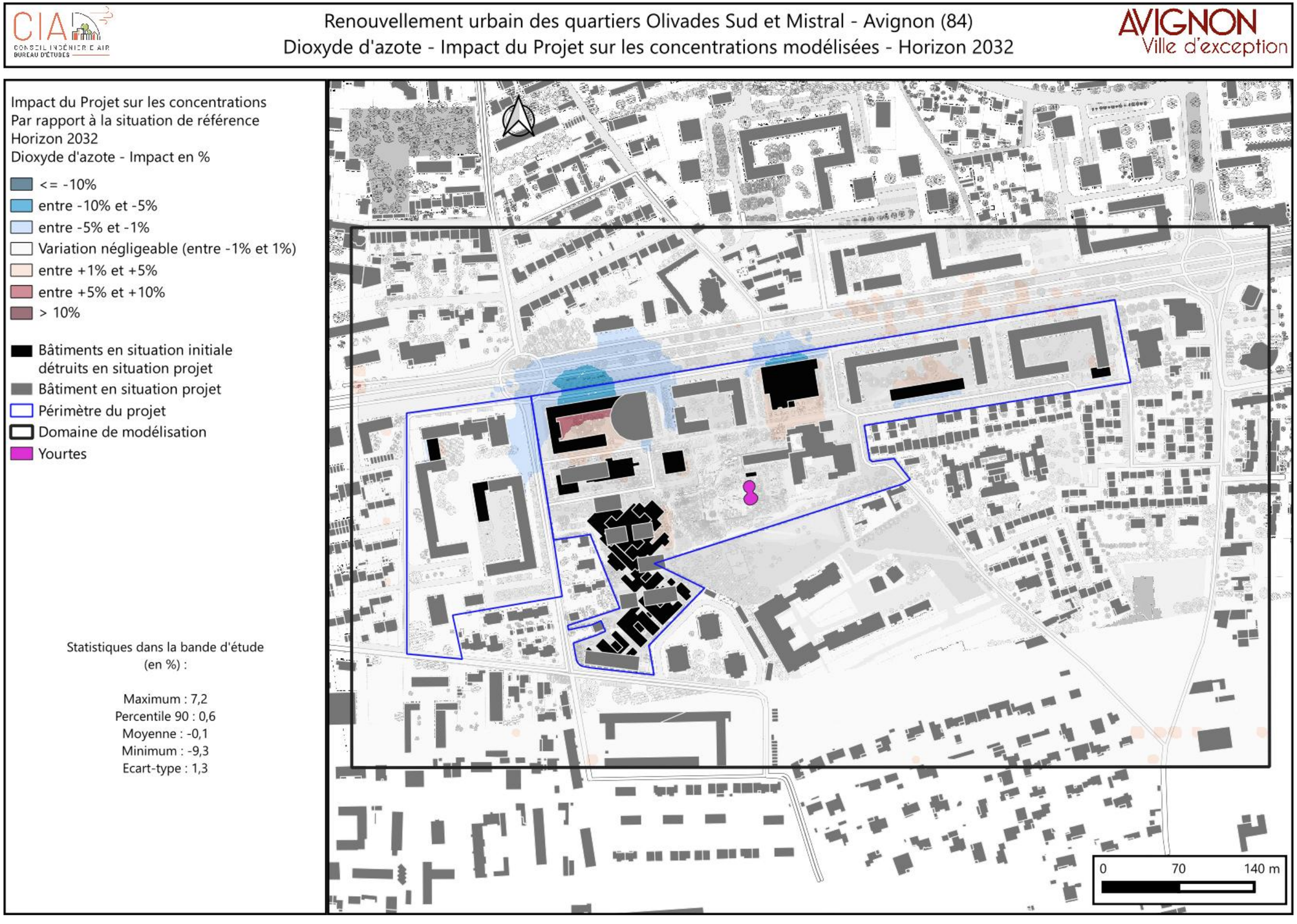
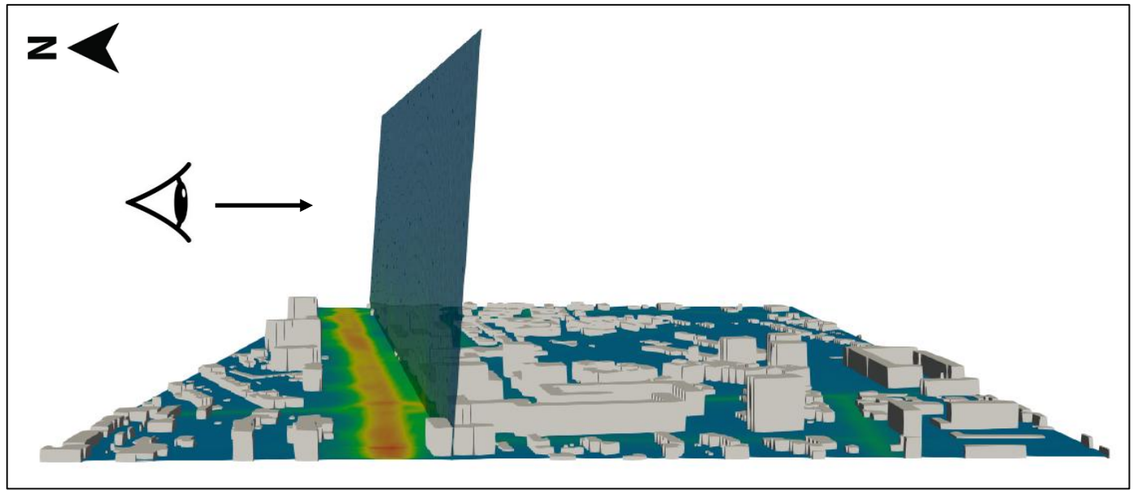


Figure 52 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – dioxyde d'azote – horizon 2032

11.4.2. Concentrations en façades des bâtiments

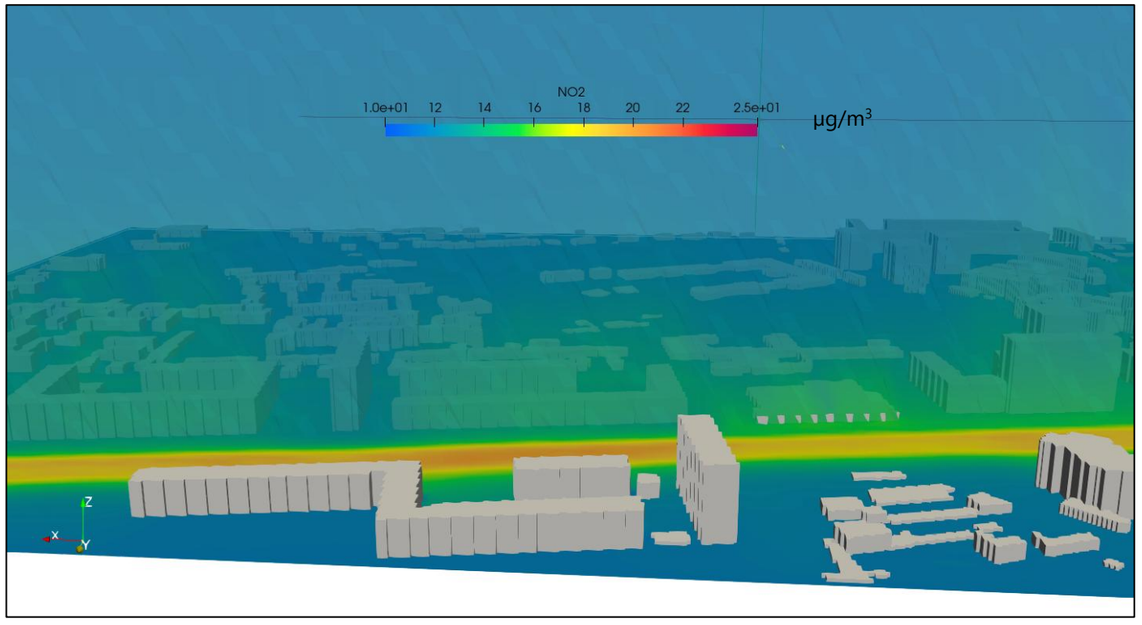
Afin de connaître l'évolution des concentrations en NO_2 en façades des premiers bâtiments du projet exposées aux émissions provenant de la rocade, une coupe verticale le long des façades est présentée sur les figures ci-contre à l'horizon 2032 pour la situation future de référence et pour la situation avec projet.



Pour compléter, des coupes horizontales à différentes altitudes ont été réalisées à l'horizon 2032 pour la situation future de référence et pour la situation avec projet et sont présentées sur les figures pages suivantes.

Les concentrations en NO_2 diminuent rapidement à mesure que l'on monte en altitude. Les concentrations restent inférieures à la future valeur limite applicable en 2030.

Situation de référence - 2032



Situation avec projet - 2032

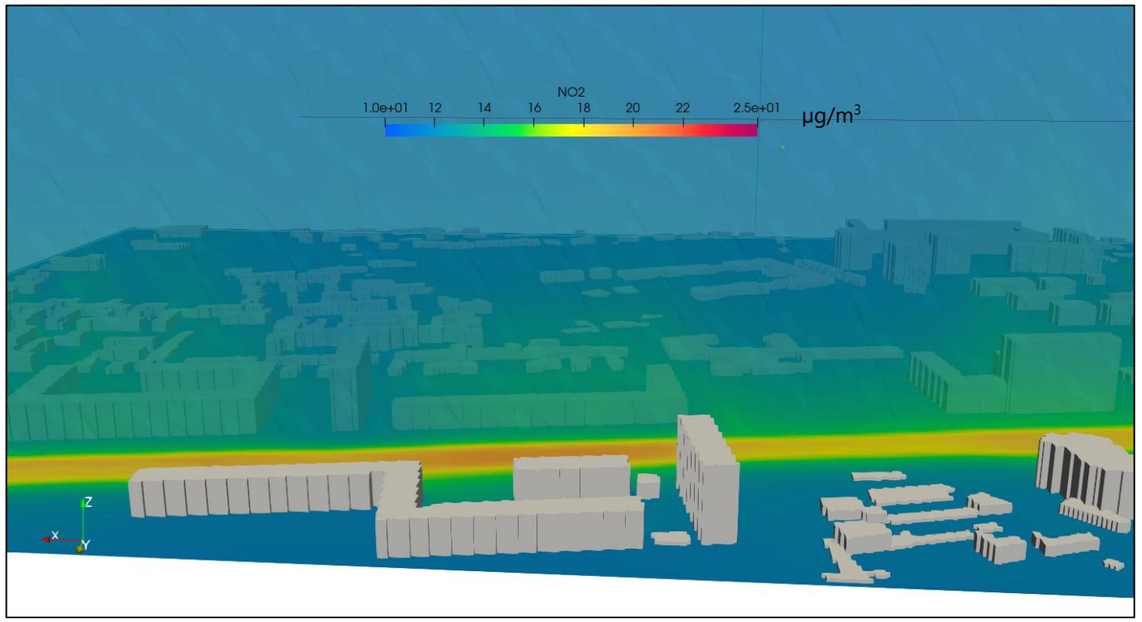
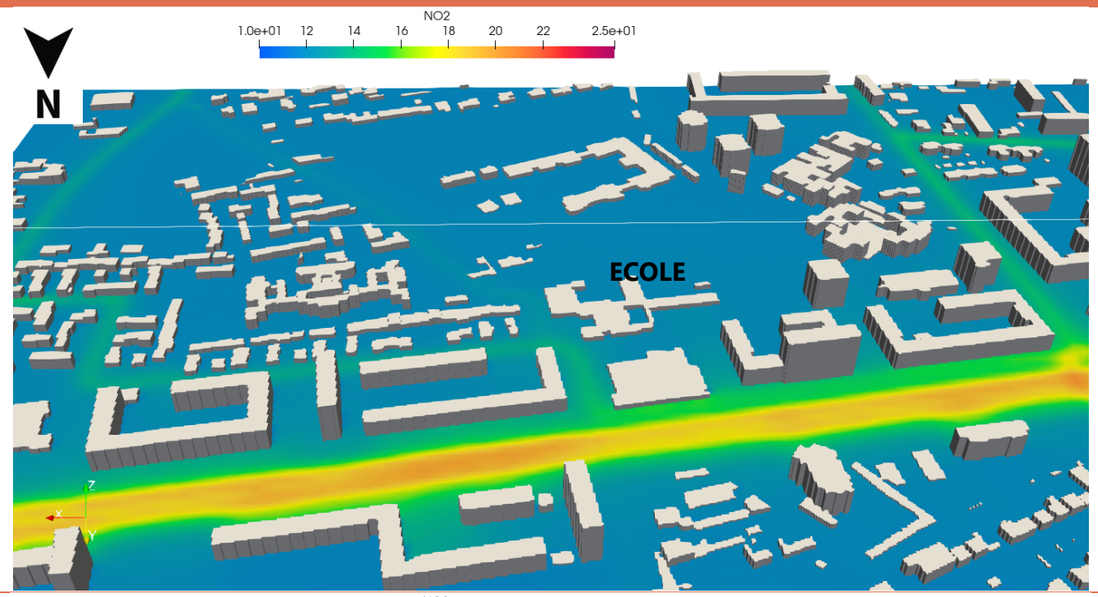
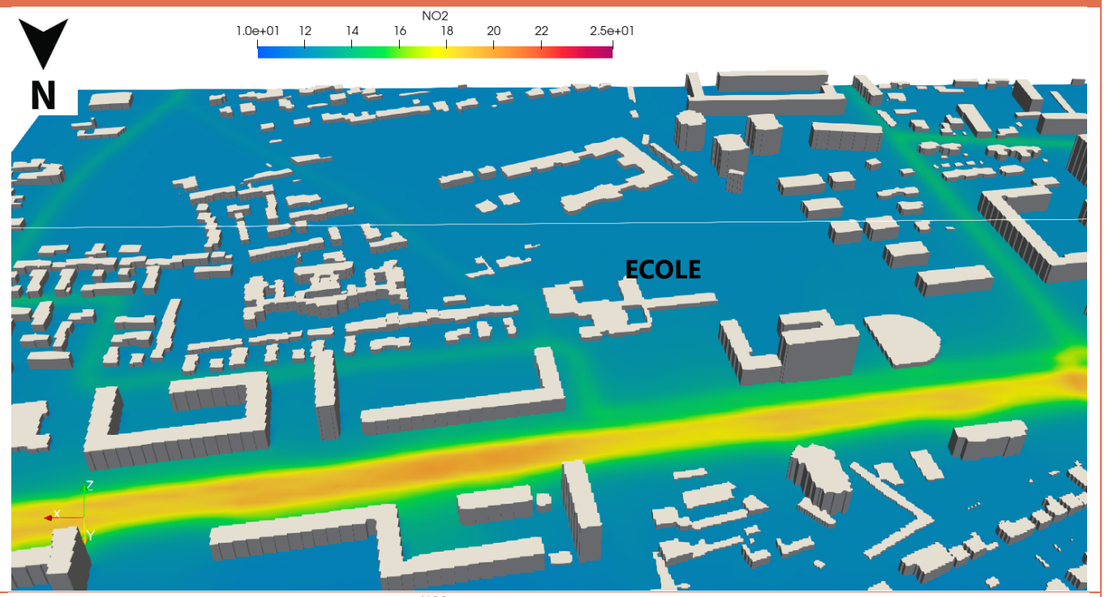
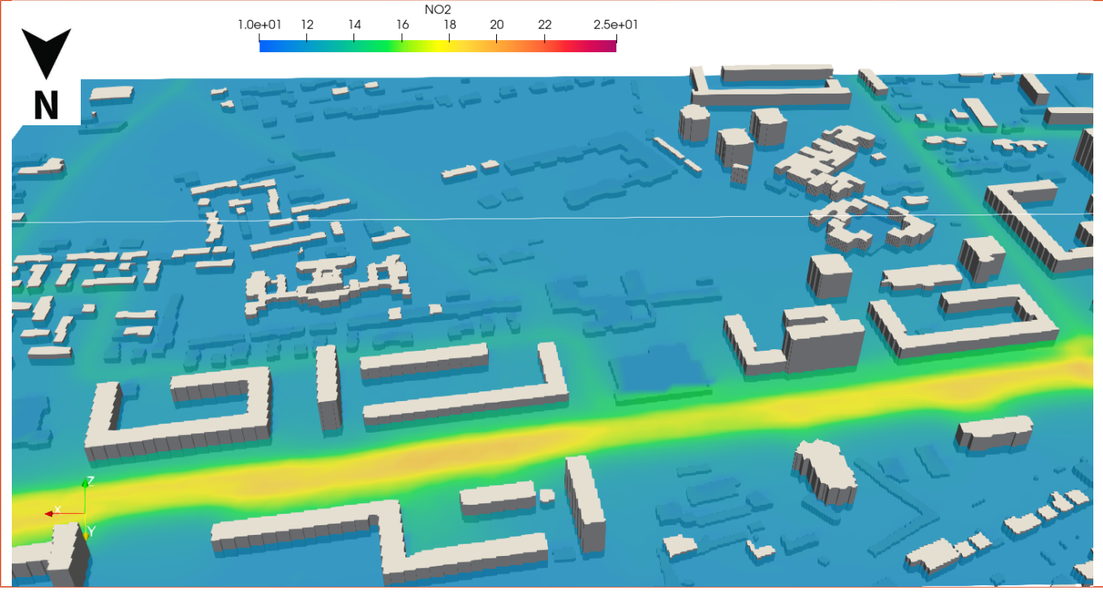
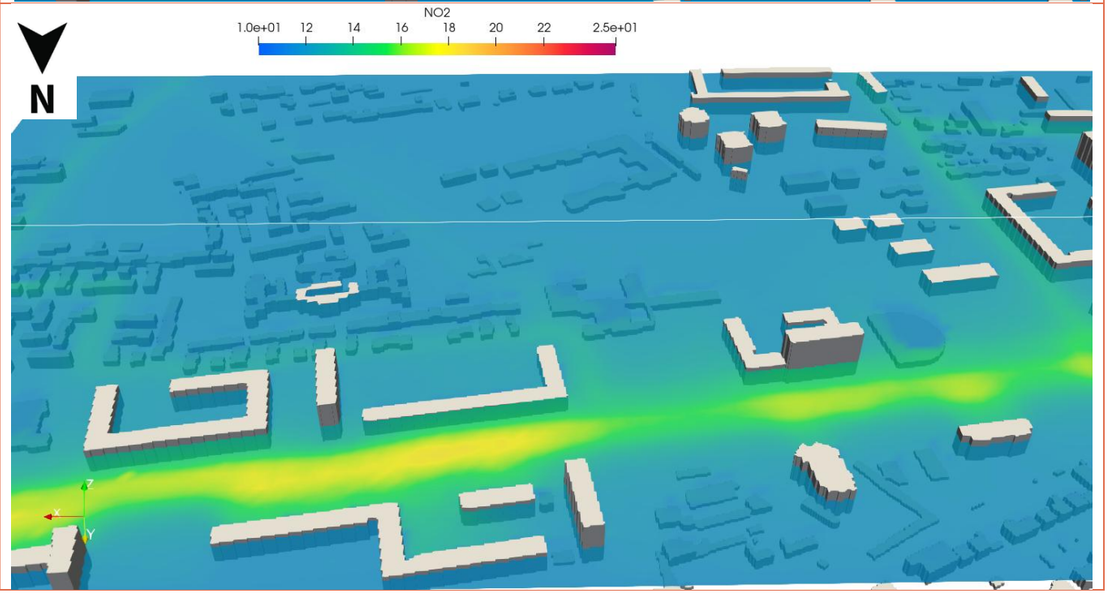
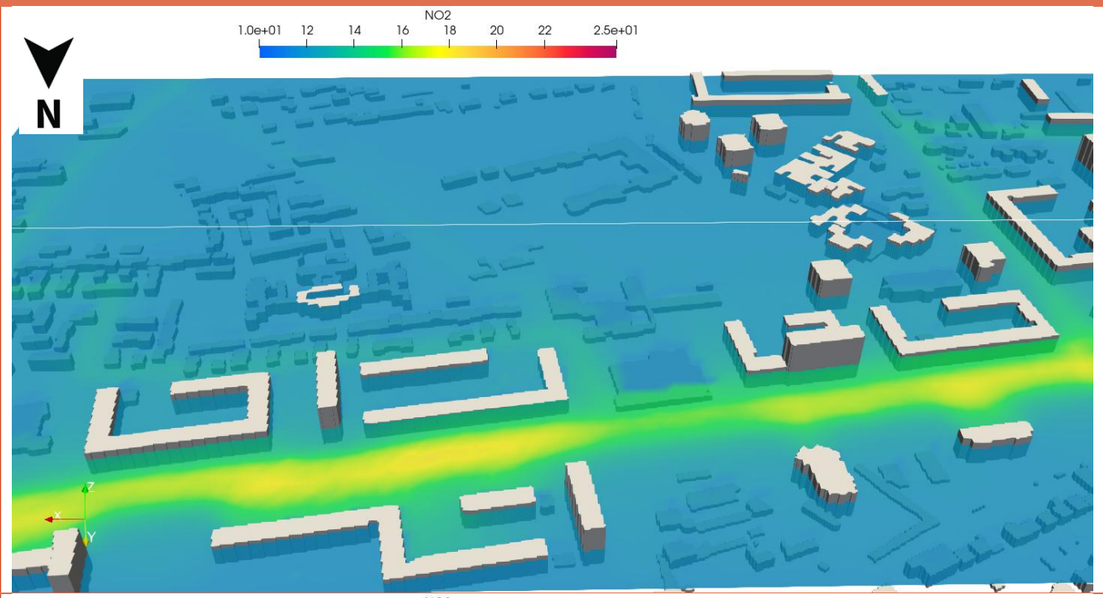
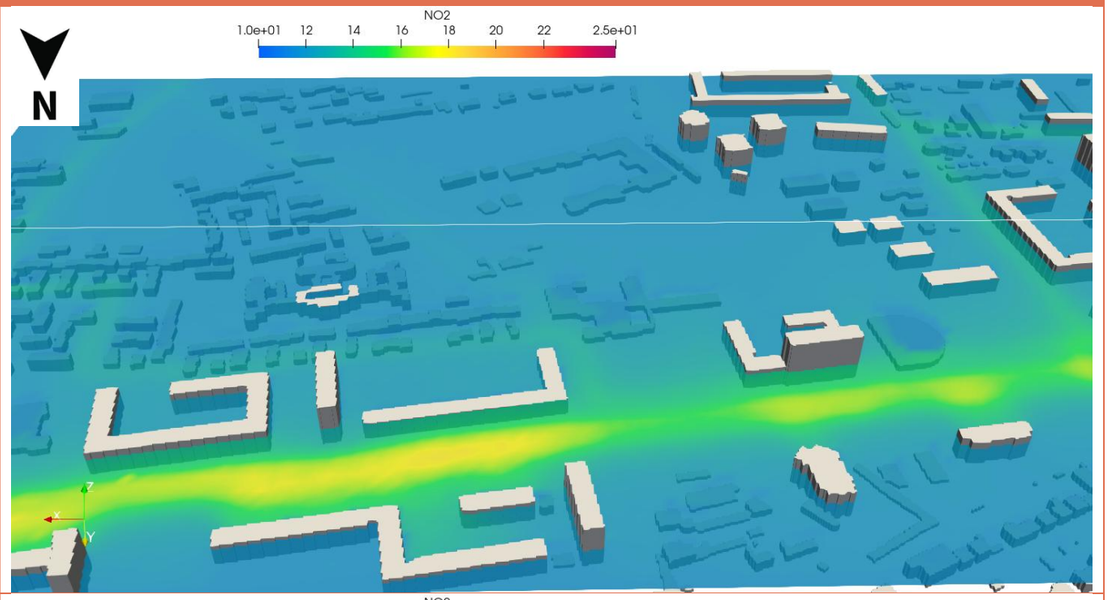
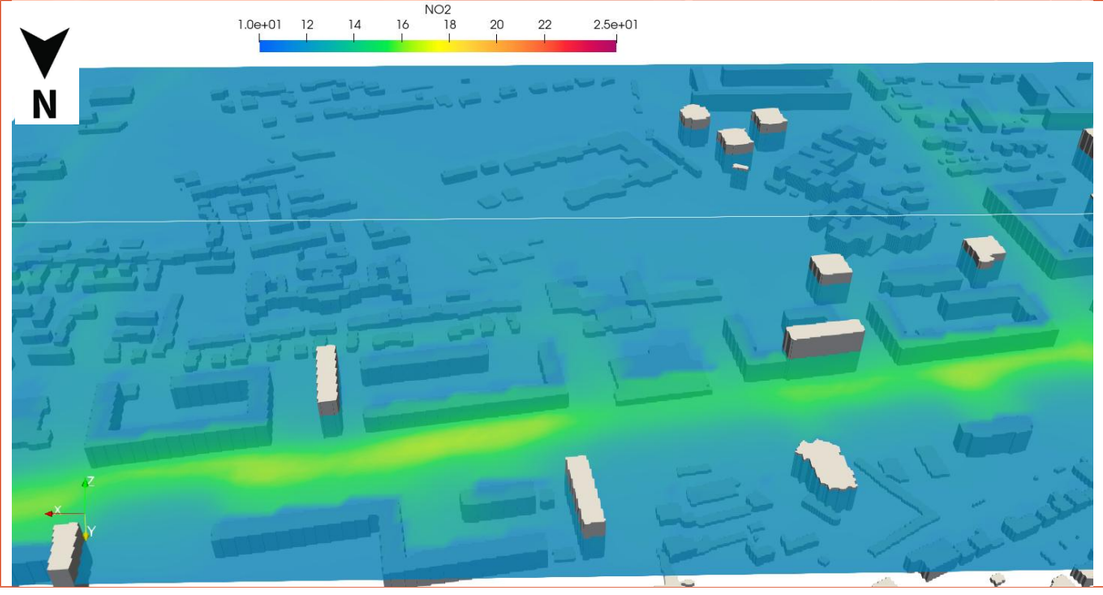
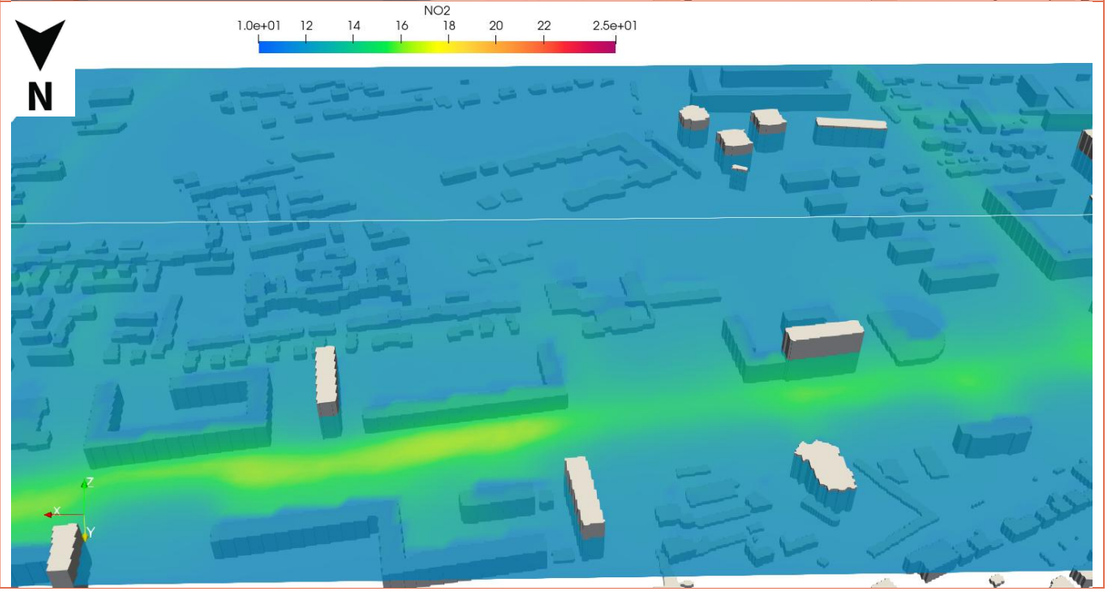


