

PROJET D'AMENAGEMENT « LA TRELETTE »

CARQUEIRANNE [Var/83]



VOLET AIR & SANTE

ÉTAT ACTUEL & ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 241 501 009
V1c

17 décembre 2024

TechniSim
Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteur	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_Citadia_Cogedim_Carqueiranne_LaTrelette_Air_Santé_N1.docx	1	12/07/24	État actuel Analyse des impacts	Création	MB	CC	RG
Rapport_étude_Citadia_Cogedim_Carqueiranne_LaTrelette_Air_Santé_N1a.docx	1a	22/07/2024	État actuel Analyse des impacts	Ajout remarques : éléments de programmation p14	MB	CC	RG
Rapport_étude_Citadia_Cogedim_Carqueiranne_LaTrelette_Air_Santé_N1b.docx	1b	10/12/2024	État actuel Analyse des impacts	Intégration remarques	CC	CC	RG
Rapport_étude_Citadia_Cogedim_Carqueiranne_LaTrelette_Air_Santé_N1c.docx	1c	17/12/2024	État actuel Analyse des impacts	Intégration remarques	CC	CC	RG



Projet d'aménagement « La Trelette »

Carqueiranne [Var/83]

Volet Air & Santé

État actuel & Analyse des impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Ligne fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Préambule 11