Figure 53 : concentrations moyennes annuelles en NO_2 en 2032 – coupe verticale le long des façades des bâtiments du projet situés le long de la rocade

Unité : µg/m³	Situation de référence 2032	Situation avec projet 2032
Au sol		
A 5 mètres		

Unité : µg/m³	Situation de référence 2032	Situation avec projet 2032
A 10 mètres		
A 15 mètres		

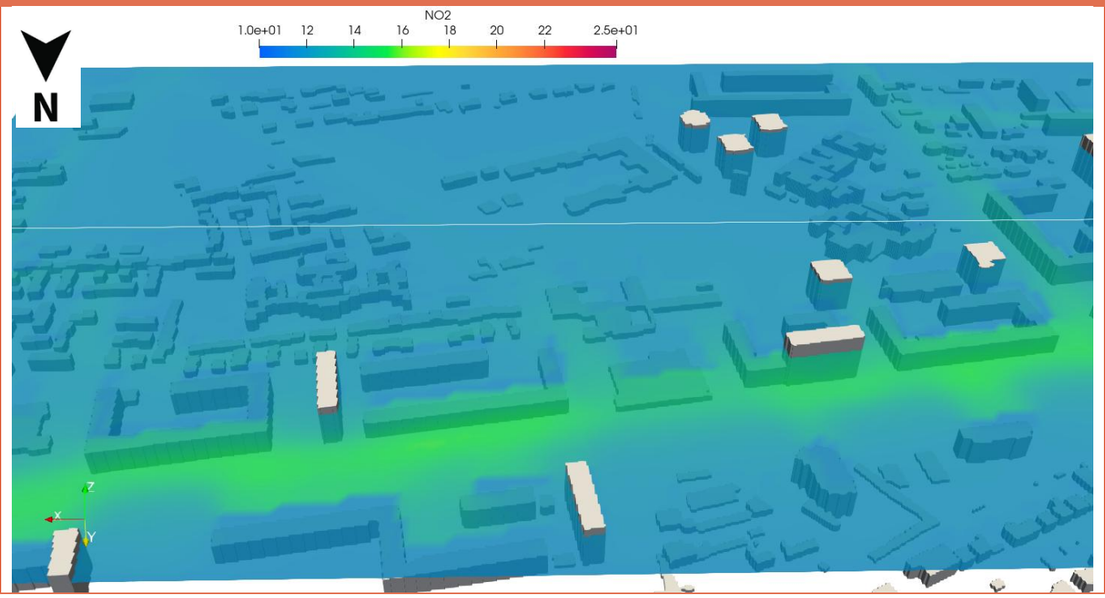
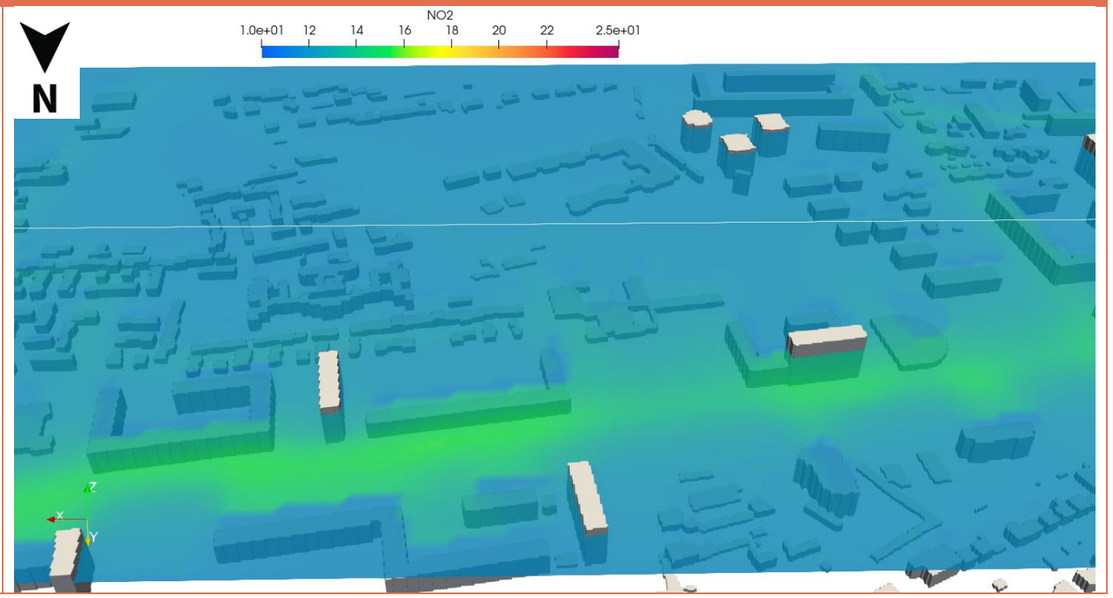
Unité : µg/m³	Situation de référence 2032	Situation avec projet 2032
A 20 mètres		

Figure 54 : concentrations moyennes annuelles en NO_2 en 2032 - coupes horizontales à différentes altitudes

11.5. Modélisation des particules PM10

La répartition spatiale des concentrations est présentée sur les cartographies pages suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 au niveau du sol (entre 0 et 2 mètres).

Analyse sur la bande d'étude

Les statistiques dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) présentées dans le tableau ci-dessous, sont également rappelées sur chacune des cartographies. Les colonnes indiquent les statistiques obtenues pour l'ensemble des points de calculs, en µg/m³ pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne Impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne Impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles.

Tableau 41 : Statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées au niveau du sol dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation initiale 2023	Situation de référence 2032	Situation de projet 2032	Impact du projet 2032
Unité	µg/m³	µg/m³	µg/m³	%
Maximum	17,4	18,0	17,8	2,0
Percentile 90	16,4	16,5	16,4	0,2
Moyenne	15,9	15,9	15,9	0,0
Minimum	15,6	15,6	15,6	-2,9
Ecart-type	0,3	0,4	0,3	0,4

Les concentrations en PM10 modélisées dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) sont inférieures aux valeurs réglementaires actuellement en vigueur (valeur limite de 40 µg/m³ et objectif de qualité de 30 µg/m³) **pour tous les scénarios étudiés.**

La future valeur limite (20 µg/m³, applicable à partir de 2030) est également respectée sur toute la bande d'étude à l'horizon 2032 avec et sans projet.

Cependant, toutes les concentrations modélisées sont supérieures à la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) en raison de la concentration de fond utilisée pour la modélisation (15,6 µg/m³) **qui dépasse à elle-seule cette ligne directrice.**

Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la rocade pour tous les scénarios étudiés. Les concentrations diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci.

Concentrations dans les zones d'intérêts

Le tableau ci-dessous présente les concentrations en PM10 obtenues en moyenne dans les différentes zones d'intérêt du projet présentées au paragraphe 11.3.

En situation avec projet en 2032, les concentrations en PM10 varient de 15,7 µg/m³ (dans les cours de l'école Les Olivades et à proximité, nouveaux logements) à 16,6 µg/m³ (en façade au rdc du bâtiment Alizé Est). **Ces concentrations en PM10 restent inférieures à la future valeur limite (20 µg/m³).**

Tableau 42 : Concentrations en particules PM10 modélisées en moyenne dans les zones d'intérêt

NO_2 (µg/m³)	Situation initiale 2023	Situation de référence 2032	Situation de projet 2032	Impact du projet 2032
Cours école	15,7	15,7	15,7	0,0%
Yourtes	15,7	15,7	15,7	0,0%
Aires de jeux	15,7	15,7	15,7	0,0%
Bike park	15,7	15,7	15,7	0,1%
Parc futur centre commercial	15,9	16,0	16,1	0,6%
Parc ancien centre commercial	16,1	16,2	16,1	-0,2%
Cour intérieure Bat Le Ponand	15,7	15,8	15,8	0,1%
Façade RDC bat Alizé Est	16,5	16,6	16,6	-0,2%
Façade RDC bat Le Ponant	16,4	16,3	16,3	-0,2%
Façade RDC bat rue P. Pamard	16,3	16,3	16,3	0,0%
Nouveaux bat Ventoureso Nord	15,7	15,7	15,7	0,1%
Nouveaux bat Ventoureso Sud	15,7	15,7	15,7	0,1%

En moyenne dans les zones d'intérêt prises en compte, le projet n'a pas d'impact significatif (variation moyenne inférieure à 1%) sur les concentrations en PM10 comparé à la situation de référence. Les concentrations modélisées au niveau de l'école restent inférieures à la future valeur limite applicable en 2030. Les futurs résidents des nouveaux logements Ventoureso seront exposés à des concentrations plus faibles que celles que l'on peut avoir au niveau des bâtiments qui seront démolis.

Impact du projet

La carte (Figure 58) comparant les concentrations à l'horizon 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence met en évidence :

- **Une augmentation inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **A l'ouest du futur centre commercial** (situé à l'intersection de la rocade et de l'avenue de la Cabrière), dans une zone correspondant à l'ancienne cour intérieure du bâtiment Alizé, initialement protégée de la pollution de la rocade mais rendue exposée après la démolition du bâtiment prévue par le projet. Cette zone deviendra un parc en situation avec projet ;

  Les concentrations dans ces zones restent cependant inférieures à la future valeur limite applicable en 2030.

- **Une diminution inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **Le long de l'ancien bâtiment Alizé côté rocade** (arrêt de tram, rue du Blé de Lune) qui bloquait la pollution provenant de la rocade ;
  - **Au nord de l'actuel centre commercial** (rue Paul Pamard) qui bloquait la pollution provenant de la rocade.

- **L'absence d'impact liée au projet :**
  - **au niveau des espaces extérieurs de l'école Les Olivades** : cour maternelle, cour partagée et futures yourtes ;
  - au niveau des aires de jeux pour enfants ;
  - au niveau du Bike park et des aires de pique-nique.

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 - Situation initiale - 2023

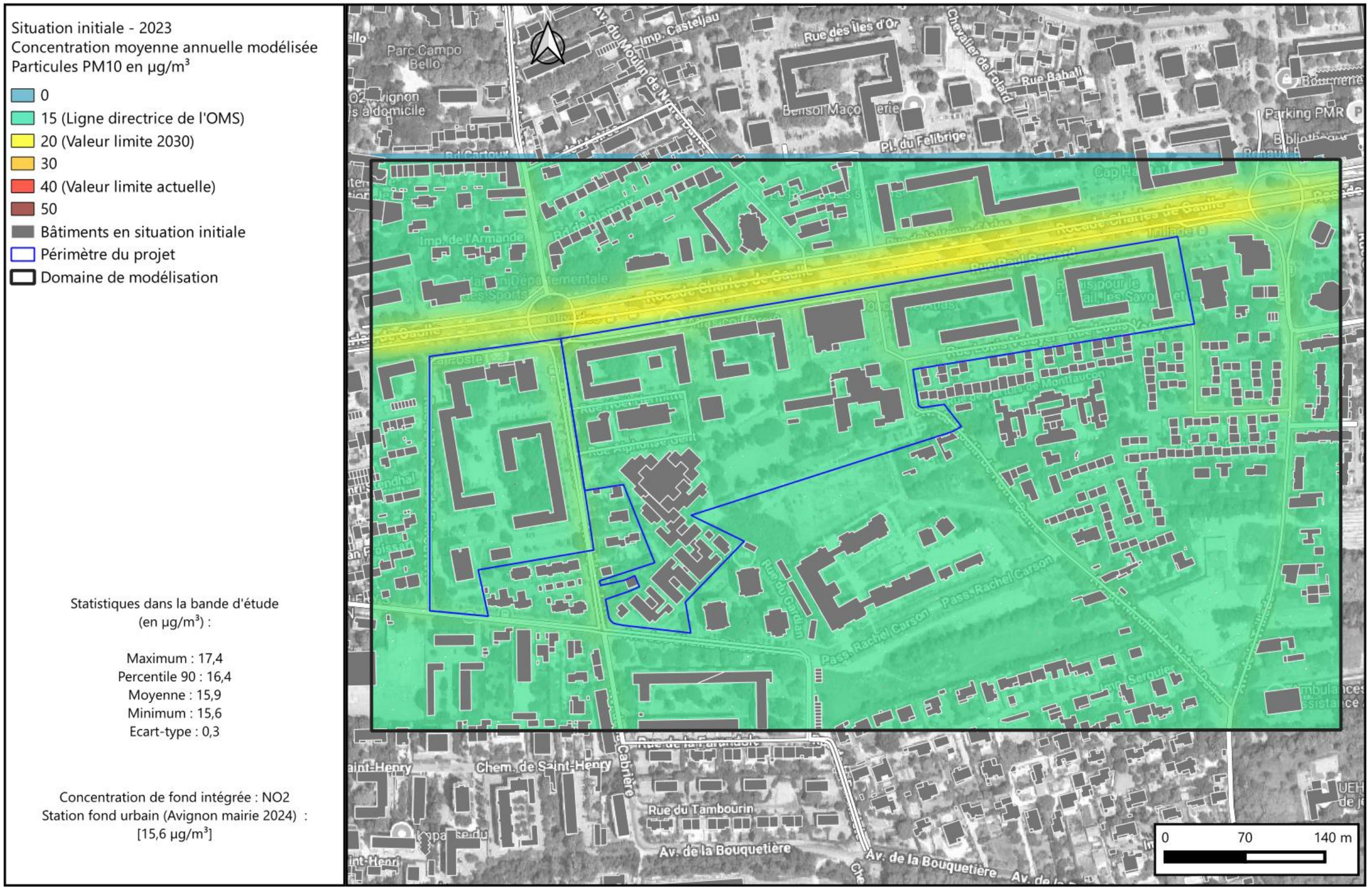


Figure 55 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 – Situation Actuelle 2025

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 - Situation de référence - Horizon 2032

Situation de référence - Horizon 2032
Concentration moyenne annuelle modélisée
Particules PM10 en µg/m³

- 0
- 15 (Ligne directrice de l'OMS)
- 20 (Valeur limite 2030)
- 30
- 40 (Valeur limite actuelle)
- 50
- Bâtiments en situation initiale
- Périmètre du projet
- Domaine de modélisation

Statistiques dans la bande d'étude
(en µg/m³) :

Maximum : 18
Percentile 90 : 16,5
Moyenne : 15,9
Minimum : 15,6
Ecart-type : 0,4

Concentration de fond intégrée : NO2
Station fond urbain (Avignon mairie 2024) :
[15,6 µg/m³]

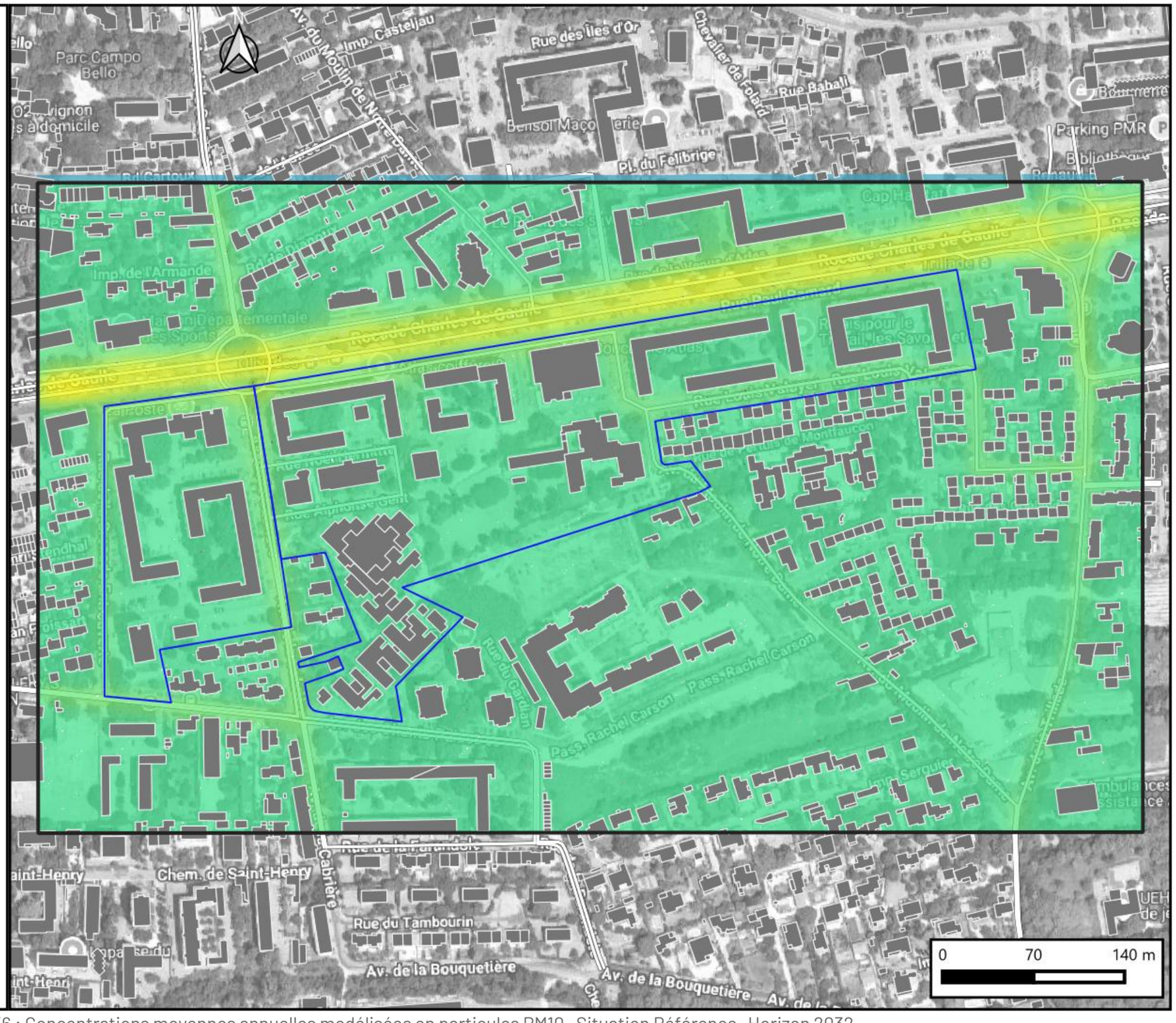


Figure 56 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Référence- Horizon 2032

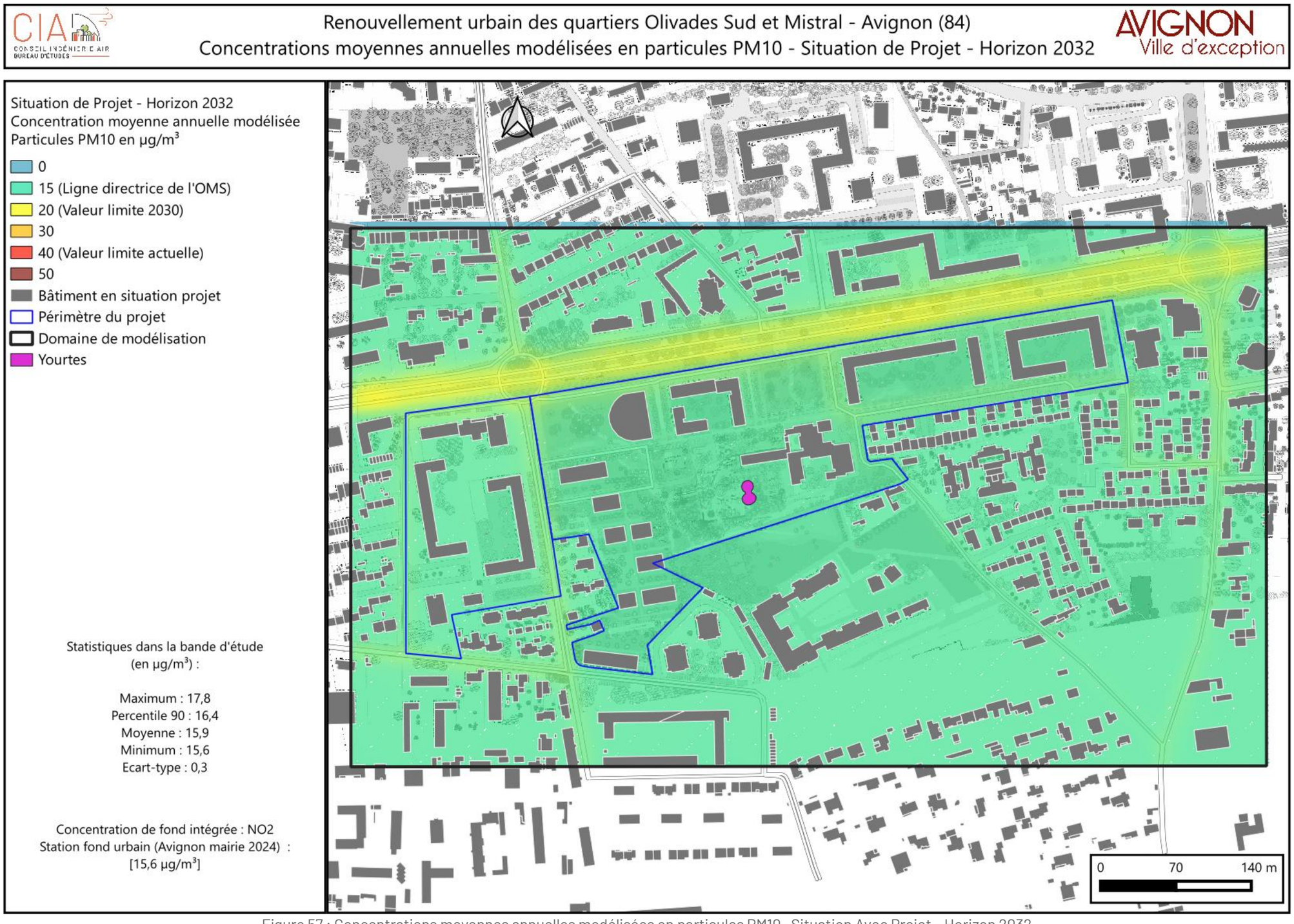


Figure 57 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Avec Projet – Horizon 2032

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Particules PM10 - Impact du Projet sur les concentrations modélisées - Horizon 2032

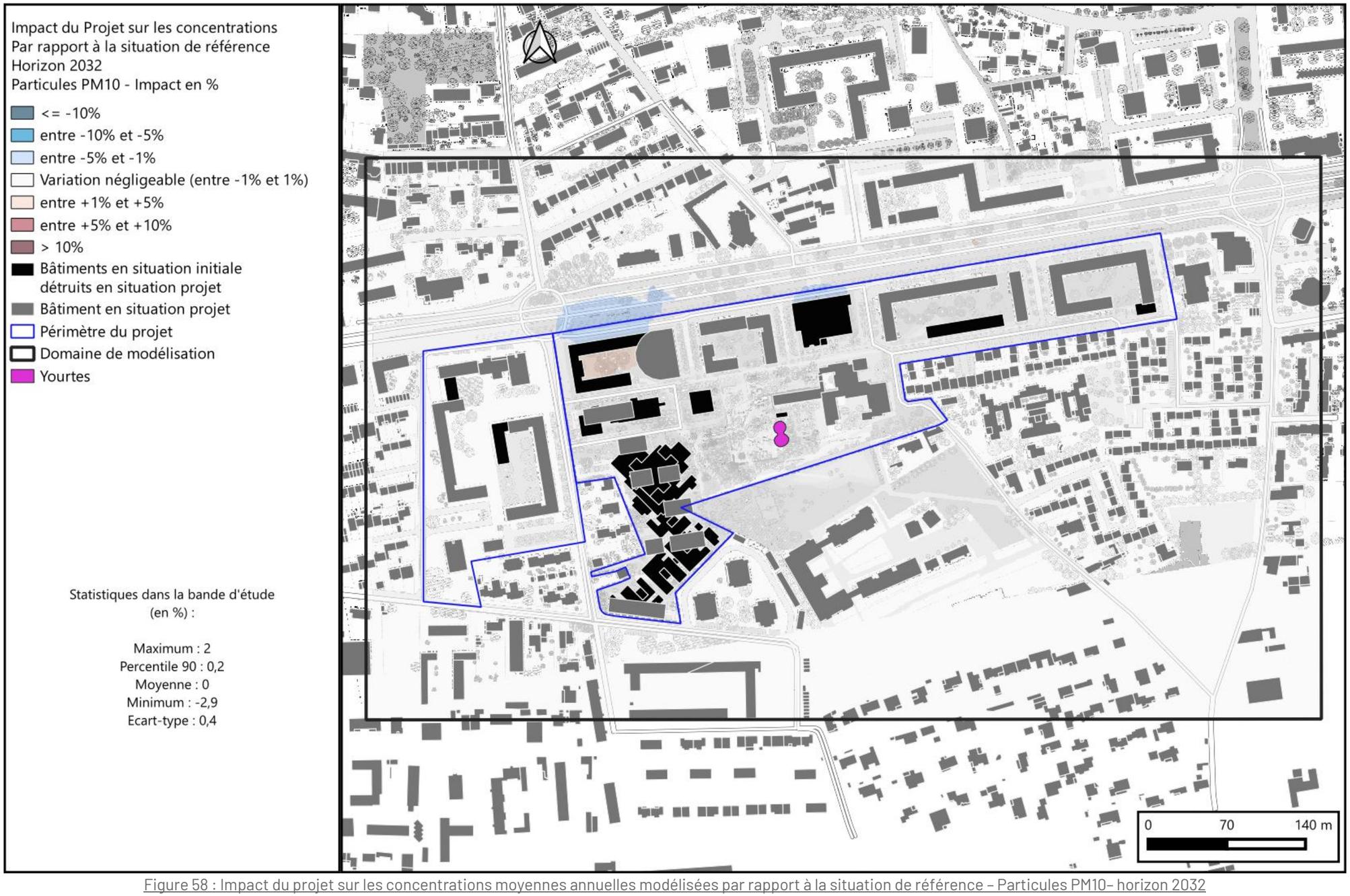


Figure 58 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM10– horizon 2032

11.6. Modélisation des particules PM2,5

La répartition spatiale des concentrations est présentée sur les cartographies pages suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 au niveau du sol (entre 0 et 2 mètres).

Analyse sur la bande d'étude

Les statistiques dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) présentées dans le tableau ci-dessous, sont également rappelées sur chacune des cartographies. Les colonnes indiquent les statistiques obtenues pour l'ensemble des points de calculs, en µg/m³ pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne Impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne Impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles.

Tableau 43 : Statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées au niveau du sol dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation initiale 2023	Situation de référence 2032	Situation de projet 2032	Impact du projet 2032
Unité	µg/m³	µg/m³	µg/m³	%
Maximum	10,4	10,7	10,6	2,0
Percentile 90	9,8	9,8	9,8	0,2
Moyenne	9,5	9,5	9,5	0,0
Minimum	9,3	9,3	9,3	-2,9
Ecart-type	0,2	0,2	0,2	0,4

Les concentrations en PM2,5 modélisées dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) sont inférieures à la valeur limite actuelle (25 µg/m³) pour tous les scénarios étudiés. L'objectif de qualité actuellement en vigueur (10 µg/m³) est cependant dépassée localement en situation actuelle et à l'horizon 2032.

La future valeur limite (10 µg/m³, applicable à partir de 2030) est dépassée localement à l'horizon 2032. Les zones de dépassement sont situées le long de la rocade et ne touchent pas de zones habitées comme le montrent les Figure 62 et Figure 63. **La future valeur limite est respectée au niveau des zones habitées existantes et futures.**

Cependant, toutes les concentrations modélisées sont supérieures à la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) en raison de la concentration de fond utilisée pour la modélisation (9,3 µg/m³) **qui dépasse à elle-seule cette ligne directrice.**

Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la rocade pour tous les scénarios étudiés. Les concentrations diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci.

Concentrations dans les zones d'intérêts

Le tableau ci-dessous présente les concentrations en PM2,5 obtenues en moyenne dans les différentes zones d'intérêt du projet présentées au paragraphe 11.3.

En situation avec projet en 2032, les concentrations en PM2,5 varient de 9,3 µg/m³ (yourtes de l'école Les Olivades, nouveaux logements) à 9,9 µg/m³ (en façade au rdc du bâtiment Alizé Est). **Ces concentrations en PM2,5 restent inférieures à la future valeur limite (10 µg/m³).**

Tableau 44 : Concentrations en particules PM2,5 modélisées en moyenne dans les zones d'intérêt

NO_2 (µg/m³)	Situation initiale 2023	Situation de référence 2032	Situation de projet 2032	Impact du projet 2032
Cours école	9,4	9,4	9,4	0,0%
Yourtes	9,4	9,3	9,3	0,0%
Aires de jeux	9,4	9,4	9,4	0,0%
Bike park	9,3	9,3	9,4	0,1%
Parc futur centre commercial	9,5	9,5	9,6	0,6%
Parc ancien centre commercial	9,6	9,6	9,6	-0,2%
Cour intérieure Bat Le Ponand	9,4	9,4	9,4	0,1%
Façade RDC bat Alizé Est	9,9	9,9	9,9	-0,3%
Façade RDC bat Le Ponant	9,8	9,7	9,7	-0,2%
Façade RDC bat rue P. Pamard	9,8	9,7	9,7	0,1%
Nouveaux bat. Ventoureso Nord	9,4	9,4	9,4	0,1%
Nouveaux bat. Ventoureso Sud	9,3	9,3	9,3	0,1%

En moyenne dans les zones d'intérêt prises en compte, le projet n'a pas d'impact significatif (variation moyenne inférieure à 1%) sur les concentrations en PM2,5 comparé à la situation de référence. Les concentrations modélisées au niveau de l'école restent inférieures à la future valeur limite applicable en 2030. Les futurs résidents des nouveaux logements Ventoureso seront exposés à des concentrations plus faibles que celles que l'on peut avoir au niveau des bâtiments qui seront démolis.

Impact du projet

La carte (Figure 58) comparant les concentrations à l'horizon 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence met en évidence :

- **Une augmentation inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **A l'ouest du futur centre commercial** (situé à l'intersection de la rocade et de l'avenue de la Cabrière), dans une zone correspondant à l'ancienne cour intérieure du bâtiment Alizé, initialement protégée de la pollution de la rocade mais rendue exposée après la démolition du bâtiment prévue par le projet. Cette zone deviendra un parc en situation avec projet ;

  Les concentrations dans ces zones restent cependant inférieures à la future valeur limite applicable en 2030.

- **Une diminution inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **Le long de l'ancien bâtiment Alizé côté rocade** (arrêt de tram, rue du Blé de Lune) qui bloquait la pollution provenant de la rocade ;
  - **Au nord de l'actuel centre commercial** (rue Paul Pamard) qui bloquait la pollution provenant de la rocade.

- **L'absence d'impact liée au projet :**
  - **au niveau des espaces extérieurs de l'école Les Olivades** : cour maternelle, cour partagée et futures yourtes ;
  - au niveau des aires de jeux pour enfants ;
  - au niveau du Bike park et des aires de pique-nique.

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 - Situation initiale - 2023

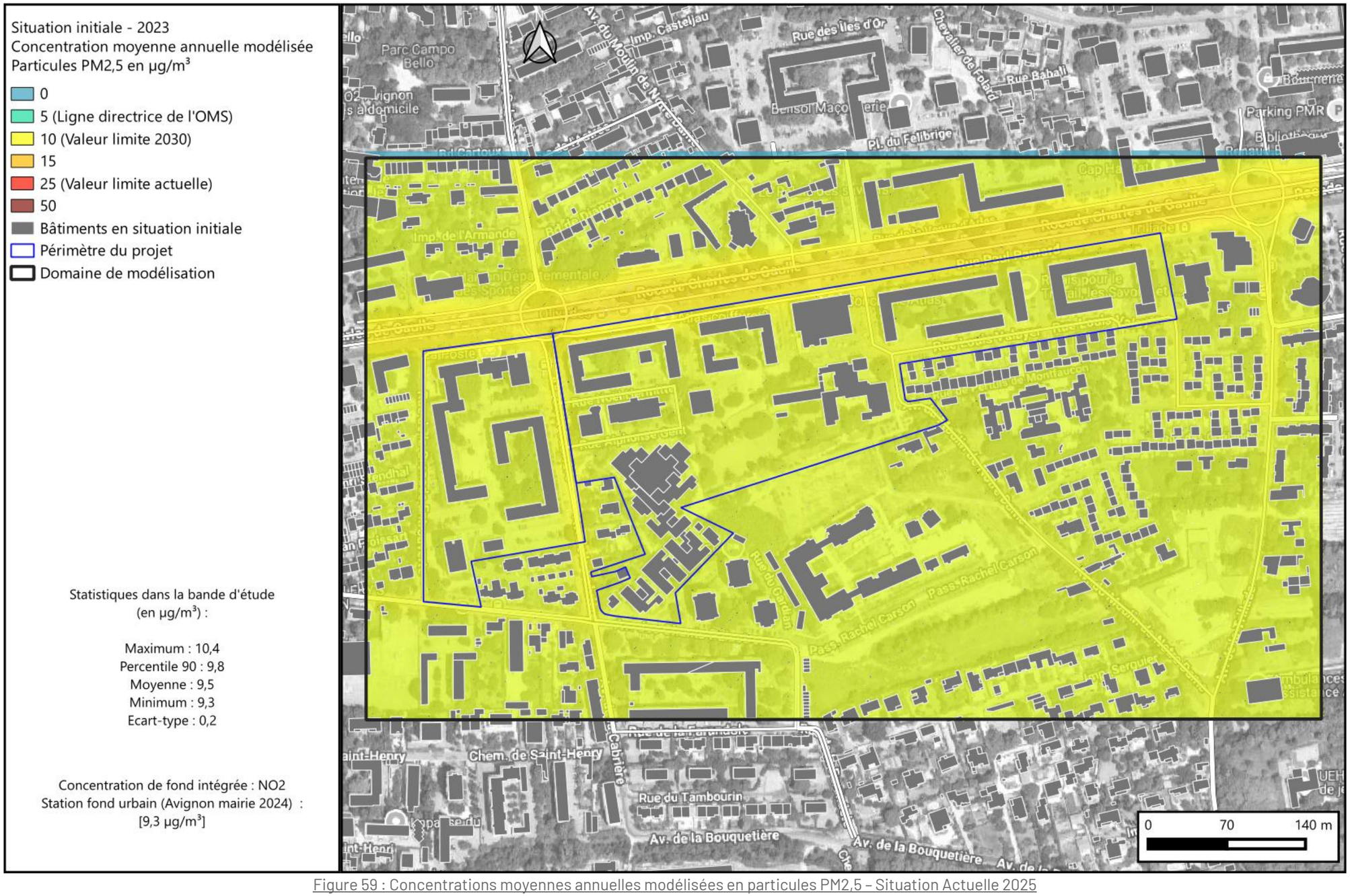


Figure 59 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 – Situation Actuelle 2025

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 - Situation de référence - Horizon 2032