1. Contexte général 12

2. Contexte législatif..... 13

3. Présentation du projet..... 14

4. Présentation du volet Air et santé 15

 4.1. Définition des paramètres de l’étude 15

 4.2. Définition du niveau de l’étude..... 16

 4.3. Contenu de l’étude complète 17

État Actuel..... 18

5. Contenu de l’état actuel..... 19

6. Contentieux européen 20

7. Documents de Planification – plans et programmes en lien avec la qualité de l’air – Compatibilité du projet 22

8. Identification des principales sources d’émissions atmosphériques 34

 8.1. Inventaire des émissions de la commune de Carqueiranne en 2021 34

 8.2. Réseaux de transport 35

 8.3. Secteur agricole 36

 8.4. Registre des émissions polluantes (secteur industriel)..... 36

 8.5. Secteur résidentiel et tertiaire 37

 8.6. Synthèse..... 38

9. Qualité de l’air..... 39

 9.1. Abaissement des seuils OMS de référence en 2021 39

 9.2. Procédure de révision de la directive européenne sur l’air ambiant et un air pur pour l’Europe 40

 9.3. Bilan de la qualité de l’air en Sud PACA en 2021 41

 9.4. Zones sensibles pour la qualité de l’air..... 43

 9.5. Zones couvertes par un PPA 44

 9.6. Procédures d’information-recommandation et d’alerte..... 44

 9.6.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral.....44

 9.6.2. Historique des dépassements 47

 9.7. Données AtmoSud 48

 9.7.1. Mesures réalisées par AtmoSud 48

 9.7.2. Indice ATMO.....49

 9.7.3. Modélisations AtmoSud aux abords du projet 50

 9.8. Exposition de la population 53

 9.8.1. Impact de l’abaissement des seuils OMS sur l’exposition de la population en Sud PACA 53

 9.8.2. Exposition de la population de la région Sud PACA et du département du Var en 2021 54

 9.8.3. Commune de Carqueiranne..... 56

9.9. Synthèse 57

10. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé..... 58

 10.1. Impacts sanitaires des principaux polluants atmosphériques 58

 10.2. Morbidité et coûts associés..... 61

 10.3. Mortalité..... 62

11. Analyse de la zone d’étude..... 66

 11.1. Recensement des projets pouvant induire des effets cumulés 66

 11.2. Données météorologiques et topographiques 66

 11.3. Occupation des sols 67

 11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion 68

 11.5. Analyse de la population de la zone d’étude – Données INSEE 68

 11.6. Identification des établissements vulnérables 69

 11.7. Synthèse 70

12. Mesure in situ 71

 12.1. Déroulement de la campagne de mesure 71

 12.2. Conditions météorologiques lors de la campagne 73

 12.3. Résultats des mesures 73

 12.3.1. Particules PM10 et PM2,5 73

 12.3.2. Dioxyde d’azote 78

 12.4. Synthèse des résultats 79

Conclusion État Actuel 81

13. Perspective d’évolution de l’état actuel 82

14. Conclusion de l’état actuel 82

Analyse des Impacts 87

15. Contenu de l’analyse des impacts 88

16. Impacts du projet sur la qualité de l’air en phase chantier 89

 16.1. Émissions polluantes liées aux activités de chantier..... 89

 16.1.1. Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers 89

 16.1.2. Approche quantitative des émissions du chantier du projet 90

 16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier 90

 16.2.1. Mesures de réduction des gaz d’échappement des engins 90

 16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières 90

 16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP 91

 16.2.4. Charte Chantiers Verts..... 91

 16.3. Synthèse 91

17. Impact du projet sur la qualité de l’air en phase exploitation 92

 17.1. Émissions provenant des bâtiments créés 92

17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques du secteur résidentiel-tertiaire.....	92	22.3. Recommandations.....	152
17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments	95	23. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts	153
17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air	96	23.1. Mesures d'Évitement.....	153
17.2. Impact du trafic lié à l'exploitation du projet.....	96	23.2. Mesures de Réduction	153
17.2.1. Méthodologie.....	96	23.3. Aménagements du territoire.....	154
17.2.2. Flux de trafic – Indice VK.....	98	23.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains	155
17.2.3. Consommations énergétiques sur le réseau d'étude	99	Conclusion - Analyse des Impacts	156
17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude.....	99	24. Conclusion de l'analyse des impacts	157
17.2.5. Synthèse de l'impact du trafic routier lié au projet sur les émissions de polluants atmosphériques	104	Annexes	160
17.3. Exposition des populations à la pollution atmosphérique	104	Annexe n°1 : Glossaire	161
17.3.1. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique.....	104	Annexe n°2 : Fiches descriptives – mesures <i>in situ</i>	163
17.3.2. Résultats des simulations.....	106	Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesures <i>in situ</i> et normales.....	167
17.3.3. Synthèse	120	Annexe n°4 : Historique des données sanitaires	171
18. Impacts du projet sur la santé - Évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS]	121	Annexe n°5 : Présentation des principaux polluants automobiles	173
18.1. Hypothèses de travail retenues	121	Annexe n°6 : Métrologie des polluants	176
18.2. Contenu et démarche de l'EQRS	122	Annexe n°7 : Réglementation des polluants atmosphériques	179
18.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil - Quotients de danger.....	128	Annexe n°8 : Lignes directrices de l'OMS	181
18.3.1. Substances avec VTR	128	Annexe n°9 : Données Trafic Considérées dans l'étude.....	182
18.3.2. Cas particulier des substances sans VTR – Exposition chronique – Comparaison aux seuils OMS annuels	132	Contact.....	184
18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)	133		
18.5. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus : comparaison avec les recommandations de l'OMS	135		
18.6. Incertitudes relatives à l'EQRS	137		
18.7. Synthèse de l'EQRS – Impact du projet sur la santé	138		
19. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les Bâtiments.....	139		
19.1. Effets sur les sols	139		
19.2. Effets sur la végétation	139		
19.3. Effets sur la Faune	141		
19.4. Effets sur les bâtiments	141		
20. Impacts des émissions des gaz à effet de serre.....	143		
20.1. Généralités	143		
20.2. Émissions de GES du réseau d'étude (secteur routier)	147		
21. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique.....	149		
21.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques	149		
21.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre	150		
22. Qualité de l'air intérieur.....	151		
22.1. Présentation	151		
22.2. Polluants.....	151		

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Emplacement du projet.....14

Figure 2 : Plan masse (Source : donnée client) 14

Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé.....16

Figure 4 : Cartographie de la population au sein de la zone d'étude – Densité de population par maille de 200 m de coté.....16

Figure 5 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air – février 2024 20

Figure 6 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : AtmoSud) 22

Figure 7 : Émissions de polluants atmosphériques de la commune de Carqueiranne en 2021 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v10.2) 34