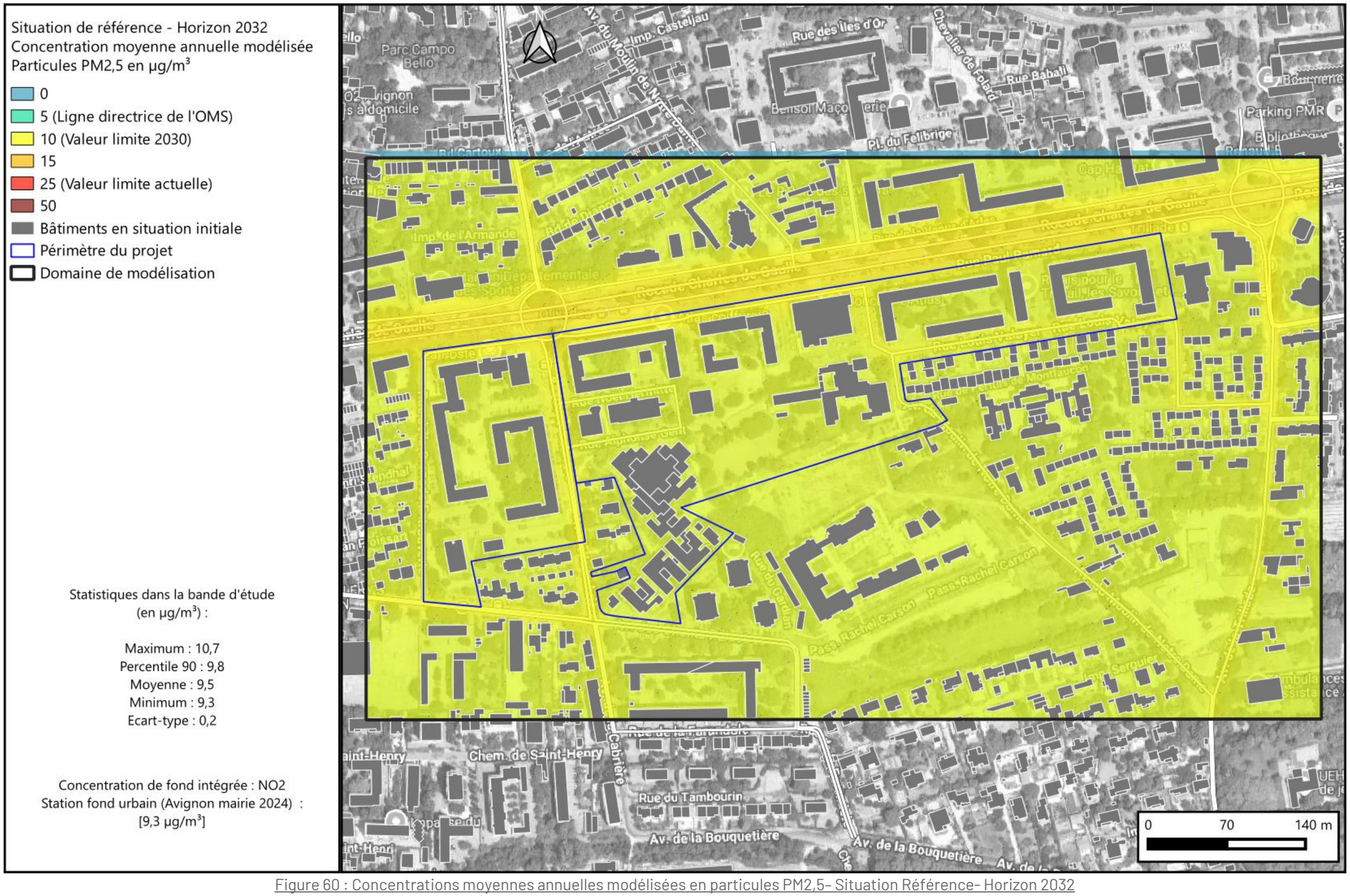


Figure 60 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2032



Figure 61 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Avec Projet – Horizon 2032

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 - Situation de référence - Horizon 2032

Concentration moyenne annuelle modélisée
Situation de référence - Horizon 2032
Particules PM2,5 - Impact en µg/m³

Zone de dépassement de la valeur limite européenne :

- 10 (Valeur limite 2030)
- 15
- 25 (Valeur limite actuelle)
- 50
- Bâtiments en situation initiale
- Périmètre du projet
- Domaine de modélisation

Concentration de fond intégrée : NO2
Station fond urbain (Avignon mairie 2024) :
[9,3 µg/m³]

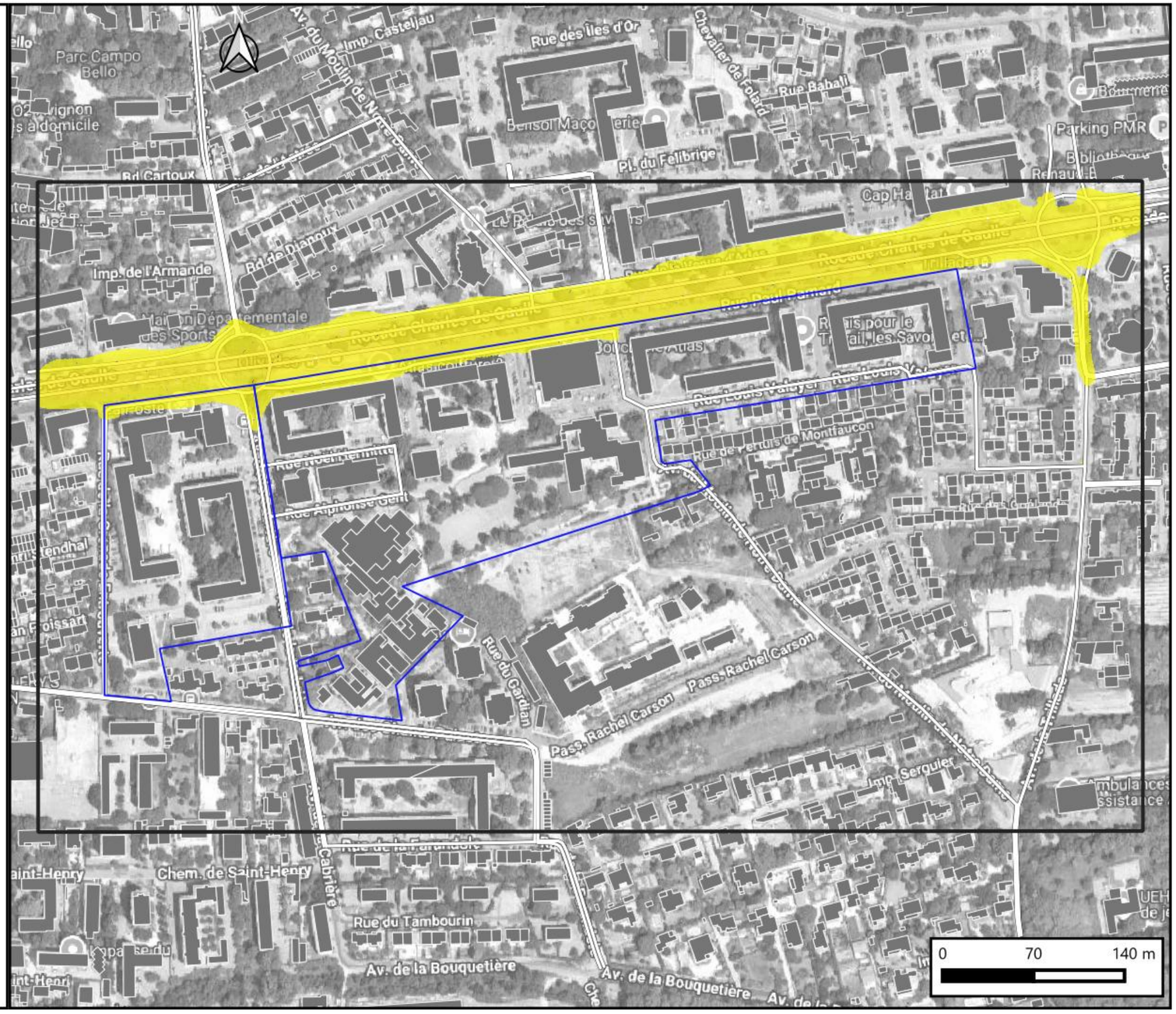


Figure 62 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2032 - zone de dépassement de la valeur limite européenne

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 - Situation de Projet - Horizon 2032

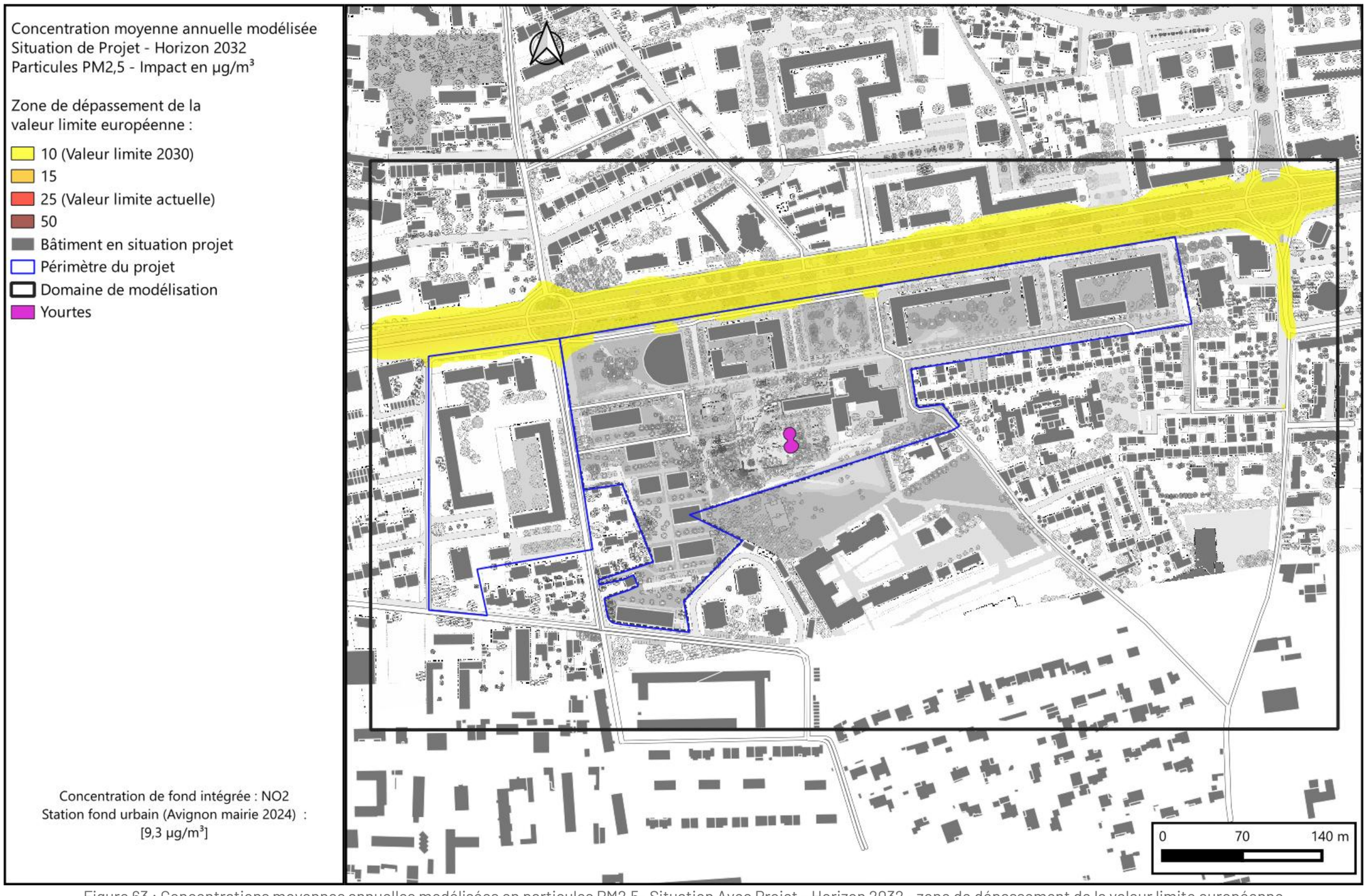


Figure 63 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Avec Projet – Horizon 2032 – zone de dépassement de la valeur limite européenne

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Particules PM2,5 - Impact du Projet sur les concentrations modélisées - Horizon 2032

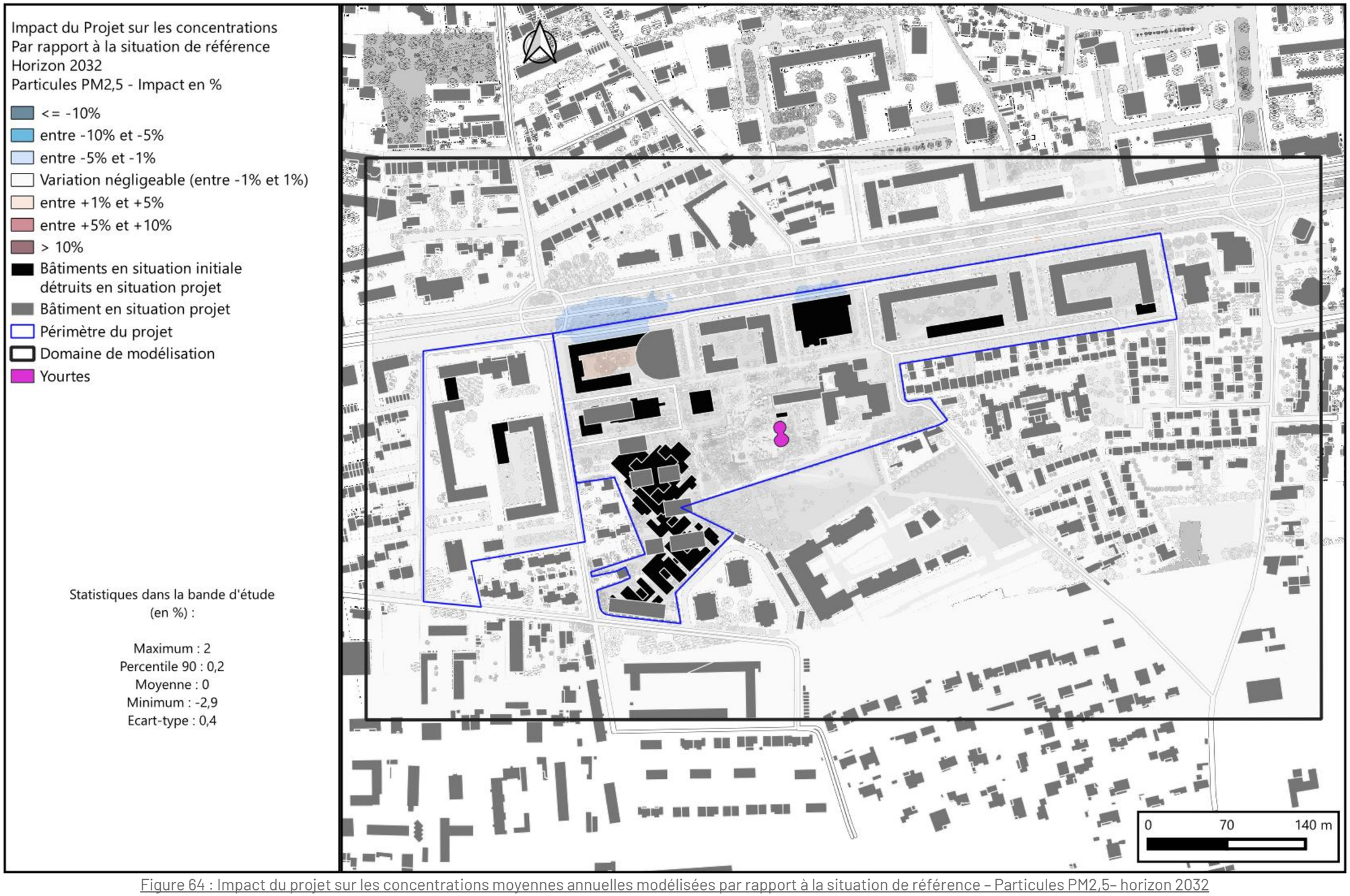


Figure 64 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM2,5– horizon 2032

12. Conclusion de l'impact du projet

Les différents scénarios ont été étudiés aux horizons suivants :

- Situation initiale 2023 ;
- Situation future à l'horizon 2032 :
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
  - Mise en service avec projet.

Evolution du trafic routier dans le domaine d'étude

Au fil de l'eau, le trafic routier du domaine d'étude augmente par rapport à la situation initiale 2023, avec +43 % en 2032.

L'impact global du projet sur le nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude est négligeable avec -0,2 % par rapport à la situation de référence en 2032, lié à la fermeture de voies dans le cadre du projet.

Globalement le projet n'impacte pas significativement le trafic routier du domaine d'étude.

Bilan de la consommation énergétique

Au fil de l'eau, la consommation énergétique (TEP/jour) augmente par rapport à la situation initiale de +10 % en 2032.

L'impact du projet sur la consommation énergétique totale du domaine d'étude est négligeable par rapport à la situation de référence.

Le projet n'entraine pas de variation de la consommation de TEP/jour. Ceci est cohérent avec l'évolution du nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude.

Bilan des émissions en polluants

Au fil de l'eau, il est observé une diminution des émissions pour quelques polluants gazeux dont les NOx par rapport à la situation initiale 2023 liée à l'amélioration technologique du parc roulant au fil du temps. Cette amélioration technologique ne compense pas l'augmentation du trafic sur les émissions des polluants particulaires (CO, PM10, PM2,5, HAP, métaux) dont les émissions augmentent (variation +11 % pour les pM10).

En situation de projet par rapport à la situation de référence, les émissions des polluants principaux restent stables en 2032, en cohérence avec la variation du trafic routier en situation de projet.

Le même constat est effectué concernant les gaz à effet de serre (GES) : Le projet n'entraine pas de variation des émissions de GES en 2032.

Le projet n'a donc pas d'impact significatif sur les émissions.

En 2032, les émissions de NOx restent faibles sur les voies concernées par le projet (< 1 kg/km/jour), excepté sur la rocade où les émissions peuvent dépasser 3 kg/km/jour.

Analyse des coûts collectifs

A. Coûts liés à la pollution de l'air

En comparant la situation de référence à la situation actuelle, il est observé une baisse des coûts collectifs liés à la pollution de l'air, avec -18 % en 2032.

En situation de projet, les coûts liés à la pollution de l'air restent stables.

B. Coûts liés à l'effet de serre additionnel

Il est observé une augmentation des coûts liés à l'effet de serre additionnel en situation de référence de +138 % en 2032, par rapport à la situation initiale. Cette augmentation est liée à la hausse annuelle du prix de la tonne de CO_2 : en 2023 le coût s'élève à 133,40 €, alors qu'en 2032 le coût atteint 295 €.

En situation de projet, les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel restent stables, en cohérence avec l'évolution du trafic routier liée au projet.

C. Coûts collectifs globaux

Les coûts collectifs globaux augmentent au fil de l'eau par rapport à la situation actuelle, de +5 % en 2032. Ceci s'explique par l'augmentation du prix de la tonne de CO_2 par rapport à la situation actuelle. Les améliorations technologiques du parc roulant ne sont pas suffisantes pour contrebalancer ces augmentations au fil de l'eau.

En situation de projet, les coûts collectifs globaux du domaine d'étude restent stables en 2032.

Le projet n'entraine pas de variation des coûts collectifs globaux en 2032.

Modélisation de la dispersion atmosphérique : calcul des concentrations

A. Méthodologie des calculs

Les modélisations de la dispersion dans l'air des émissions issues du trafic routier ont été réalisées avec le modèle 3D PMSS du logiciel AirAdvanced® Map sur une grille de calcul d'une résolution horizontale de 5 mètres. La grille de calcul verticale a été prise avec 25 niveaux verticaux, le premier niveau étant de 2 mètres près du sol.

Les simulations 3D ont été réalisées pour 120 conditions météorologiques représentant la rose des vents normale de la station Météo-France d'Avignon sur 20 ans.

Selon la note méthodologique, la distribution et répartition spatiale des concentrations du dioxyde d'azote et des particules (PM10 et PM2,5) sont étudiées.

Afin de prendre en compte les autres sources de pollution présentes dans la zone d'étude (chauffage, sources industrielles…), la pollution de fond a été ajoutée aux résultats des modélisations. Ces données sont issues des données mesurées par AtmoSud :

- NO_2 : 11,6 µg/m³ (moyenne annuelle 2024 AtmoSud – station urbaine de fond Avignon Mairie) ;
- PM10 : 15,6 µg/m³ (moyenne annuelle 2024 AtmoSud – station urbaine de fond Avignon Mairie) ;
- PM2,5 : 9,3 µg/m³ (moyenne annuelle 2024 AtmoSud – station urbaine de fond Avignon Mairie).

Faute d'information sur l'évolution des concentrations à l'horizon 2032, nous retiendrons la même pollution de fond que celle retenue pour la situation actuelle (hypothèse majorante).

B. Concentrations en dioxyde d'azote

Les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) restent inférieures à la valeur limite actuelle et l'objectif de qualité (40 µg/m³) pour tous les scénarios étudiés.

La future valeur limite (20 µg/m³, applicable à partir de 2030[17]) est dépassée localement à l'horizon 2032 avec et sans projet. Les zones de dépassement sont situées sur la rocade et ne touchent pas de zones habitées comme le montrent les Figure 50 et Figure 51. **La future valeur limite est respectée au niveau des zones habitées existantes et futures.**

Cependant, toutes les concentrations modélisées sont supérieures à la ligne directrice de l'OMS (10 µg/m³) en raison de la concentration de fond utilisée pour la modélisation (11,6 µg/m³) **qui dépasse à elle-seule cette ligne directrice.**

Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la rocade pour tous les scénarios étudiés. Les concentrations diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci.

En situation avec projet en 2032, les concentrations en NO_2 varient de 11,8 µg/m³ (dans les cours de l'école Les Olivades) à 13,0 µg/m³ (au niveau du parc qui remplace l'ancien centre commercial). **Ces concentrations en NO_2 restent faibles et inférieures à la future valeur limite (20 µg/m³).**

La comparaison des concentrations à l'horizon 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence met en évidence :

- **Une augmentation inférieure à 10% des concentrations liée au projet :**
  - **A l'ouest du futur centre commercial** (situé à l'intersection de la rocade et de l'avenue de la Cabrière), dans une zone correspondant à l'ancienne cour intérieure du bâtiment Alizé, initialement protégée de la pollution de la rocade mais rendue exposée après la démolition du bâtiment prévue par le projet. Cette zone deviendra un parc en situation avec projet ;
  - **Au sud de l'actuel centre commercial, notamment sur la façade nord de l'école**, dans une zone jusque-là abritée de la pollution par le centre commercial existant et qui deviendra exposée après sa démolition. Toutefois, la façade nord de l'école abrite uniquement des bureaux et des salles d'EPS, sans salle de classe orientée de ce côté ;
  - **Dans la cour intérieure du bâtiment Le Ponant**, initialement protégée de la pollution de la rue Louis Valayer par le bâtiment qui sera démoli avec le projet ;
  - **Au niveau des anciens bâtiments Ventureso Nord** qui seront démolis dans le cadre du projet ;

  Les concentrations dans ces zones restent cependant inférieures à la future valeur limite applicable en 2030.
- **Une diminution inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **Le long de l'ancien bâtiment Alizé côté rocade** (arrêt de tram, rue du Blé de Lune) qui bloquait la pollution provenant de la rocade ;
  - **Au nord de l'actuel centre commercial** (rue Paul Pamard) qui bloquait la pollution provenant de la rocade.
- **L'absence d'impact liée au projet :**
  - **au niveau des espaces extérieurs de l'école Les Olivades** : cour maternelle, cour partagée et futures yourtes ;
  - au niveau des aires de jeux pour enfants ;
  - au niveau du Bike park et des aires de pique-nique.

En moyenne dans les zones d'intérêt prises en compte, le projet n'a pas d'impact significatif (variation moyenne inférieure à 1%) sur les concentrations en dioxyde d'azote comparé à la situation de référence. Les concentrations modélisées au niveau de l'école restent inférieures à la future valeur limite applicable en 2030. Les futurs résidents des nouveaux logements Ventureso seront exposés à des concentrations plus faibles que celles que l'on peut avoir au niveau des bâtiments qui seront démolis.

[17] Pour rappel en 2023 la valeur limite et l'objectif de qualité sont fixés tous deux à 40 µg/m³. Suite à la nouvelle directive européenne, la valeur limite sera abaissée à 20 µg/m³ après 2030 (donc pour l'horizon 2032).

C. Concentrations en particules PM10

Les concentrations en PM10 modélisées dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) sont inférieures aux valeurs réglementaires actuellement en vigueur (valeur limite de 40 µg/m³ et objectif de qualité de 30 µg/m³) **pour tous les scénarios étudiés. La future valeur limite (20 µg/m³, applicable à partir de 2030) est également respectée sur toute la bande d'étude à l'horizon 2032 avec et sans projet.**

Cependant, toutes les concentrations modélisées sont supérieures à la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) en raison de la concentration de fond utilisée pour la modélisation (15,6 µg/m³) **qui dépasse à elle-seule cette ligne directrice.**

Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la rocade pour tous les scénarios étudiés. Les concentrations diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci. En situation avec projet en 2032, les concentrations en PM10 varient de 15,7 µg/m³ (dans les cours de l'école Les Olivades et à proximité) à 16,1 µg/m³ (au niveau des parcs). **Ces concentrations en PM10 restent inférieures à la future valeur limite (20 µg/m³).**

La comparaison des concentrations à l'horizon 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence met en évidence :

- **Une augmentation inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **A l'ouest du futur centre commercial** (situé à l'intersection de la rocade et de l'avenue de la Cabrière), dans une zone correspondant à l'ancienne cour intérieure du bâtiment Alizé, initialement protégée de la pollution de la rocade mais rendue exposée après la démolition du bâtiment prévue par le projet. Cette zone deviendra un parc en situation avec projet ;

  Les concentrations dans ces zones restent cependant inférieures à la future valeur limite applicable en 2030.

- **Une diminution inférieure à 5% des concentrations liée au projet :**
  - **Le long de l'ancien bâtiment Alizé côté rocade** (arrêt de tram, rue du Blé de Lune) qui bloquait la pollution provenant de la rocade ;
  - **Au nord de l'actuel centre commercial** (rue Paul Pamard) qui bloquait la pollution provenant de la rocade.
- **L'absence d'impact liée au projet :**
  - **au niveau des espaces extérieurs de l'école Les Olivades** : cour maternelle, cour partagée et futures yourtes ;
  - au niveau des aires de jeux pour enfants ;
  - au niveau du Bike park et des aires de pique-nique.

En moyenne dans les zones d'intérêt prises en compte, le projet n'a pas d'impact significatif (variation moyenne inférieure à 1%) sur les concentrations en PM10 comparé à la situation de référence. Les concentrations modélisées au niveau de l'école restent inférieures à la future valeur limite applicable en 2030. Les futurs résidents des nouveaux logements Ventoureso seront exposés à des concentrations plus faibles que celles que l'on peut avoir au niveau des bâtiments qui seront démolis.

Concentrations en particules PM2,5

Les concentrations en PM2,5 modélisées dans la bande d'étude (correspondant ici au périmètre du projet) sont inférieures à la valeur limite actuelle (25 µg/m³) pour tous les scénarios étudiés. L'objectif de qualité actuellement en vigueur (10 µg/m³) est cependant dépassée localement en situation actuelle et à l'horizon 2032.

La future valeur limite (10 µg/m³, applicable à partir de 2030) est dépassée localement à l'horizon 2032. Les zones de dépassement sont situées le long de la rocade et ne touchent pas de zones habitées comme le montrent les Figure 62 et Figure 63. **La future valeur limite est respectée au niveau des zones habitées existantes et futures.**

Cependant, toutes les concentrations modélisées sont supérieures à la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) en raison de la concentration de fond utilisée pour la modélisation (9,3 µg/m³) **qui dépasse à elle-seule cette ligne directrice.**

En situation avec projet en 2032, les concentrations en PM2,5 varient de 9,3 µg/m³ (yourtes de l'école Les Olivades) à 9,6 µg/m³ (au niveau des parcs). **Ces concentrations en PM2,5 restent inférieures à la future valeur limite (10 µg/m³).**

La comparaison des concentrations à l'horizon 2032 entre la situation avec projet et la situation de référence met en évidence les mêmes zones de variation que celles observées pour les PM10.

En moyenne dans les zones d'intérêt prises en compte, le projet n'a pas d'impact significatif (variation moyenne inférieure à 1%) sur les concentrations en PM2,5 comparé à la situation de référence. Les concentrations modélisées au niveau de l'école restent inférieures à la future valeur limite applicable en 2030. Les futurs résidents des nouveaux logements Ventoureso seront exposés à des concentrations plus faibles que celles que l'on peut avoir au niveau des bâtiments qui seront démolis.

Partie 5. Exposition des populations

13. Evaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP

Afin d'évaluer l'impact des infrastructures sur la population, la méthode de l'indice IPP (Indice d'exposition de la Population à la Pollution) a été appliquée. Elle consiste à croiser les concentrations calculées aux données de population sur le domaine étudié.

L'impact sanitaire a été réalisé pour les situations suivantes :

- Situation initiale 2023 ;
- Situation future à l'horizon 2032 :
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
  - Mise en service avec projet.

13.1. Objectif de l'IPP

L'indicateur IPP permet la comparaison entre le scénario avec projet et l'état de référence par un critère basé non seulement sur les concentrations, mais aussi sur la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation.

Cet outil est utilisé comme une aide à la comparaison de situation et en aucun cas comme le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique globale.

Le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019 préconise de calculer l'IPP sur le traceur NO_2. Ainsi, sont présentés dans cette étude les résultats des calculs de l'IPP en 2023 et à l'horizon 2032.

Le calcul de l'IPP a été réalisé pour chaque bâtiment de type résidentiel présent dans le périmètre du projet.

13.2. Données utilisées dans le calcul de l'IPP

13.2.1. Population

Les populations par bâtiment de type résidentiel ont été estimées à partir du nombre de logements par bâtiment disponible dans la BD Topo® de l'IGN, en retenant 2,05 occupants par logement (nombre moyen d'occupants par résidence principale en 2022 pour la commune d'Avignon[18]).

Concernant l'évolution de la population induite par le projet, le nombre d'habitants apportés par le projet a été estimé en prenant le nombre de logements démolis ou construits par le projet, et en considérant 2,05 personnes par logement.

Il est prévu (voir plans détaillés dans la présentation du projet au paragraphe 1) :

- La démolition de 365 logements (29 pour le quartier Mistral et le reste sur le quartier Olivades) soit un total d'environ 748 personnes en moins par rapport à la situation de référence ;
- La construction de 125 logements sur le quartier Olivades soit un apport de 256 personnes ;

Ces modifications entraînent une baisse globale de 240 logements dans la bande d'étude, soit d'environ 492 personnes.

Les cartes pages suivantes présentent le nombre d'habitants par bâtiment de type résidentiel présent dans le périmètre du projet.

13.2.2. Concentrations en dioxyde d'azote

Pour chaque scénario et horizon, les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la Partie 4 ont été utilisées. La concentration retenue correspond à la concentration maximale calculée au niveau de chaque bâtiment en rez-de-chaussée (premier niveau près du sol, le plus majorant).

[18] Nombre moyen d'occupants par résidence principale en 2022 - Dossier complet Commune d'Avignon (84007) – INSEE - paru le 02/09/2025

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Nombre d'habitants - Situation initiale

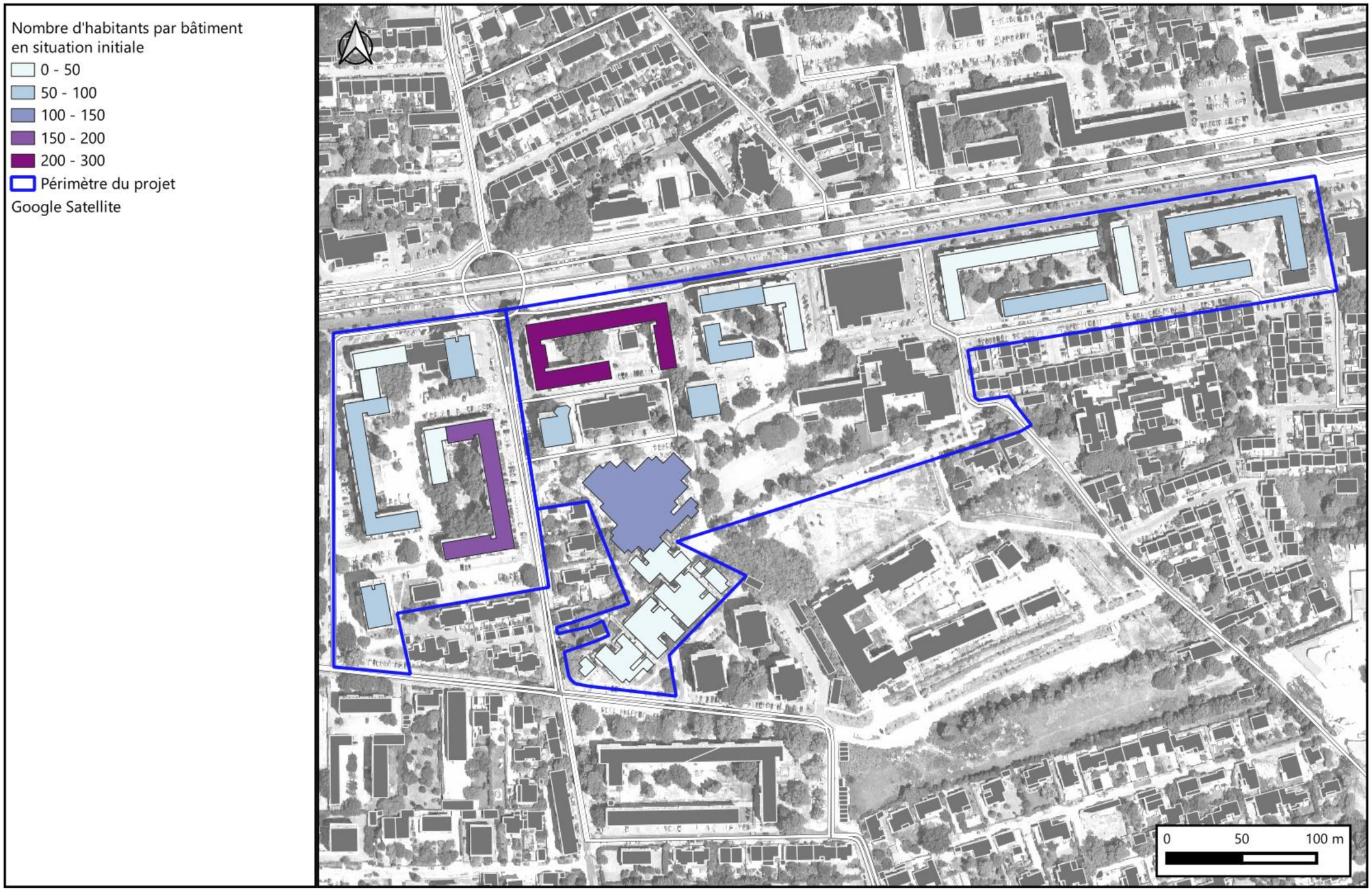


Figure 65 : Nombre d'habitants par bâtiment résidentiel dans la bande d'étude (source : BD Topo® de l'IGN / INSEE 2025)

Renouvellement urbain des quartiers Olivades Sud et Mistral - Avignon (84)
Nombre d'habitants - Situation avec projet

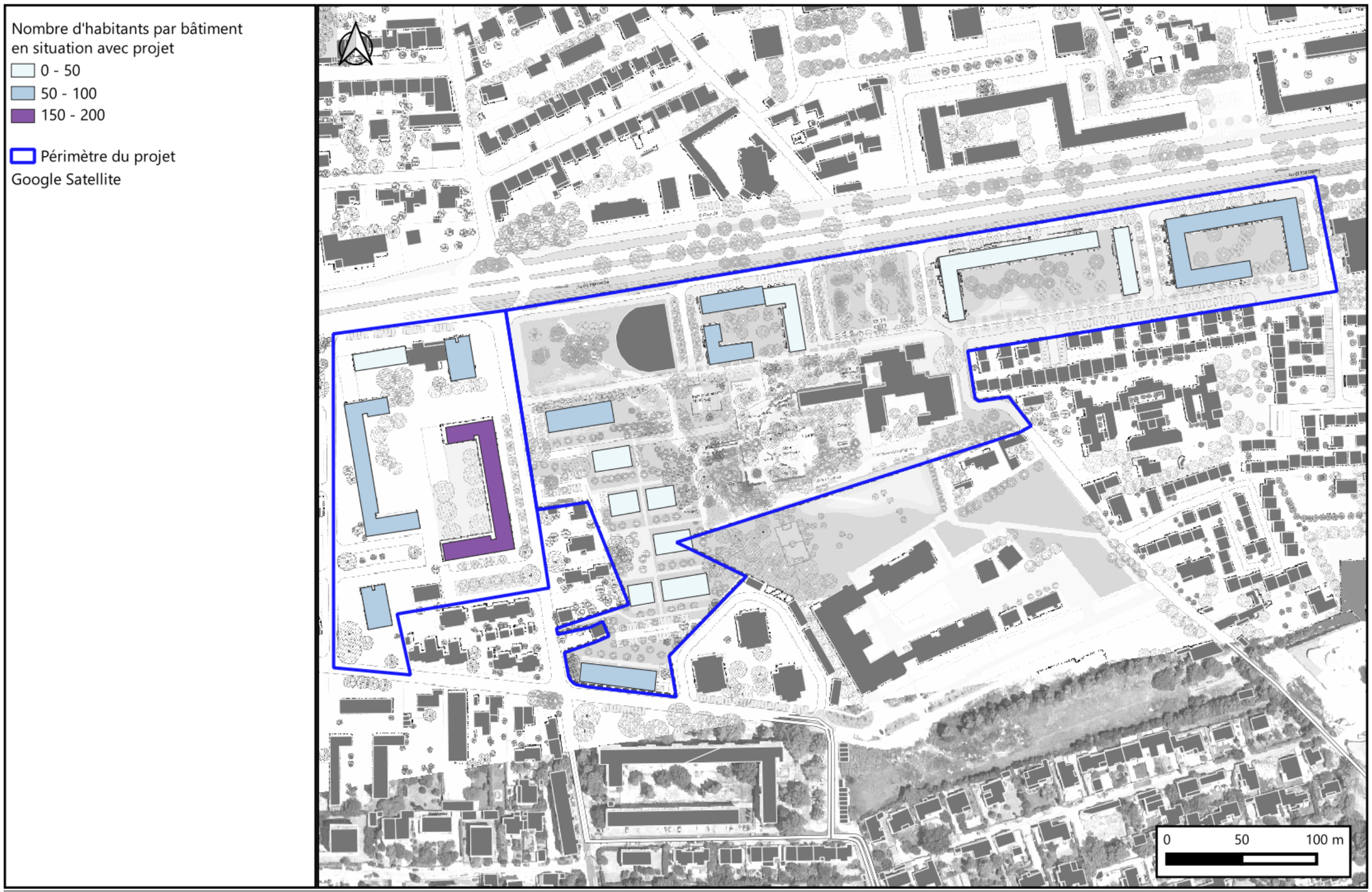


Figure 66 : Nombre d'habitants par bâtiment résidentiel dans la bande d'étude en situation projetée 2032 (source : BD Topo® de l'IGN / INSEE 2025 et données du projet)

13.3. Présentation des résultats de l'IPP du NO_2

13.3.1. Indice Pollution Population cumulé dans la bande d'étude

Afin d'obtenir l'IPP cumulé, la somme de tous les IPP calculés dans la bande d'étude est réalisée. Le tableau suivant présente les résultats des IPP cumulés du dioxyde d'azote, pour tous les bâtiments de type résidentiel de la bande d'étude.

Tableau 45 : IPP cumulé du NO_2 dans la bande d'étude

Scénario	Année	Indices Pollution Population Cumulés	Impact	
Situation initiale	**2023**	20 769	-	
Situation de référence Sans projet	**2032**	20 073	-3,4 %	/ Actuel
Situation avec projet		13 270	-33,9 %	/ Référence

L'IPP cumulé varie légèrement au fil de l'eau par rapport à la situation initiale. En effet, en situation de référence en 2032, les améliorations technologiques du parc roulant entrainent la diminution des émissions et donc des concentrations maximales par rapport à la situation initiale. L'IPP diminue ainsi de -3,4 % en 2032.

Le projet entraine une baisse globale de l'IPP cumulé dans la bande d'étude de -33,9 % en 2032 : cette diminution est liée à la baisse de la population en situation de projet due à la démolition de plusieurs bâtiments résidentiels.

Afin d'étudier plus précisément l'impact sur la population, les gammes de concentration en dioxyde d'azote auxquelles les habitants sont exposés sont étudiées pour chaque scénario et sont présentées dans la partie suivante.

13.3.2. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée

Le tableau et le graphique ci-contre présentent le nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations, pour chaque scénario et horizon.

Pour rappel, la valeur limite actuellement en vigueur est fixée à 40 µg/m³. Suite à la nouvelle directive européenne, la valeur limite sera abaissée à 20 µg/m³ après 2030 (donc pour l'horizon 2032).

Au fil de l'eau, il est observé une diminution des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée.

En effet, en situation initiale, 209 personnes sont exposées à des concentrations de 16 µg/m³ ou plus. En 2032, toute la population sera exposée à des concentrations inférieures à 16 µg/m³. Ces variations sont dues à la diminution des concentrations en dioxyde d'azote suite aux améliorations technologiques du parc roulant.

En 2032, les habitants en situation avec projet sont exposés aux mêmes gammes de concentrations qu'en situation de référence, avec une baisse du nombre d'habitants exposés en raison de la démolition de bâtiments résidentiels.

A l'horizon 2032, aucun habitant n'est exposé à des valeurs supérieures à la valeur limite du dioxyde d'azote (20 µg/m³).

Tableau 46 : Nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations

Gamme de concentration µg/m³	Nombre d'habitants		
	Situation initiale	Référence 2032	Projet 2032
[0-12[	217	381	191
[12-14[	746	763	670
[14-16[	346	375	166
[16-18[	209	0	0
[18-20[	0	0	0
[20-50[	0	0	0

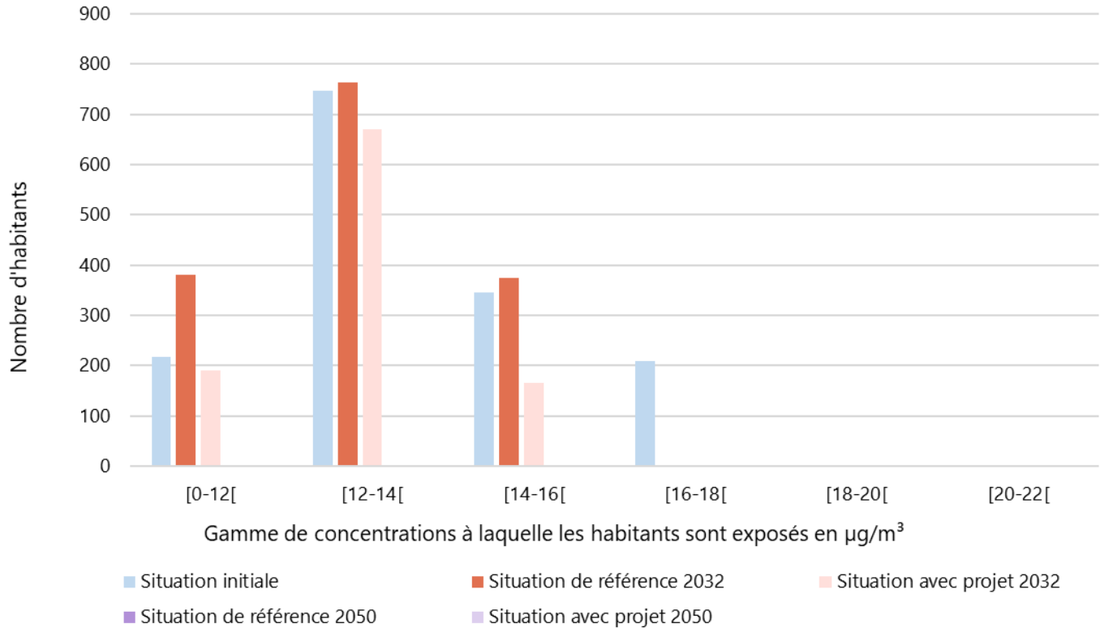


Figure 67 : Nombre d'habitants exposés aux différentes gammes de concentrations en NO_2 pour tous les horizons et scénarios étudiés

13.3.1. Etude de la répartition spatiale des Indices Pollution Population dans la bande d'étude

Les cartes pages suivantes présentent les IPP du NO_2 calculées pour chaque bâtiment de type résidentiel et pour chaque scénario modélisé afin de présenter plus précisément la répartition spatiale des IPP.