Figure 8 : Réseaux de transport aux alentours du projet.....35

Figure 9 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire (source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes ; ATMO Auvergne-Rhône-Alpes 2015).....35

Figure 10 : Comparaison du tonnage transporté par bateau et par camion 36

Figure 11 : Parcelles agricoles (source : Registre Parcellaire Graphique 2022) 36

Figure 12 : Environnement du site d'étude par typologie de bâtiments 37

Figure 13 : énergies consommées par secteur pour la commune de Carqueiranne en 2021 37

Figure 14 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO₂, l'O₃, le SO₂ et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021 39

Figure 15 : Recommandation de l'OMS pour le NO₂, le SO₂ et le CO n'ayant pas été réévaluée et restant valides 39

Figure 16 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) (Source : AtmoSud) 41

Figure 17 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA.....44

Figure 18 : Territoire couvert par le PPA du Var - Objectifs 2025 44

Figure 19 : Dispositif de gestion des épisodes de pollution de l'air 45

Figure 20 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département du Var (source : historique AtmoSud) 48

Figure 21 : Localisation des stations de mesure AtmoSud par rapport au projet.....48

Figure 22 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021 49

Figure 23 : Historique des indices ATMO de l'année 2023 pour la commune de Carqueiranne 50

Figure 24 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2022 (source : AtmoSud).....51

Figure 25 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2022 (source : AtmoSud).....51

Figure 26 : Cartographie de la modélisation des concentrations en moyenne journalière au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil journalier (50 µg/m³) pour les PM10, 2022 (source : AtmoSud) 51

Figure 27 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2022 (source : AtmoSud).....51

Figure 28 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes des maximums journaliers des moyennes sur 8h, sur les 6 mois consécutifs avec les moyennes les plus élevées pour l'ozone O₃ en 2022 (source : AtmoSud).....52

Figure 29 : Cartographie de la modélisation de la concentration en moyenne sur 8 h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé (120 µg/m³) pour l'ozone O₃, 2022 (source : AtmoSud).....52

Figure 30 : Cartographie de la modélisation de l'Indice Cumulé Air Annuel ICAIR365, 2022 (source : AtmoSud).....52

Figure 31 : Comparaison de la population exposée en Sud PACA à des dépassements des recommandations OMS selon la référence de 2005 et de 2021 (Source : AtmoSud).....53

Figure 32 : Proportion de la population par département exposée au NO₂ en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud).....53

Figure 33 : Proportion de la population par département exposée au PM10 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud) 53

Figure 34 : Proportion de la population par département exposée au PM2,5 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud) 54

Figure 35 : Carte de l'indice cumulé Air (ICAIR365) en 2022 pour le Var (Source : AtmoSud) 54

Figure 36 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur limite (VL) annuelle et de la ligne directrice (LD) de l'OMS (Réf.2021) pour le NO₂ et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud) 55

Figure 37 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) annuelle de l'OMS (réf.2021) pour les PM10 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud) 55

Figure 38 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) OMS (réf.2021) pour les PM2,5 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud)..... 56

Figure 39 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur cible (VC) pour l'ozone en Sud PACA (source : AtmoSud)..... 56

Figure 40 : Pénétration des particules dans l'organisme 59

Figure 41 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 62

Figure 42 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 63

Figure 43 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 63

Figure 44 : Rose des vents (source : meteoblue)..... 66

Figure 45 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com) 66

Figure 46 : Topographie autour du projet 67

Figure 47 : Occupation du sol 2019 sur la zone d'étude (source : DataSud – Région PACA) 67

Figure 48 : Population en 2019 dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (source : données carroyées INSEE publiées en 2023)..... 68

Figure 49 : Localisation des lieux vulnérables à proximité du projet 70

Figure 50 : Réceptacle, tube passif pour le NO₂ et micro-capteur laser pour les particules 71

Figure 51 : Emplacement de l'ensemble des points de mesure au sein de la ville de Carqueiranne 72

Figure 52 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 au point n°1 lors de la campagne de mesures (fréquence de mesures : toutes les 5 minutes)..... 73