Les futurs résidents des nouveaux logements construits dans le cadre de ce projet seront exposés aux polluants à des niveaux inférieurs à ceux actuellement subis par les habitants des bâtiments destinés à être démolis. En conséquence, aucune surexposition à des concentrations plus élevées n'est envisagée pour ces futurs occupants.

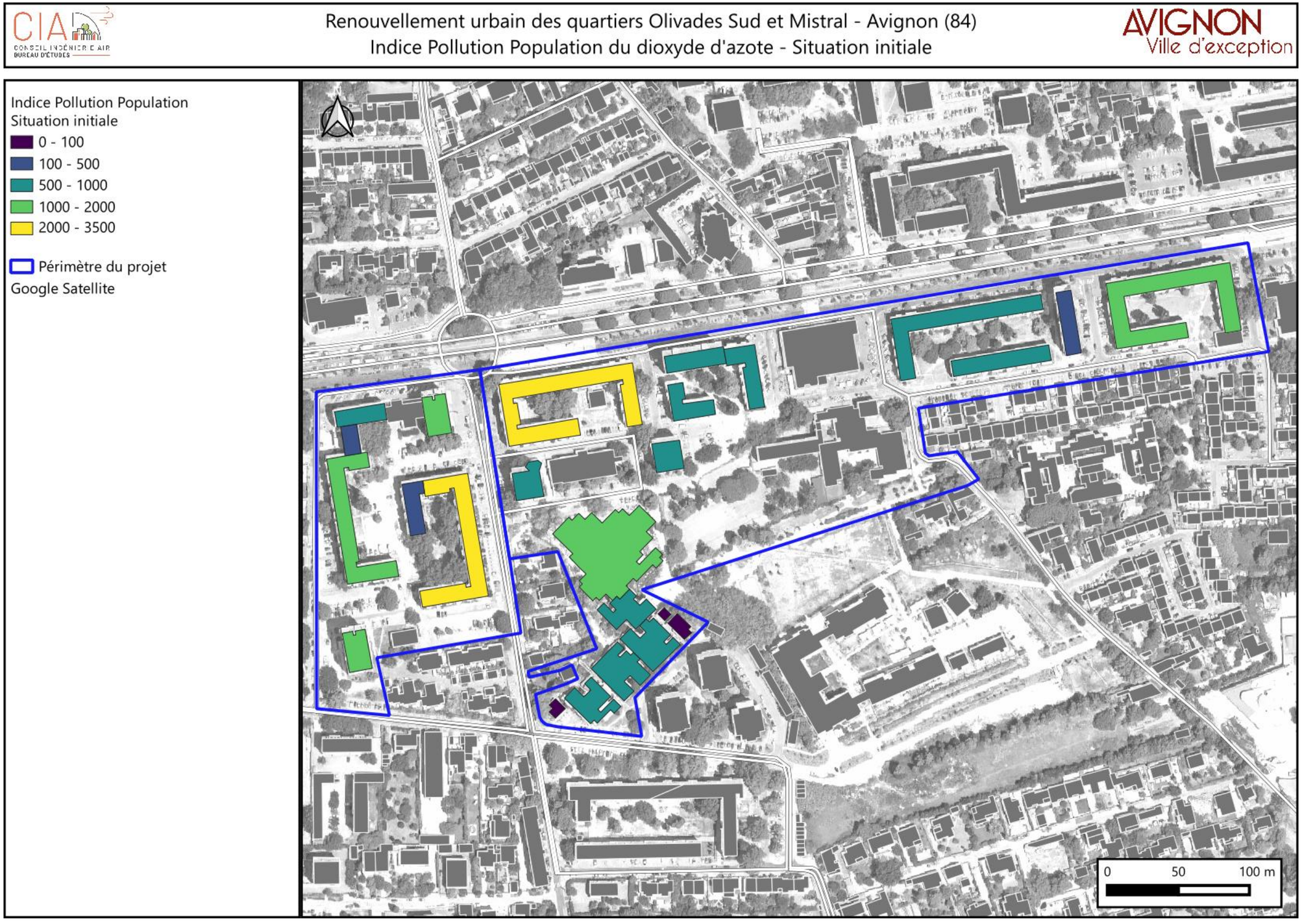


Figure 68 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation initiale

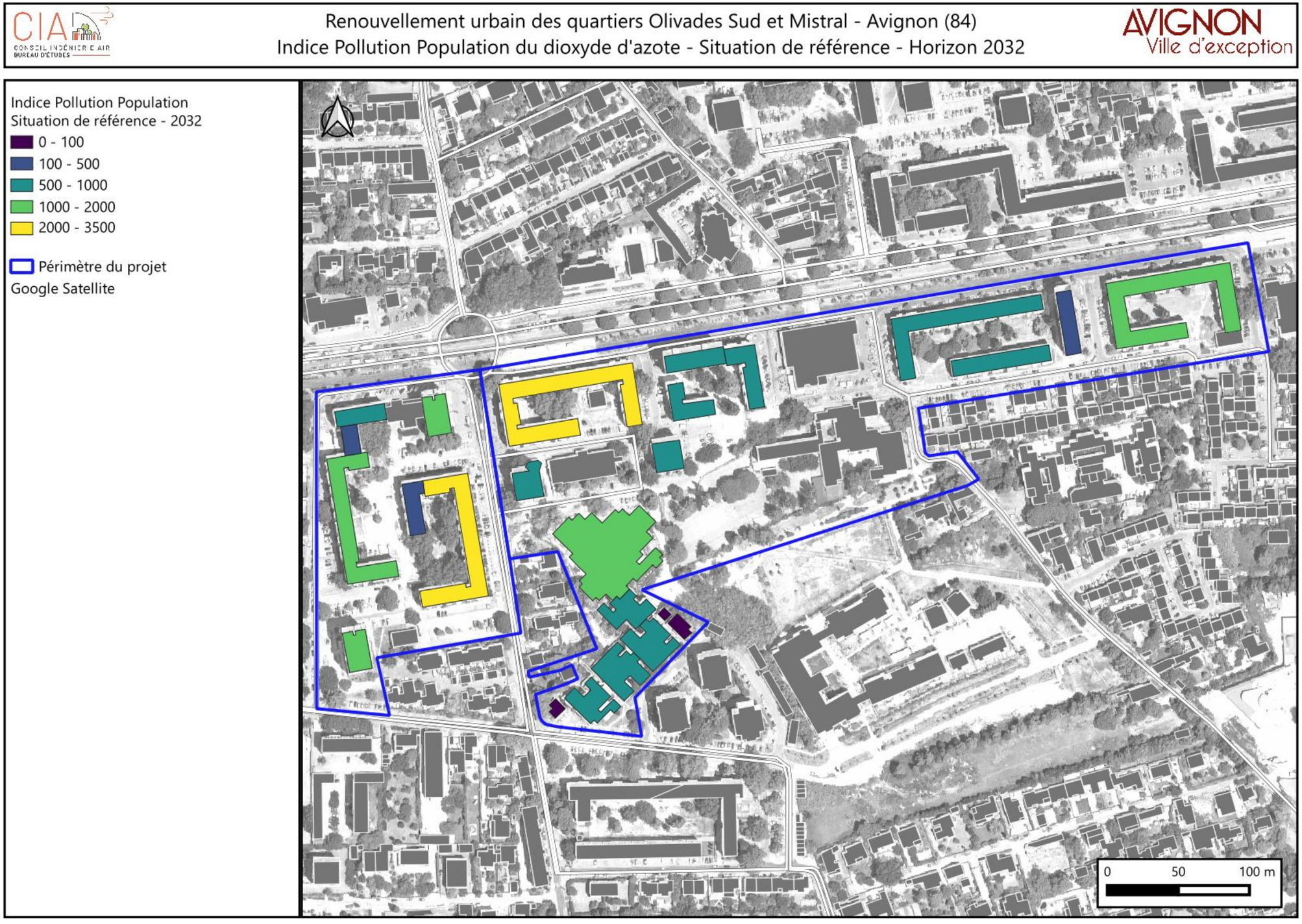


Figure 69 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation de référence – Horizon 2032

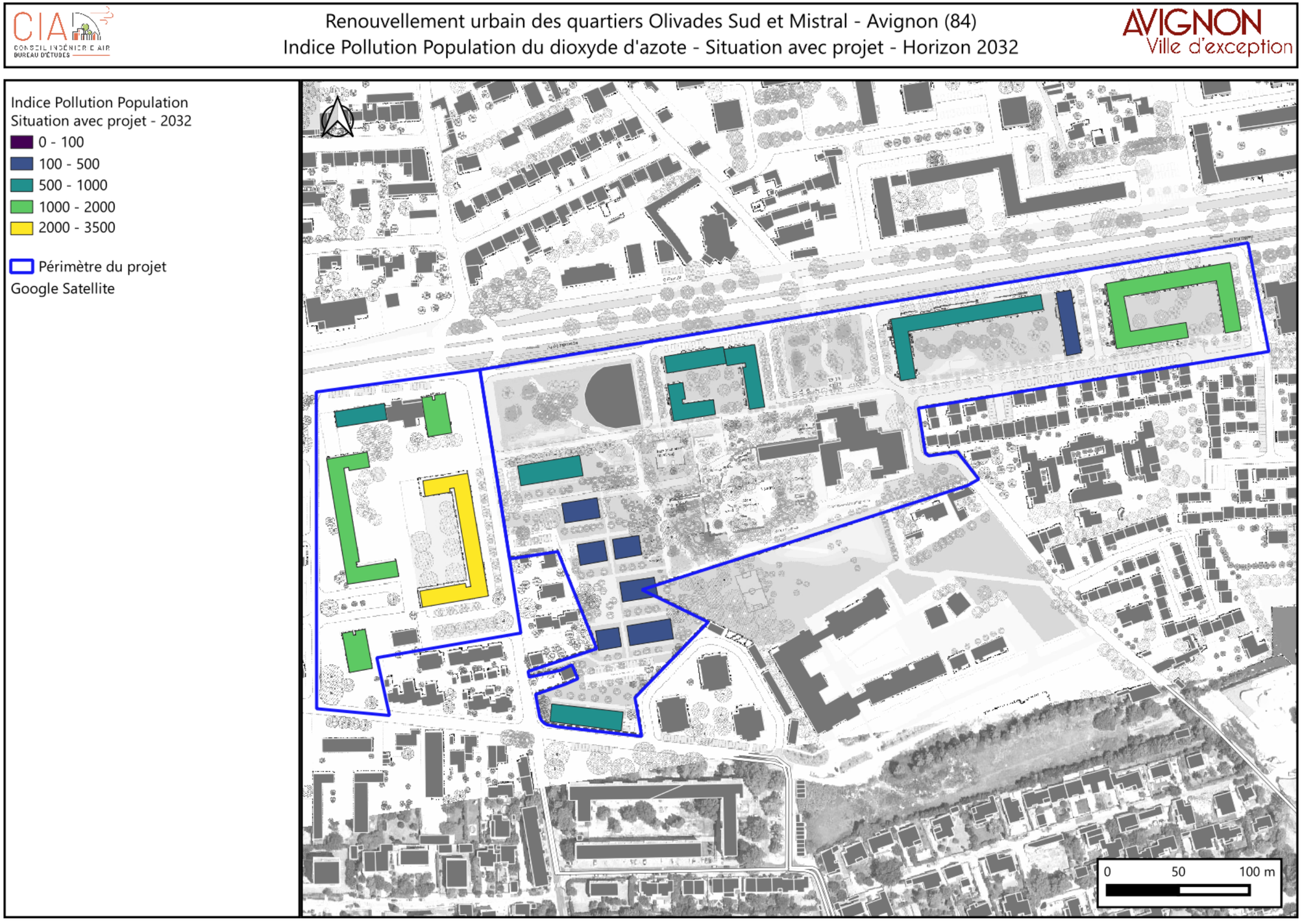


Figure 70 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation de projet – Horizon 2032

14. Evaluation des Risques Sanitaires

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019 du Cerema sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, une Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) doit être réalisée au niveau des populations vulnérables présentes dans la bande d'étude du projet.

La méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires, les formules et les valeurs toxicologiques de référence (ou valeur guides) utilisées sont présentées au paragraphe 6.

14.1. Evaluation de l'exposition des populations

L'évaluation des expositions consiste à estimer les doses de substances auxquelles les populations vulnérables sont les plus exposées.

14.1.1. Scénarios d'exposition

Lors de la définition de la bande d'étude, le groupe scolaire Les Olivades a été identifié comme lieu abritant des populations vulnérables (cf. paragraphe 10.1.3). Une évaluation des risques sanitaires pour les enfants de cette école doit donc être réalisée dans le cadre de cette étude.

De plus, le projet prévoyant la création de nombreux logements, une évaluation des risques sanitaires a également été réalisée au niveau du bâtiment construit le plus exposé.

Ainsi, pour l'évaluation des risques sanitaires, **deux scénarios d'exposition ont été étudiés :**

- **Scénario « futur résident »** : ce scénario concerne un nouvel habitant qui résidera 100 % du temps dans un des futurs logements du bâtiment le plus exposé du projet. Il s'agit du nouveau bâtiment le plus au Nord, construit à la place des bâtiments Alizé 2, au sud du projet de centre commercial. En situation initiale, cet habitant réside dans le bâtiment Alizé 2 qui sera démoli dans le cadre du projet.
- **Scénario « écolier »** : ce scénario concerne un enfant qui fréquente en journée l'école Les Olivades de la maternelle au CM2, et qui reste à son domicile dans le périmètre du projet le reste du temps. Son domicile correspond au logement le plus exposé du périmètre du projet. Il s'agit du bâtiment Alizé Est qui longe la rocade, non démoli en situation avec projet.

Les paramètres d'exposition retenus pour chacun des scénarios d'exposition sont synthétisés dans le tableau ci-contre.

Les calculs sont réalisés selon la méthodologie présentée au paragraphe 6.

Tableau 47 : définition des scénarios d'exposition retenus en exposition chronique

Paramètres d'exposition	Scénario « futur résident »	Scénario « Ecolier »	
Concentration d'exposition (Ci)	**Futurs logements :** Concentrations moyennes en façade au RDC du nouveau bâtiment au sud du projet de centre commercial	**Ecole :** Concentrations moyennes au niveau de la cour d'école	**Logements :** Concentrations moyennes en façade au RDC bat. Alizé Est
Fraction du temps d'exposition sur l'année (fi)	100 % (24 h/24, 365 j/an)	20 % (10 h/jour, 5 j/semaine, 47 semaines/an)	80 % (le reste du temps)
Durée d'exposition (T)	30 ans	8 ans	

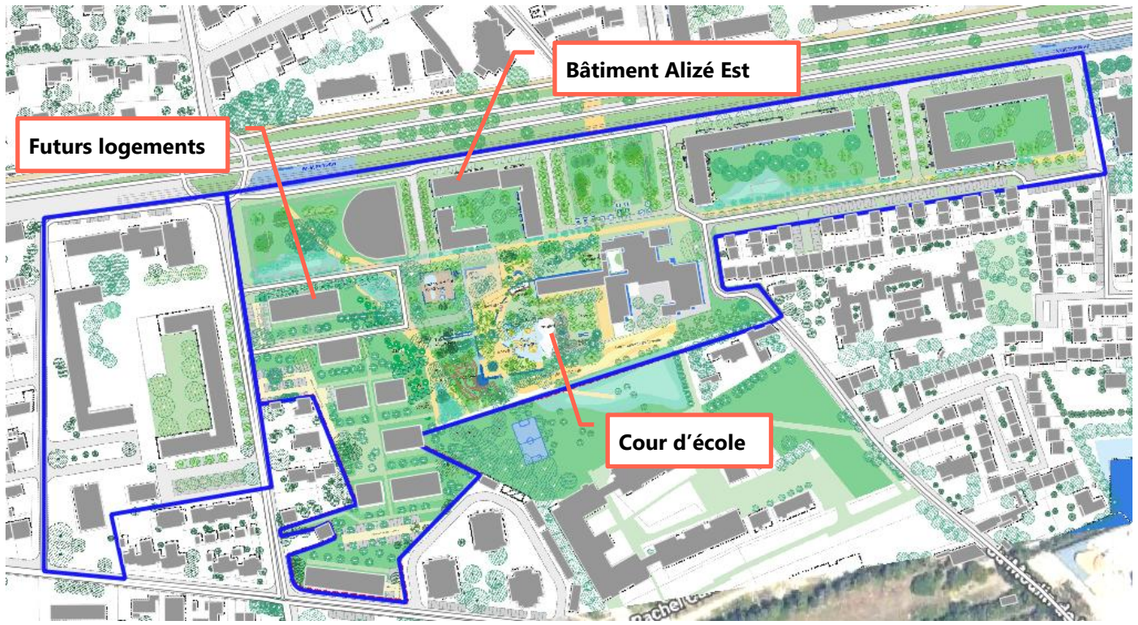


Figure 71 : localisation des lieux d'exposition retenus pour l'ERS

14.1.1. Evaluation de l'exposition par inhalation

Pour évaluer l'exposition des populations vulnérables par inhalation, une pénétration dans l'organisme de la totalité des substances inhalées est considérée. Les concentrations Cmi, calculées en fonction du scénario d'exposition de chaque point, sont disponibles dans les tableaux présentés en Annexe 4.

Le calcul des risques sanitaires prend en compte la pollution de fond pour chaque substance lorsque celle-ci est disponible. Les valeurs retenues sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les concentrations de fond correspondent aux concentrations mesurées au niveau de la station de fond urbain la plus proche, en moyenne annuelle pour une exposition chronique et en concentration maximale pour une exposition aigue.

Tableau 48 : Concentrations de fond retenues pour l'ERS (source : AtmoSud)

Concentration de fond		Exposition Chronique		Exposition Aigue	
		Concentration de fond (µg/m³)	Source	Concentration de fond (µg/m³)	Source
	Dioxyde d'azote	11,6	Station de fond urbain Avignon Mairie 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	91,3	Station de fond Avignon Mairie 2024 (AtmoSud) - maximale horaire
	PM10	15,6	Station de fond urbain Avignon Mairie 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	118,2	Station de fond Avignon Mairie 2024 (AtmoSud) - maximale journalière
	PM2,5	9,3	Station de fond urbain Avignon Mairie 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	37,8	Station de fond Avignon Mairie 2024 (AtmoSud) - maximale journalière
Métaux dans la fraction PM10	Arsenic	2,6E-04	Station de fond urbain Marseille Longchamp 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	-	-
	Nickel	1,4E-03	Station de fond urbain Marseille Longchamp 2023 (AtmoSud) – moyenne annuelle	-	-
	Chrome VI	ND	-	-	-
COV	1,3-butadiène	ND	-	-	-
	Benzène	9,0E-01	Station de fond urbain Marseille Longchamp 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	-	-
HAP dans la fraction PM10	Benzo(a)pyrène	1,3E-04	Station de fond urbain Marseille Longchamp 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	-	-
	Somme des 16 HAP en équivalent B(a)P	1,3E-04	Station de fond urbain Marseille Longchamp 2024 (AtmoSud) – moyenne annuelle	-	-

14.2. Caractérisation des risques

Pour rappel, la caractérisation des risques sanitaires a été réalisée pour les scénarios suivants :

- **Scénario « futur résident »** : ce scénario concerne un nouvel habitant qui résidera 100 % du temps dans un des futurs logements du bâtiment le plus exposé du projet. Il s'agit du nouveau bâtiment le plus au Nord, construit à la place des bâtiments Alizé 2, au sud du projet de centre commercial. En situation initiale, cet habitant réside dans le bâtiment Alizé 2 qui sera démoli dans le cadre du projet.
- **Scénario « écolier »** : ce scénario concerne un enfant qui fréquente en journée l'école Les Olivades de la maternelle au CM2, et qui reste à son domicile dans le périmètre du projet le reste du temps. Son domicile correspond au logement le plus exposé du périmètre du projet. Il s'agit du bâtiment Alizé Est qui longe la rocade, non démoli en situation avec projet.

Le tableau suivant résume les risques cumulés (somme des risques calculés) pour chaque scénario d'exposition et chaque horizon étudié. Ils sont analysés dans les paragraphes qui suivent. Les détails des calculs des risques sanitaires sont présentés en Annexe 4.

Tableau 49 : synthèse des risques cumulés en exposition chronique et en exposition aigue

	Risque cumulé	Exposition Chronique		Exposition Aigue
Scénario d'exposition	**Situation étudiée**	**A seuil QD (sans unité)**	**Sans seuil ERI (sans unité)**	**A seuil QD (sans unité)**
Scénario "Futur résident"	Situation initiale	0,20	4,0E-06	0,22
	Situation de référence - 2032	0,21	4,7E-06	0,21
	Situation avec projet - 2032	0,20	4,0E-06	0,21
	Pollution de fond	*0,18*	*7,7E-07*	*0,19*
Scénario "Ecolier"	Situation initiale	0,23	2,4E-06	0,21
	Situation de référence - 2032	0,24	2,8E-06	0,20
	Situation avec projet - 2032	0,24	2,7E-06	0,20
	Pollution de fond	*0,18*	*2,0E-07*	*0,19*
	Valeur repère	**1**	**1,00E-05**	**1**

14.2.1. Exposition par inhalation pour des effets à seuil

14.2.1.1. Pour une exposition chronique

Pour chaque scénario étudié, le quotient de danger est inférieur à la valeur repère égale à 1 pour toutes les substances étudiées (arsenic, nickel, chrome, 1,3 butadiène, benzène et benzo(a)pyrène) et pour tous les horizons, avec et sans projet. En sommant les quotients de danger, le risque cumulé reste inférieur à la valeur repère.

Les risques cumulés calculés pour la pollution de fond représentent environ 80% des risques cumulés pour chaque scénario et chaque horizon.

De plus, les quotients de danger calculés en situation avec projet sont du même ordre de grandeur voire plus faibles que ceux calculés pour la situation de référence en 2032.

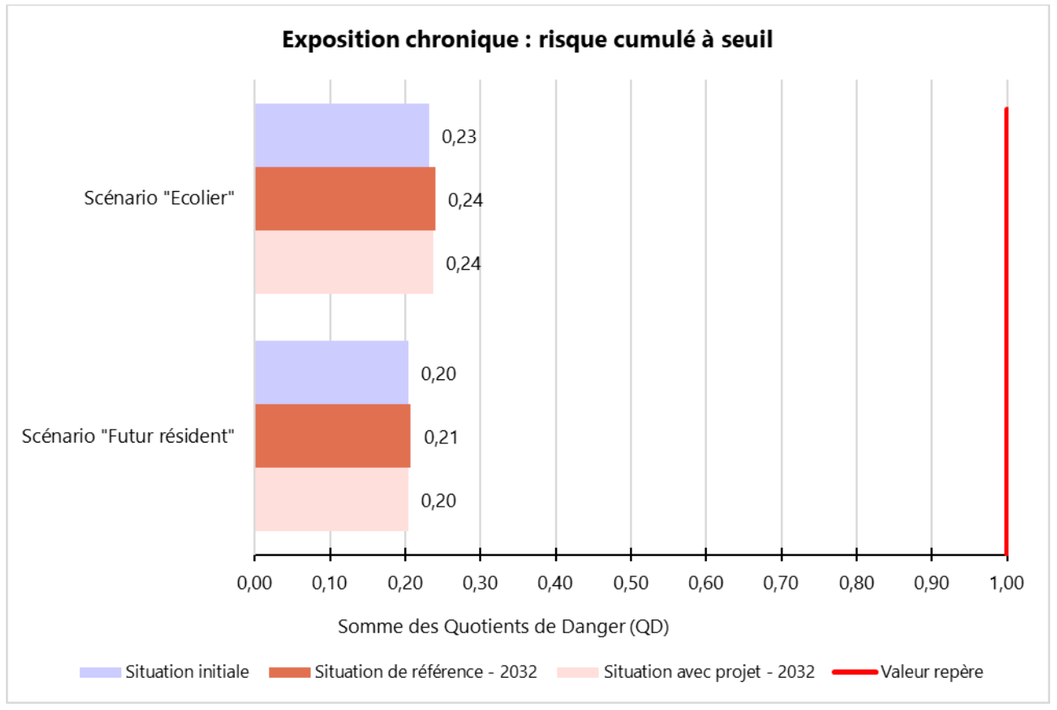


Figure 72 : risques cumulés pour une exposition chronique à seuil

A retenir : Exposition chronique par inhalation (effets à seuil)

Pour les scénarios étudiés (futurs résidents et écoliers) et pour tous les horizons étudiés, **la survenue d'effet à seuil pour une exposition chronique** par inhalation des substances étudiées **paraît peu probable**, même pour les populations sensibles.

De plus, le projet n'a pas d'impact sur les risques liés à une exposition chronique à seuil par inhalation.

Cependant, les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) et de particules fines excèdent systématiquement les lignes directrices de l'OMS pour une exposition chronique, bien que ces dépassements soient intégralement imputables aux concentrations de fond et non au projet lui-même.

14.2.1.2. Pour une exposition aigüe

En exposition aigue, seul le NO_2 possède une VTR parmi les substances retenues pour l'exposition aigue par le guide du Cerema (NO_2, PM10 et PM2,5).

Pour chaque scénario étudié, le quotient de danger est inférieur à la valeur repère égale à 1 pour tous les horizons, avec et sans projet.

De plus, les quotients de danger calculés en situation avec projet sont du même ordre de grandeur que ceux calculés pour la situation de référence en 2032.

A retenir : Exposition aiguë par inhalation

Pour les scénarios étudiés (futurs résidents et écoliers) et pour tous les horizons étudiés, **la survenue d'effet à seuil pour une exposition aigue** par inhalation au dioxyde d'azote **paraît peu probable**, même pour les populations sensibles.

De plus, le projet n'a pas d'impact sur les risques liés à une exposition aigue par inhalation.

Cependant, les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) et de particules fines excèdent systématiquement les lignes directrices de l'OMS pour une exposition aiguë, bien que ces dépassements soient intégralement imputables aux concentrations de fond et non au projet lui-même.

14.2.2. Exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil

Pour chaque scénario étudié, l'Excès de Risque Individuel (ERI) est inférieur à la valeur repère égale à 1.10^{-5} pour toutes les substances étudiées et pour tous les horizons, avec et sans projet. En sommant les Excès de Risque Individuel, le risque cumulé reste inférieur à la valeur repère.

De plus, les Excès de Risque Individuel calculés en situation avec projet sont plus faibles que ceux calculés pour la situation de référence en 2032.

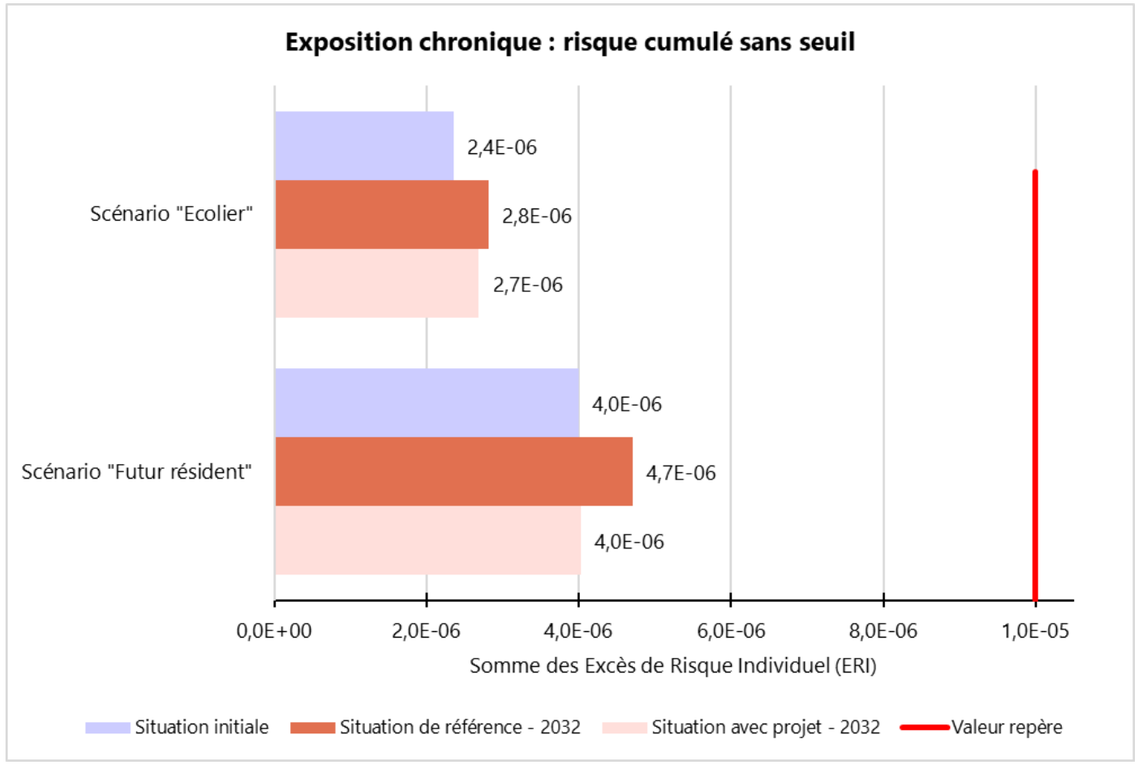


Figure 73 : risques cumulés pour une exposition chronique sans seuil

A retenir : Exposition chronique par inhalation (effets sans seuil)

Pour les scénarios étudiés (futurs résidents et écoliers) et pour tous les horizons étudiés, **les risques sont jugés « non préoccupants »** selon les critères d'acceptabilité concernant l'exposition chronique sans seuil par inhalation des substances étudiées.

De plus, **le projet entraîne une diminution des risques** liés à une exposition chronique sans seuil par inhalation pour les futurs habitants et pour les écoliers, par rapport à la situation de référence.

Cas particulier des PM2,5 : concernant les particules PM2,5, à ce jour, aucun consensus ni recommandations n'ont été établis concernant des niveaux de risque sanitaire acceptables liés à l'exposition chronique pour des effets sans seuil, contrairement aux autres substances chimiques considérées dans ce rapport pour lesquelles un risque est considéré « préoccupant » à partir de 10^{-5}. L'ERI des particules PM2,5 est de :

- 5,1E-02 pour la pollution de fond ;
- 5,2E-02 pour le scénario « futur résident » pour tous les horizons étudiés.

Les niveaux de risque sans seuil calculés pour les PM2,5 sont donc du même ordre de grandeur que celui calculé pour la pollution de fond, quel que soit l'horizon étudié.

14.3. Revue des incertitudes

L'évaluation des risques sanitaires constitue un outil d'aide à la décision permettant d'apprécier l'impact sanitaire d'une infrastructure routière sur les populations exposées.

Ces résultats sont entachés d'incertitudes conduisant à une sous-estimation ou à une surestimation des risques calculés, liées notamment aux connaissances scientifiques sur les polluants et les VTR, à l'évaluation des teneurs issues de la modélisation et au choix des hypothèses retenues.

L'analyse des incertitudes a pour objet d'apprécier leurs influences sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires.

14.3.1. Facteurs de sous-estimation des risques

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à sous-estimer les risques sont les suivantes :

- **Choix des traceurs de risque**

Dans cette étude, l'ERS a porté sur les polluants sélectionnés par le guide du Cerema (2019) basé sur la sélection des substances réalisée par l'InVS (2004) et l'ANSES (2014). Mais d'autres polluants sont émis par les infrastructures routières et leur non prise en compte constitue une sous-estimation potentielle des risques calculés.

- **Voies d'exposition**

Dans cette étude, **l'exposition par ingestion** n'a pas été prise en compte, ce qui constitue une sous-estimation potentielle des risques calculés. Néanmoins, cette voie d'exposition est considérée comme négligeable par rapport à la voie par inhalation dans le contexte du projet.

Dans cette étude, **l'exposition par voie cutanée** n'a pas été prise en compte, ce qui constitue une sous-estimation potentielle des risques calculés. Néanmoins, peu de VTR existent pour cette voie et l'extrapolation d'une VTR à partir d'une autre voie est entachée d'incertitude. De plus, l'absorption cutanée des gaz est négligeable devant l'absorption par voies respiratoires.

14.3.2. Facteurs de surestimation des risques

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à surestimer les risques sont les suivantes :

- **Spéciation du chrome**

En l'absence de données précises sur la part relative des formes organiques et inorganiques, les émissions de chrome ont été totalement affectées au chrome VI, forme la plus préoccupante en termes de risque sanitaire.

- **Choix des VTR**

Les VTR retenues dans le cadre de cette étude, en conformité avec les préconisations de l'INVS et de la note de la DGS du 31 octobre 2014, peuvent être considérées comme bénéficiant d'un degré de confiance élevé. Des facteurs de sécurité sont systématiquement appliqués (pour l'extrapolation inter espèces, pour les populations sensibles, la qualité des données sources, etc.) sur ces VTR établies par les grandes instances internationales de la santé. Leur application conduit donc généralement à une surestimation des risques.

- **Teneur de fond**

Les concentrations de fond sont supposées constantes, bien qu'elles devraient diminuer progressivement grâce à la mise en œuvre des politiques environnementales et au renouvellement du parc roulant. Toutefois, en l'absence de données ou d'estimations sur cette évolution, elles sont maintenues comme constantes dans les calculs. Cette hypothèse conduit à une surestimation des concentrations moyennes inhalées pour l'horizon futur 2032.

En outre, les concentrations de fond retenues proviennent des mesures réalisées par AtmoSud. Cela génère une incertitude, car ces valeurs ne reflètent pas nécessairement les conditions de l'ensemble de la zone étudiée.

14.3.3. Facteurs d'incertitude dont l'influence sur les résultats n'est pas connue

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et dont le sens d'influence n'est pas connu sont les suivantes :

- **Teneurs en polluant**

Nous avons considéré que les teneurs étaient identiques à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, ce qui n'est probablement pas le cas. L'influence de ces hypothèses sur les risques sanitaires est difficilement appréciable.

De plus, la modélisation a été réalisée à partir des émissions calculées sur la base des trafics moyens journaliers annuels de chaque axe. Ainsi, l'effet de saturation des axes aux heures de pointe n'est pas pris en compte dans les calculs.

- **Risque global**

Les substances interagissent les unes par rapports aux autres. Si la connaissance des effets sur la santé, liés à l'inhalation de chacune d'entre elles a beaucoup avancé, ce n'est pas encore le cas pour l'ensemble des substances qui créé un « effet cocktail ». Les méthodes disponibles pour quantifier les risques sanitaires liés à l'exposition simultanée de plusieurs polluants (additivité des risques) sont encore limitées et il reste difficile de savoir si les effets sanitaires sont antagonistes, synergiques ou additifs.

14.3.4. Synthèse des incertitudes

Il ressort de l'examen des incertitudes que les facteurs qui minorent le risque seraient peu nombreux et qu'ils induiraient probablement une sous-estimation non significative des risques sanitaires estimés. Il semble donc raisonnable de conclure que les hypothèses retenues amènent à une surestimation du risque.

Toutefois les résultats de cette ERS doivent être appréciés en l'état des connaissances disponibles aussi bien méthodologiques que descriptives. Les données et les méthodes de calculs utilisées ont été présentées et les choix ont été justifiés.

15. Conclusion de l'analyse des risques sanitaires

L'impact sanitaire a été réalisé pour les situations suivantes :

- Situation initiale 2023 ;
- Situation future à l'horizon 2032 :
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
  - Mise en service avec projet.

Indice Pollution Population

L'évaluation simplifiée de l'impact sanitaire via l'indice IPP a permis de comparer les scénarios avec projet et sans projet à l'horizon 2032, en intégrant à la fois les concentrations de dioxyde d'azote et la répartition de la population dans la bande d'étude. Le calcul de l'IPP a été réalisé pour chaque bâtiment de type résidentiel présent dans le périmètre du projet.

L'IPP cumulé varie légèrement au fil de l'eau par rapport à la situation initiale. En effet, en situation de référence en 2032, les améliorations technologiques du parc roulant entrainent la diminution des émissions et donc des concentrations maximales par rapport à la situation initiale. L'IPP diminue ainsi de -3,4 % en 2032.

Le projet entraine une baisse globale de l'IPP cumulé dans la bande d'étude de -33,9 % en 2032 : cette diminution est liée à la baisse de la population en situation de projet due à la démolition de plusieurs bâtiments résidentiels.

L'analyse des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée confirme cette tendance. Au fil de l'eau, il est observé une diminution des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée. En effet, en situation initiale, 209 personnes sont exposées à des concentrations de 16 µg/m³ ou plus. En 2032, toute la population sera exposée à des concentrations inférieures à 16 µg/m³. Ces variations sont dues à la diminution des concentrations en dioxyde d'azote suite aux améliorations technologiques du parc roulant.

En 2032, les habitants en situation avec projet sont exposés aux mêmes gammes de concentrations qu'en situation de référence, avec une baisse du nombre d'habitants exposés en raison de la démolition de bâtiments résidentiels.

A l'horizon 2032, aucun habitant n'est exposé à des valeurs supérieures à la valeur limite du dioxyde d'azote (20 µg/m³).

Les futurs résidents des nouveaux logements construits dans le cadre de ce projet seront exposés à des niveaux de concentrations inférieurs à ceux actuellement subis par les habitants des bâtiments destinés à être démolis. En conséquence, aucune surexposition à des concentrations plus élevées n'est envisagée pour ces futurs occupants.

Évaluation des Risques Sanitaires

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019 du Cerema sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, l'impact sanitaire du projet a été établi selon la démarche de l'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS).

L'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) réalisée dans le cadre de ce projet met en lumière les impacts potentiels sur la santé des populations exposées, en tenant compte des effets à seuil et sans seuil, ainsi que des expositions chroniques et aiguës par inhalation.

Pour l'évaluation des risques sanitaires, deux scénarios d'exposition ont été étudiés :

- **Scénario « futur résident »** : ce scénario concerne un nouvel habitant qui résidera 100 % du temps dans un des futurs logements du bâtiment le plus exposé du projet. Il s'agit du nouveau bâtiment le plus au Nord, construit à la place des bâtiments Alizé 2, au sud du projet de centre commercial. En situation initiale, cet habitant réside dans le bâtiment Alizé 2 qui sera démoli dans le cadre du projet.
- **Scénario « écolier »** : ce scénario concerne un enfant qui fréquente en journée l'école Les Olivades de la maternelle au CM2, et qui reste à son domicile dans le périmètre du projet le reste du temps. Son domicile correspond au logement le plus exposé du périmètre du projet. Il s'agit du bâtiment Alizé Est qui longe la rocade, non démoli en situation avec projet.

A. Pour les effets à seuil

Pour chaque scénario étudié, le quotient de danger est inférieur à la valeur repère égale à 1 pour toutes les substances étudiées et pour tous les horizons, avec et sans projet. En sommant les quotients de danger, le risque cumulé reste inférieur à la valeur repère.

Les risques cumulés calculés pour la pollution de fond représentent environ 80% des risques cumulés pour chaque scénario et chaque horizon.

De plus, les quotients de danger calculés en situation avec projet sont du même ordre de grandeur voire plus faibles que ceux calculés pour la situation de référence en 2032.

Pour les scénarios étudiés (futurs résidents et écoliers) et pour tous les horizons étudiés, la survenue d'effet à seuil pour une exposition chronique par inhalation des substances étudiées paraît peu probable, même pour les populations sensibles.

De plus, le projet n'a pas d'impact sur les risques liés à une exposition chronique à seuil par inhalation.

Cependant, les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) et de particules fines excèdent systématiquement les lignes directrices de l'OMS pour une exposition chronique ou aiguë, bien que ces dépassements soient intégralement imputables aux concentrations de fond et non au projet lui-même.

B. Pour les effets sans seuil

Pour chaque scénario étudié, l'Excès de Risque Individuel (ERI) est inférieur à la valeur repère égale à 1.10^{-5} pour toutes les substances étudiées et pour tous les horizons, avec et sans projet. En sommant les Excès de Risque Individuel, le risque cumulé reste inférieur à la valeur repère.

De plus, les Excès de Risque Individuel calculés en situation avec projet sont plus faibles que ceux calculés pour la situation de référence en 2032.

Pour les scénarios étudiés (futurs résidents et écoliers) et pour tous les horizons étudiés, les risques sont jugés « non préoccupants » selon les critères d'acceptabilité concernant l'exposition chronique sans seuil par inhalation des substances étudiées.

De plus, le projet entraîne une diminution des risques liés à une exposition chronique sans seuil par inhalation pour les futurs habitants et pour les écoliers, par rapport à la situation de référence où le projet ne serait pas réalisé.

C. Incertitudes

L'analyse des incertitudes souligne que les hypothèses méthodologiques adoptées tendent globalement à surestimer les risques sanitaires.

En conclusion, les risques liés au projet peuvent être globalement exclus pour la majorité des polluants étudiés car les dépassements observés sont liés au contexte environnemental existant et non au projet. Les résultats doivent être interprétés avec prudence, en tenant compte des limites méthodologiques et des incertitudes identifiées.

Partie 6. Mesures Eviter Réduire Compenser (ERC)

16. Mesures pour limiter l'impact du projet

16.1. Mesures envisagées pour réduire les impacts en phase chantier

Durant la phase chantier, la pollution émise par les matériels roulants, compresseurs et groupes électrogènes… ne peut être considérée comme négligeable en termes d'émissions de polluants et de consommation énergétique.

Cependant, il n'est pas possible de quantifier cet apport qui dépend des stratégies qui seront mises en œuvre par les entreprises au moment des travaux (nombre d'engins, circulations, etc.).

D'autres effets inhérents aux travaux, sont à attendre. Il s'agit des émissions de poussières pendant les terrassements, des nuisances olfactives causées par les centrales à bitumes et la réalisation des chaussées et du risque d'une dispersion accidentelle de produit chimique.