Figure 53 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 lors de la campagne de mesures (fréquence de mesures : toutes les 5 minutes)..... 74

Figure 54 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°1 lors de la campagne de mesure 75

Figure 55 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°7 lors de la campagne de mesure 76

Figure 56 : Comparaison des mesures *in situ* et des données AtmoSud pour les particules 77

Figure 57 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote lors de la campagne de mesure..... 78

Figure 58 : Résultats des mesures in situ (concentrations moyennes sur la période de mesures, 15 mai au 13 juin 2024) 80

Figure 59 : Synthèse des enjeux..... 86

Figure 60 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – TSP 92

Figure 61 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM10..... 92

Figure 62 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM _{2,5}	93
Figure 63 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM _{1,0}	93
Figure 64 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Carbone suie	93
Figure 65 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – NO _x	94
Figure 66 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – COVNM	94
Figure 67 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – SO ₂	94
Figure 68 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – CO.....	94
Figure 69 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux.....	95
Figure 70 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux	95
Figure 71 : Réseau d'étude	96
Figure 72 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation (en haut) et selon les réglementations EURO (en bas), en nombre – Parcs version 2023 révision d'octobre scénario AME (Source : UGE IFSTTAR).....	97
Figure 73 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	98
Figure 74 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	99
Figure 75 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l'étude) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2024.....	100
Figure 76 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO ₂) et de dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	100
Figure 77 : Émissions de particules sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	100
Figure 78 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	101
Figure 79 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	101
Figure 80 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	101
Figure 81 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	101
Figure 82 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	102
Figure 83 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	102
Figure 84 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	102
Figure 85 : Évolution pour les principaux polluants des émissions calculées sur la zone d'étude à l'horizon 2028 (situation Fil de l'eau et Projet) et à l'horizon 2048 (situation Fil de l'eau et Projet) comparativement à la situation actuelle en 2024	102
Figure 86 : Différence des émissions de NO ₂ sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2028..	103
Figure 87 : Différence des émissions de NO ₂ sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2048..	103
Figure 88 : Différence des émissions de PM ₁₀ sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2028	103
Figure 89 : Différence des émissions de PM ₁₀ sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2048	103
Figure 90: Modélisation gaussienne d'un panache.....	105
Figure 91 : Rose des vents utilisée pour les simulations	105
Figure 92 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations.....	105
Figure 93 : Terrain numérique 3D utilisé dans les modélisations	105
Figure 94 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (routier et fond) – Situation N°1 – Actuel 2024	111
Figure 95 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (routier et fond) – Situation N°2 – Fil de l'eau 2028	111
Figure 96 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (routier et fond) – Situation N°3 – 2028 – Projet	112

Figure 97 : Différences de concentrations en NO ₂ (routier et fond) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2).....	112
Figure 98 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (routier et fond) – Situation N°4 – Fil de l'eau 2048.....	112
Figure 99 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (routier et fond) – Situation N°5 – 2048 – Projet	112
Figure 100 : Différences de concentrations en NO ₂ (routier et fond) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2048 (Situation 5-Situation 4).....	113
Figure 101 : Variation de la concentration en NO ₂ entre les situations Projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048 au niveau des lieux vulnérables existant et en projet	113
Figure 102 : Concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ (routier et fond) – Situation N°1 – Actuel 2024.....	114
Figure 103 : Concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ (routier et fond) – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau	114
Figure 104 : Concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ (routier et fond) – Situation N°3 – 2028 – Projet	115
Figure 105 : Différences de concentrations en PM ₁₀ entre les situations Projet et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2).....	115
Figure 106 : Concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ (routier et fond) – Situation N°4 – 2048 – Fil de l'eau	115
Figure 107 : Concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ (routier et fond) – Situation N°5 – 2048 – Projet	115
Figure 108 : Différences de concentrations en PM ₁₀ entre les situations Projet et Fil de l'eau 2048 (Situation 5-Situation 4).....	116
Figure 109 : Variation de la concentration en PM ₁₀ entre les situations Projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048 au niveau des lieux vulnérables	116
Figure 110 : Concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} (routier et fond) – Situation N°1 – Actuel 2024.....	117
Figure 111 : Concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} (routier et fond) – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau	117
Figure 112 : Concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} (routier et fond) – Situation N°3 – 2028 – Projet ...	118
Figure 113 : Différences de concentrations en PM _{2,5} entre les situations Projet et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2).....	118
Figure 114 : Concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} (routier et fond) – Situation N°4 – 2048 – Fil de l'eau	118
Figure 115 : Concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} (routier et fond) – Situation N°5 – 2048 – Projet ...	118
Figure 116 : Différences de concentrations en PM _{2,5} entre les situations Projet et Fil de l'eau 2048 (Situation 5 - Situation 4).....	119
Figure 117 : Variation de la concentration en PM _{2,5} entre les situations Projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048 au niveau des lieux vulnérables	119
Figure 118 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS.....	121
Figure 119 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	123
Figure 120 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche hors projet	129
Figure 121 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – École maternelle.....	129
Figure 122 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – École élémentaire.....	130
Figure 123 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Résident (enfant ou adulte) - Voie inhalation	131
Figure 124 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario « Personne âgée » sans la résidence autonomie sénior - Voie inhalation	131
Figure 125 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Résident » hors projet.....	134
Figure 126 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Résident » sur l'emprise du projet.....	134
Figure 127 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Enfant » – Crèche de la zone d'étude et écoles maternelle et élémentaire de la zone d'étude.....	135
Figure 128 : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre par secteur d'activité en Sud PACA pour l'année 2022 (source : ORECA)	143

Figure 129 : Émissions de GES par département en Sud PACA en 2021 (source : Données AtmoSud, inventaire Cigale v10.2).....143

Figure 130 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ des industries (Source : Citepa, juin 2024 - Format SECTEN) 144

Figure 131 : Mix énergétique et émissions de GES (total 3GES eq.CO₂) du secteur des industries en Sud PACA en 2021 (inventaire AtmoSud CIGALE v10.1).....145

Figure 132 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du résidentiel/tertiaire (Source : Citepa, juin 2024 - Format SECTEN).....145

Figure 133 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur résidentiel et du secteur tertiaire en Sud PACA en 2021 (inventaire AtmoSud CIGALE v10.1) 145

Figure 134 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du transport routier (Source : Citepa, juin 2024 - Format SECTEN).....146

Figure 135 : Émissions de GES par type de transports en France (source : D'après les données DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2023 ; Ministère de la Transition Énergétique).....146

Figure 136 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur du transport routier en Sud PACA en 2021 (inventaire AtmoSud CIGALE v10.1) 146

Figure 137 : Répartition des GES par secteur à Carqueiranne en 2021 (Source : inventaire AtmoSud CIGALE v10.1) 147

Figure 138 : Énergies consommées à Carqueiranne en 2021 147

Figure 139 : Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent CO₂/jour) sur le réseau d'étude.....147

Figure 140 : Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude 148

Figure 141 : Coût annuel de la pollution atmosphérique du réseau d'étude 149

Figure 142 : Coût annuel des émissions de GES du réseau d'étude 150

Figure 143 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe).....151

Figure 144 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration 152

Figure 145 : Évolution des températures lors de la campagne.....167

Figure 146 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la campagne.....168

Figure 147 : Évolution de la vitesse moyenne horaire du vent et des rafales maximum horaires pendant la campagne de mesure 169

Figure 148 : Origine des vents lors de la période de mesure 169

Figure 149 : Rose des vents annuelle à Carqueiranne (Source : meteoblue) 169

Figure 150 : Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort 170

Figure 151 : Précipitations pendant la campagne de mesure.....170

Figure 152 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM_{2,5}) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis].....171

Figure 153 : Évolution des émissions de NO_x dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten).....173

Figure 154 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA) 174

Figure 155 : Évolution des émissions de TSP dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten) 174

Figure 156 : Évolution des émissions de PM₁₀ dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten) 174

Figure 157 : Évolution des émissions de PM_{2,5} dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten) 175