Les émissions de poussières peuvent être de deux types :

- Les poussières produites lors de la circulation des engins de terrassement et des mouvements de terre. Ces poussières issues des sols sont susceptibles de se déposer sur les végétaux et les bâtiments à proximité de l'infrastructure. En nombre important, elles peuvent être à l'origine d'une perturbation de la photosynthèse des végétaux et de salissures sur les bâtiments ;
- Les poussières issues des opérations d'épandage de liants hydrauliques. Lorsqu'un liant hydraulique est nécessaire, les opérations d'épandage peuvent générer des poussières corrosives. A haute dose, ces poussières induisent un risque sanitaire. Elles concourent par ailleurs au dépérissement des plantations proches de l'axe.

Les mesures à prendre pour limiter les impacts liés aux poussières sont les suivantes :

- Réduire la dispersion des poussières en arrosant de manière préventive en cas de conditions météorologiques défavorables ;
- Choisir opportunément le lieu d'implantation des équipements ou zones de stockage de matériaux en tenant compte des vents dominants et de la sensibilité du voisinage ;
- Interdire les opérations de traitement à la chaux ou aux liants hydrauliques les jours de grands vents ;
- Éviter les opérations de chargement et de déchargement des matériaux par vent fort ;
- Imposer le bâchage des camions, et mettre en place des dispositifs particuliers (bâches par exemple) au niveau des aires de stockage provisoire des matériaux susceptibles de générer des envols de poussières ;
- Interdire les brûlages de matériaux (emballages, plastiques, caoutchouc, etc.) conformément à la réglementation en vigueur.

Les rejets des centrales à bitume issus de la combustion du fuel se composent, pour l'essentiel, de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone, d'anhydride sulfureux, de composés organiques volatils et d'hydrocarbures. Elles font donc l'objet d'une procédure d'autorisation ou de déclaration.

Lors de la réalisation des chaussées, des composés organiques volatiles se dégagent des enrobés à chaud. Cela se traduit par une forte odeur qui persiste quelques heures.

Les nuisances engendrées par la centrale pourront être réduites en éloignant, autant que possible, cette dernière des habitations et en veillant au bon fonctionnement des différents équipements qui la composent.

Concernant le risque de dispersion accidentelle d'un produit chimique, ce dernier peut être limité en protégeant la zone de stockage, en surveillant les conditions de stockage (identification et intégrité des contenants) et en respectant les consignes de sécurité lors des transvasements.

16.2. Mesures envisageables pour réduire l'impact sur la qualité de l'air

La pollution atmosphérique liée à la circulation routière peut être limitée de deux manières :

- Réduction des émissions de polluants à la source,
- Intervention au niveau de la propagation des polluants.

16.2.1. Projet d'arrêté pour limiter les poids lourds sur la rocade

Les émissions polluantes dépendent de l'intensité des trafics, de la proportion des poids lourds, de la vitesse des véhicules et des émissions spécifiques aux véhicules. Ainsi, outre par une modification technique sur les véhicules (par ailleurs en évolution permanentes), on peut limiter les émissions en modifiant les conditions de circulation (limitation des vitesses, restrictions pour certains véhicules…).

Un **projet d'arrêté pour limiter les poids lourds sur la rocade** est en cours d'étude : les poids lourds de plus de 38 tonnes seront interdits de circulation sur la rocade entre 7 heures et 19 heures tous les jours de la semaine. Cet arrêté aura pour conséquence de reporter une partie du trafic de poids lourds sur les A7-A9, et ainsi de réduire les émissions de polluants sur la rocade.

16.2.1. Mesures applicables dans le cadre du projet des Olivades

Par ailleurs, plusieurs mesures peuvent être mises en place, dans les projets routiers, pour jouer un rôle dans la limitation de la pollution atmosphérique à proximité d'une voie. **Les remblais, la végétalisation des talus et les protections phoniques** limitent la dispersion des polluants en facilitant leur dilution et leur déviation. De plus, la diffusion de la **pollution particulaire peut quant à elle être piégée par ces écrans physiques (protection phonique) et végétaux (plantation**). Les protections phoniques, en plus de limiter l'impact sonore, entraînent ainsi une diminution des concentrations induites par la voie de l'ordre de 10 à 30 % à une distance de 70 à 100 m du mur ou du merlon, c'est à dire là où l'impact de la voie est significatif. La plantation

d'écran végétaux, peut également conduire à une diminution sensible des concentrations (10, voire 20 ou 40 % suivant les conditions de vent).

Enfin, en cas d'épisode de pic de pollution régional, des mesures réglementaires sont définies par l'arrêté du 7 avril 2016 et peuvent être déclenchées sur décision préfectorale.

Dans le cadre du projet des Olivades, il est proposé les mesures et recommandations suivantes pour limiter l'impact sur les futurs occupants (sur la base du guide de l'ADEME[19]) :

Conception des formes urbaines limitant les niveaux d'exposition :

- **Eloignement des nouveaux immeubles de la rocade**, séparés de celle-ci par une zone végétalisée (nouveau parc) et du nouveau centre commercial ;
- **Les bâtiments sont éloignés les uns des autres laissant la circulation de l'air et donc une meilleure dispersion**. Les immeubles et les aménagements extérieurs sont bien protégés de la pollution de l'air venant du trafic routier.
- Malgré la démolition de l'ancien centre commercial, **les cours de l'école restent protégées par le bâtiment en L de l'école** qui crée une barrière à la pollution venant de la rocade ;

Recommandations pour réduire l'exposition des populations vulnérables :

- **Aménagement de barrières végétales** le long de la rocade au niveau des nouveaux parcs pour protéger les futurs usagers : leur conception doit cependant éviter les aires de repos en leur sein, car si elles filtrent efficacement les polluants pour les zones situées en aval, elles concentrent aussi une pollution accrue à l'intérieur du filtre végétal. Il est donc nécessaire d'éloigner les aires de repos de ces barrières végétales ;
- Les rez-de-chaussée des immeubles situés le long de la rocade étant les plus exposés à la pollution routière, il est recommandé de **privilégier en priorité les locaux techniques, local à vélo, commerces et services en rez-de-chaussée**. C'est le cas avec la création du nouveau centre commercial en remplacement de l'immeuble résidentiel Alizé ;
- Il est recommandé de privilégier dans les nouvelles zones arborées des **essences d'arbres résistantes à la pollution atmosphérique**, faiblement émettrices de COV et faiblement allergènes.

Recommandations pour limiter le transfert de la pollution atmosphérique vers l'intérieur des bâtiments :

- **Les prises d'air neuf seront placées en toitures ou au niveau des façades côté cœur d'îlot** (façades les moins exposées).
- Il est recommandé de proposer dans les futurs logements **l'installation de systèmes de ventilation performant.** En cas de ventilation simple flux, les pièces de vie principales des logements (salon, chambre) seront à privilégier côté cœur d'îlot, dans la mesure du possible.

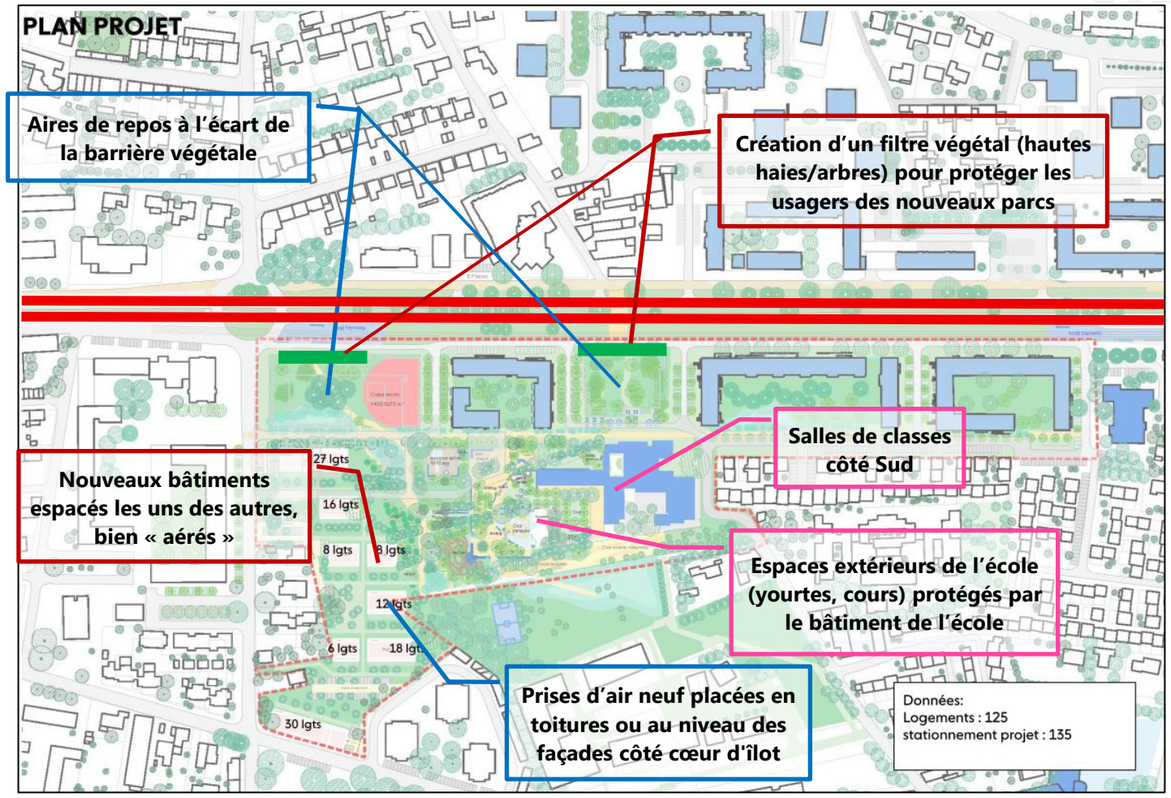


Figure 74 : mesures pour limiter l'impact sur les futurs usagers du projet

16.3. Mesures envisagées pour réduire l'impact sur la santé

Bien qu'il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables à la pollution atmosphérique générée par le trafic automobile, des actions peuvent toutefois être envisagées pour limiter cette pollution, et de ce fait, les risques pour la santé des personnes exposées.

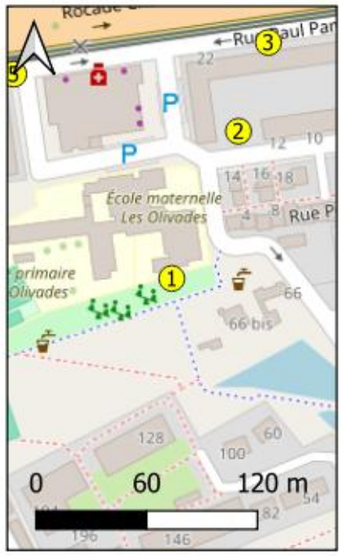
Les actions énoncées précédemment pour réduire les émissions polluantes à la source et limiter la dispersion de ces polluants participent également à la réduction des risques pour la santé des individus.

[19] « Intégrer la qualité de l'air dans les projets d'aménagement urbain – la méthode MODELAIRURBA », ADEME, janvier 2025

Partie 7. Annexes

Annexe 1 Fiches de mesures

Point	1
Type de site et influence	Urbain Fond
X Longitude (4326)	4.816336
Y Latitude (4326)	43.927838
Adresse	2 Rue Pertuis de Montfaucon 84000 Avignon Parcelle : 000 / HN / 0693
Polluants mesurés	NO2+PM10



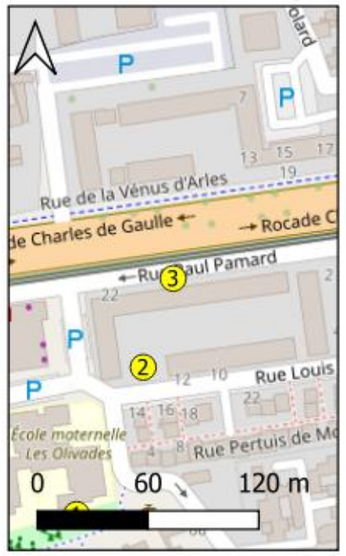


Point	2
Type de site et influence	Urbain Fond
X Longitude (4326)	4.816786
Y Latitude (4326)	43.928554
Adresse	12 Rue Louis Valayer 84000 Avignon Parcelle : 000 / HN / 0472
Polluants mesurés	NO2





Point	3
Type de site et influence	Urbain Trafic
X Longitude (4326)	4.816988
Y Latitude (4326)	43.928986
Adresse	24 Rue Paul Pamard 84000 Avignon Parcelle : 000 / HN / 0606
Polluants mesurés	NO2





Point	4
Type de site et influence	Urbain Trafic
X Longitude (4326)	4.813015
Y Latitude (4326)	43.927854
Adresse	15quater Avenue de la Cabrière 84000 Avignon Parcelle : 000 / HN / 0307
Polluants mesurés	NO2





Point	5
Type de site et influence	Urbain Trafic
X Longitude (4326)	4.815269
Y Latitude (4326)	43.928832
Adresse	14 Rue Paul Pamard 84000 Avignon Parcelle : 000 / HN / 0630
Polluants mesurés	NO2+PM10





Annexe 2 Méthodes de prélèvement et d'analyses

Composé	Type	Méthode de prélèvement	Temps de prélèvement	Analyse	LQ ou LD[20]	Laboratoire
NO_2	Gazeux	Tube passif PASSAM	2 semaines	SP01 photomètre, Salzmann	LD : 0,5 µg/m^3 (14 jours)	PASSAM ISO/IEC 17025
PM10		Capteur passif PASSAM norme allemande VDI 2119:2013	2 semaines	SP27 microscopie optique PM10 modèle PAMO22	-	

[20] LQ = limite de quantification LD = limite de détection

Annexe 3 Résultats d'analyse du laboratoire PASSAM

Figure 75 : Résultats bruts (avant correction) de l'analyse du dioxyde d'azote par le laboratoire PASSAM

Figure 76 : Résultats de l'analyse des particules PM10 par le laboratoire PASSAM

Annexe 4 Quantification des risques sanitaires

Scénario « futur résident » : ce scénario concerne un nouvel habitant qui résidera 100 % du temps dans un des futurs logements du bâtiment le plus exposé du projet. Il s'agit du nouveau bâtiment le plus au Nord, construit à la place des bâtiments Alizé 2, au sud du projet de centre commercial. En situation initiale, cet habitant réside dans le bâtiment Alizé 2 qui sera démoli dans le cadre du projet.

	Concentration de fond	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : Majorant	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	11,6	-	1,2	-	91,3	0,19	-
	PM10	15,6	-	1,0	-	118,2	-	2,6
	PM2,5	9,3	-	1,9	*5,1E-02*	37,8	-	2,5
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,6E-04	1,7E-02	-	1,7E-08	-	-	-
	nickel	1,4E-03	6,8E-03	-	1,0E-07	-	-	-
	chrome VI	0,0E+00	0,0E+00	-	0,0E+00	-	-	-
COV	butadiène	0,0E+00	0,0E+00	-	0,0E+00	-	-	-
	benzène	9,0E-01	9,3E-02	-	6,2E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,3E-04	6,3E-02	-	3,3E-08	-	-	-
	16HAP	1,3E-04	-	-	3,3E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,18**	**-**	**7,7E-07**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

	Situation initiale	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : Majorant	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	13,0	-	1,3	-	101,2	0,22	-
	PM10	15,9	-	1,1	-	118,5	-	2,6
	PM2,5	9,5	-	1,9	*5,2E-02*	38,1	-	2,5
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,7E-04	1,8E-02	-	1,7E-08	-	-	-
	nickel	1,5E-03	7,3E-03	-	1,1E-07	-	-	-
	chrome VI	3,7E-04	1,2E-02	-	3,2E-06	-	-	-
COV	butadiène	7,5E-03	3,8E-03	-	2,4E-09	-	-	-
	benzène	9,2E-01	9,5E-02	-	6,3E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,4E-04	6,8E-02	-	3,5E-08	-	-	-
	16HAP	1,4E-04	-	-	3,7E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,20**	**-**	**4,0E-06**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

	Situation de référence 2032	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : Majorant	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	12,7	-	1,3	-	97,7	0,21	-
	PM10	16,0	-	1,1	-	118,5	-	2,6
	PM2,5	9,5	-	1,9	*5,2E-02*	38,1	-	2,5
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,7E-04	1,8E-02	-	1,7E-08	-	-	-
	nickel	1,5E-03	7,4E-03	-	1,1E-07	-	-	-
	chrome VI	4,6E-04	1,5E-02	-	3,9E-06	-	-	-
COV	butadiène	8,1E-03	4,1E-03	-	2,6E-09	-	-	-
	benzène	9,2E-01	9,5E-02	-	6,3E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,4E-04	6,8E-02	-	3,5E-08	-	-	-
	16HAP	1,4E-04	-	-	3,7E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,21**	**-**	**4,7E-06**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

	Situation de projet 2032	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : Majorant	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	12,4	-	1,2	-	98,0	0,21	-
	PM10	15,9	-	1,1	-	118,5	-	2,6
	PM2,5	9,5	-	1,9	*5,2E-02*	38,0	-	2,5
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,7E-04	1,8E-02	-	1,7E-08	-	-	-
	nickel	1,5E-03	7,3E-03	-	1,1E-07	-	-	-
	chrome VI	3,8E-04	1,3E-02	-	3,2E-06	-	-	-
COV	butadiène	8,0E-03	4,0E-03	-	2,6E-09	-	-	-
	benzène	9,2E-01	9,5E-02	-	6,3E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,3E-04	6,7E-02	-	3,4E-08	-	-	-
	16HAP	1,4E-04	-	-	3,6E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,20**	**-**	**4,0E-06**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

Scénario « écolier » : ce scénario concerne un enfant qui fréquente en journée l'école Les Olivades de la maternelle au CM2, et qui reste à son domicile dans le périmètre du projet le reste du temps. Son domicile correspond au logement le plus exposé du périmètre du projet. Il s'agit du bâtiment Alizé Est qui longe la rocade, non démoli en situation avec projet.

	Concentration de fond	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : Fond_ecole	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	11,6	-	1,2	-	91,3	0,19	-
	PM10	15,6	-	1,0	-	118,2	-	2,6
	PM2,5	9,3	-	1,9	*1,4E-02*	37,8	-	2,5
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,6E-04	1,7E-02	-	4,4E-09	-	-	-
	nickel	1,4E-03	6,8E-03	-	2,7E-08	-	-	-
	chrome VI	0,0E+00	0,0E+00	-	0,0E+00	-	-	-
COV	butadiène	0,0E+00	0,0E+00	-	0,0E+00	-	-	-
	benzène	9,0E-01	9,3E-02	-	1,6E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,3E-04	6,3E-02	-	8,7E-09	-	-	-
	16HAP	1,3E-04	-	-	8,7E-09	-	-	-
	Risque cumulé		**0,18**	**-**	**2,0E-07**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

	Situation initiale	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : École	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	14,9	-	1,5	-	98,6	0,21	-
	PM10	16,4	-	1,1	-	118,4	-	2,6
	PM2,5	9,8	-	2,0	*1,4E-02*	38,5	-	2,6
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,8E-04	1,9E-02	-	4,9E-09	-	-	-
	nickel	1,6E-03	7,9E-03	-	3,1E-08	-	-	-
	chrome VI	9,3E-04	3,1E-02	-	2,1E-06	-	-	-
COV	butadiène	8,6E-03	4,3E-03	-	7,4E-10	-	-	-
	benzène	9,2E-01	9,5E-02	-	1,7E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,5E-04	7,4E-02	-	1,0E-08	-	-	-
	16HAP	1,7E-04	-	-	1,2E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,23**	**-**	**2,4E-06**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

	Situation de référence 2032	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : École	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	14,2	-	1,4	-	96,2	0,20	-
	PM10	16,5	-	1,1	-	118,4	-	2,6
	PM2,5	9,9	-	2,0	*1,4E-02*	38,5	-	2,6
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,9E-04	1,9E-02	-	5,0E-09	-	-	-
	nickel	1,6E-03	8,2E-03	-	3,2E-08	-	-	-
	chrome VI	1,1E-03	3,8E-02	-	2,6E-06	-	-	-
COV	butadiène	9,1E-03	4,5E-03	-	7,8E-10	-	-	-
	benzène	9,2E-01	9,5E-02	-	1,7E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,5E-04	7,4E-02	-	1,0E-08	-	-	-
	16HAP	1,7E-04	-	-	1,2E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,24**	**-**	**2,8E-06**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*

	Situation de projet 2032	Exposition Chronique				Exposition Aigue		
	Scénario : École	Cmi (µg/m³)	A seuil		Sans seuil	Cmi (µg/m³)	A seuil	
			QD (sans	Cmi/VG (sans	ERI (sans		QD (sans	Cmi/VG (sans
	dioxyde d'azote	14,1	-	1,4	-	96,2	0,20	-
	PM10	16,5	-	1,1	-	118,4	-	2,6
	PM2,5	9,8	-	2,0	*1,4E-02*	38,6	-	2,6
Métaux dans la fraction PM10	arsenic	2,9E-04	1,9E-02	-	4,9E-09	-	-	-
	nickel	1,6E-03	8,2E-03	-	3,2E-08	-	-	-
	chrome VI	1,1E-03	3,6E-02	-	2,5E-06	-	-	-
COV	butadiène	9,0E-03	4,5E-03	-	7,7E-10	-	-	-
	benzène	9,2E-01	9,5E-02	-	1,7E-07	-	-	-
HAP dans la fraction PM10	benzo(a)pyrène	1,5E-04	7,4E-02	-	1,0E-08	-	-	-
	16HAP	1,7E-04	-	-	1,2E-08	-	-	-
	Risque cumulé		**0,24**	**-**	**2,7E-06**	**-**	**-**	**-**
	Valeur repère		*1,0*	*1,0*	*1,0E-05*		*1,0*	*1,0*