Figure 158 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam).....176

Figure 159 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu.....178

Figure 160 : Brins considérés.....182

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Programmation du projet.....	14
Tableau 2 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic	15
Tableau 3 : Niveau d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti pour les études d'infrastructures routières	16
Tableau 4 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I.....	17
Tableau 5 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet	23
Tableau 6 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition amendée de révision des valeurs limites applicables en 2030 (valeur cible pour l'ozone) par la commission européenne pour la protection de la santé humaine.....	40
Tableau 7 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte	46
Tableau 8 : Mesures d'urgence du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution de l'arrêté préfectoral du Var	47
Tableau 9 : Caractéristiques des stations de mesure AtmoSud	48
Tableau 10 : Concentrations en ozone O ₃ relevées par AtmoSud	48
Tableau 11 : Concentrations en PM _{2,5} relevées par AtmoSud	49
Tableau 12 : Résultats numériques des modélisations AtmoSud au sein de l'emprise projet en 2022).....	50
Tableau 13 : Nombre et proportion d'habitants exposés à des niveaux de polluants supérieurs aux recommandations OMS à Carqueiranne en 2020, 2021 et 2022 (source : SIRSéPACA, ORS).....	57
Tableau 14 : Estimation du nombre de décès prématurés et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (source : EEA Air quality in Europe 2023)	62
Tableau 15 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM _{2,5} et au NO ₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)	64
Tableau 16 : Impact des PM ₁₀ et du NO ₂ à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)	65
Tableau 17 : Impact de la diminution des concentrations de PM _{2,5} et de NO ₂ sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)	65
Tableau 18 : Normales climatologiques aux stations Météo-France « Hyères – Le Palyvestre » et « Six-Fours Les Plages ».....	66
Tableau 19 : Types d'occupation du sol présents sur la zone d'étude en 2019 (source : DataSud - Région PACA) ..	67
Tableau 20 : Caractéristiques des ménages habitant dans la zone d'étude et des carreaux d'appartenance du projet en 2019 (données carroyées INSEE publiées en 2023)	68
Tableau 21 : Population par tranches d'âges sur les carreaux d'appartenance de la zone d'étude en 2019 (données carroyées INSEE publiées en 2023)	68
Tableau 22 : Liste des établissements vulnérables	69
Tableau 23 : Typologie des points de mesure	71
Tableau 24 : Comparaison des condition météorologiques en normales et celles mesurées sur la période de mesures	73
Tableau 25 : Résultats des mesures des particules PM ₁₀ et PM _{2,5} pour le point n°1 lors de la campagne de mesure	74
Tableau 26 : Résultats des mesures des particules PM ₁₀ et PM _{2,5} pour le point n°7 lors de la campagne de mesure	75
Tableau 27 : Résultats des mesures en particules des stations AtmoSud de typologie « fond urbain » du 15 mai au 13 juin 2024 en moyennes journalières et en moyenne sur la période.....	77
Tableau 28 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m ³]	78
Tableau 29: Synthèse de l'état actuel	83
Tableau 30 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019	88

Tableau 31: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction	89
Tableau 32 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	98
Tableau 33 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	99
Tableau 34 : Émissions de polluants sur le réseau d'étude pour les scénarios traités.....	99
Tableau 35 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant	100
Tableau 36 : Concentrations de fond urbain utilisées dans les modélisations.....	106
Tableau 37 : Concentrations maximales en polluants relevées sur la zone d'étude.....	107
Tableau 38 : Concentrations en polluants relevées au niveau du lieu d'accueil de la petite enfance	107
Tableau 39 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles maternelles	108
Tableau 40 : Concentrations maximale en polluants relevées au niveau des écoles élémentaires.....	108
Tableau 41 : Concentrations en polluants relevées au niveau de la résidence personnes âgées.....	109
Tableau 42 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l'emprise projet	109
Tableau 43 : Concentrations en polluants relevées au niveau des locaux d'activités en projet	110
Tableau 44 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle	111
Tableau 45 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire	111
Tableau 46 : Tableau 57 : Résultats des modélisations pour les particules PM ₁₀ (routier et fond) – moyenne annuelle	114
Tableau 47 : Résultats des modélisations pour les particules PM ₁₀ (routier, ferroviaire et fond) – moyenne journalière.....	114
Tableau 48 : Résultats des modélisations pour les particules PM _{2,5} – moyenne annuelle.....	117
Tableau 49 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française	120
Tableau 50 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation	124
Tableau 51 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation	125
Tableau 52 : Scénario d'exposition « Enfant en bas âge » et paramètres considérés	126
Tableau 53 : Scénario d'exposition « Écolier » et paramètres considérés	127
Tableau 54 : Scénario d'exposition « Enfant » et paramètres considérés.....	127
Tableau 55 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés	127
Tableau 56 : Scénario d'exposition « Personnes âgées » et paramètres considérés	127
Tableau 57 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - Crèche hors projet et Résident hors projet	128
Tableau 58 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - Crèches hors projet et Résident sur l'emprise projet.....	128
Tableau 59 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École maternelle et résident hors projet	129
Tableau 60 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École maternelle et résident sur l'emprise projet.....	129
Tableau 61 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École élémentaire et résident hors projet	130
Tableau 62 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École élémentaire et résident sur l'emprise projet.....	130
Tableau 63 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Résident » (enfant ou adulte) résident hors projet	130
Tableau 64 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Résident » (enfant ou adulte) résident sur l'emprise projet.....	131
Tableau 65 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Personne âgée » dans la résidence autonomie sénior.....	131
Tableau 66 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO ₂ , PM ₁₀ et PM _{2,5}) comparées aux seuils OMS – scénario « Enfant en bas âge » - Crèche de la zone d'étude.....	132

Tableau 67 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO ₂ , PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Écolier » - École maternelle.....	132
Tableau 68 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO ₂ , PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Écolier » - École élémentaire.....	132
Tableau 69 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO ₂ , PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Résident » (enfant ou adulte)	133
Tableau 70 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO ₂ , PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Personne âgée ».....	133
Tableau 71 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Résident » hors projet	133
Tableau 72 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Résident » sur l'emprise du projet	134
Tableau 73 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » – Crèche de la zone d'étude et Écoles maternelles et élémentaires – Résidant hors projet.....	134
Tableau 74 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » – Crèche de la zone d'étude et Écoles maternelle et élémentaire de la zone d'étude – Résidant sur l'emprise du projet	135
Tableau 75 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – Dioxyde d'azote – Moyenne journalière	136
Tableau 76 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – Dioxyde d'azote – Moyenne horaire	136
Tableau 77 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – Particules PM10 – Moyenne journalière.....	136
Tableau 78 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – Particules PM2,5 – Moyenne journalière.....	136
Tableau 79 : Incertitudes potentielles liées à la réalisation d'une EQRS [Hubert, 2003]	137
Tableau 80 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle	140
Tableau 81 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle	140
Tableau 82 : Quantité de GES produits par le trafic routier du réseau d'étude	147
Tableau 83 : Classes de densité.....	149
Tableau 84 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en € ₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)	149
Tableau 85 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier du réseau d'étude	149
Tableau 86 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude.....	150
Tableau 87 : Synthèse de l'analyse des impacts	158
Tableau 88 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journalières.....	168
Tableau 89 : Échelle de Beaufort.....	170
Tableau 90 : Critères nationaux de la qualité de l'air.....	179
Tableau 91 : Données trafics considérées pour chaque situation	183

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Cette étude Air & Santé s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « La Trelette » à Carqueiranne [Var/83].

La première partie de l'étude constitue l'état actuel de la qualité de l'air sur la zone d'étude.

La seconde partie consiste en l'analyse des impacts du projet sur l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la **Note technique NOR : TRET1833075N** du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement (construction de logements, de locaux d'activités et d'un parc central) et non d'infrastructures routières. En pratique, la méthodologie de la note précitée est adaptable afin de répondre à une problématique d'aménagement, dans la mesure où l'activité induite par le projet va modifier les flux de trafic de la zone.

En outre, cette approche satisfait les services de l'État sur cette thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du domaine de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

L'OMS donne dès 1946 une définition étendue de la santé : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».

Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé »¹ a pour but d'impulser une stratégie de décroisement qui se traduirait par l'adoption de choix d'aménagement favorables à la santé et minimisant les risques.

De nombreux facteurs liés à notre environnement physique, social et économique, influencent notre santé. Ils sont connus sous le terme de « déterminants de la santé ».

Il peut s'agir de facteurs individuels (âge, sexe, patrimoine génétique, comportement, ...), socio-économiques (accès au logement, à l'emploi, à la culture, à l'éducation, ...), environnementaux (qualité de l'air, de l'eau, de l'environnement sonore, ...), ou bien encore concernant les politiques urbaines (de transport, de l'habitat, ...).

La pollution atmosphérique a pour conséquence de modifier le bien-être de la société² et induit des coûts liés à ces nuisances.

Il s'avère que les effets de la pollution sont, soit directs, soit indirects :

- Effets indirects (sur l'environnement), en termes de dégradation :
 - Bâti ;
 - Agriculture, forêts ;
 - Écosystème.
- Effets directs non sanitaires, en termes de **nuisances** :
 - Psychologiques ;
 - Olfactives ;
 - Esthétiques (visibilité).
- Effets directs sanitaires (mortalité, morbidité)
 - Coûts directs concernant les :
 - Hospitalisations ;
 - Consultations ;
 - Traitements ;
 - Valorisation d'un décès.
 - Coûts indirects :
 - Pertes productives associées ;
 - Aspects psychologiques ;
 - Douleur, désagrément et gêne physique ;
 - Effets induits chez les proches ;
 - Effets induits sur les activités de loisirs.

¹ « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014. ISBN : 978-2-9549609-0-6

² Rapport d'information n°3772 enregistré le 19 mai 2016 à l'Assemblée nationale par le comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques sur l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre en général la réalisation des études Air et Santé repose sur les textes suivants :

- La *Loi n°76/629 du 10/07/1976* relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact ;
- Le *Décret modifié 77-1141 du 12 octobre 1977*, pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°768-629 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques. Abrogé par le Décret 2005-935 2005-08-02 art. 8 sous réserves JORF 5 août 2005 (en tant qu'il s'applique en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, à Wallis-et-Futuna, dans les Terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte) ;
- La *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie*, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/12/1996 ;
- La *Circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98* relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements ;
- La *Circulaire DGS n°2001-185 du 11/04/2001* relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire ;
- Le *Décret 93-245 du 25 février 1993* relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques ;
- La *Circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993* prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985 ;
- La *Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010* portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2, par son article 230 qui définit le champ d'application, les critères et le contenu des études d'impact, ainsi que les modalités de décision de l'autorité compétente ;
- Le *Décret n° 2011-2019 du 29/12/11* qui porte réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements ;
- La *Circulaire n°87-88 du 27 octobre 1987* relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées modifiée par la circulaire 2002-63 du 22 octobre 2002 relative aux modalités d'élaboration et d'approbation des dossiers concernant les opérations d'aménagement sur des autoroutes en service, complétant et modifiant la circulaire du 27 octobre 1987 et la directive du 27 octobre 1987 relatives à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées ;
- La **Note technique NOR : TRET1833075N** du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ;
- Le *Code de l'environnement* - Articles R221-1 à R221-3 - Définition des critères nationaux de la qualité de l'air ;
- L'*Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014* relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du Code de l'environnement ;

- Le *Décret n° 2016-849 du 28/06/16* relatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial ;
- Le *Décret n° 2016-753 du 07/06/16* relatif aux évaluations des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains ;
- Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et de réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et se base également sur les documents ci-dessous :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier ;
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de la Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières) ;
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des polluants à analyser ;
- Guide « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014.

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet concerne le quartier « La Trelette », situé sur la commune de Carqueiranne dans le Var [83].
Le projet est situé entre l'Avenue Jean-Jaurès et le Chemin des Anémones sur un terrain qui est une véritable dent creuse dans le centre-ville de Carqueiranne. Il est à noter la présence de la D559 à environ 150 m au Sud du projet (cf. figure suivante).

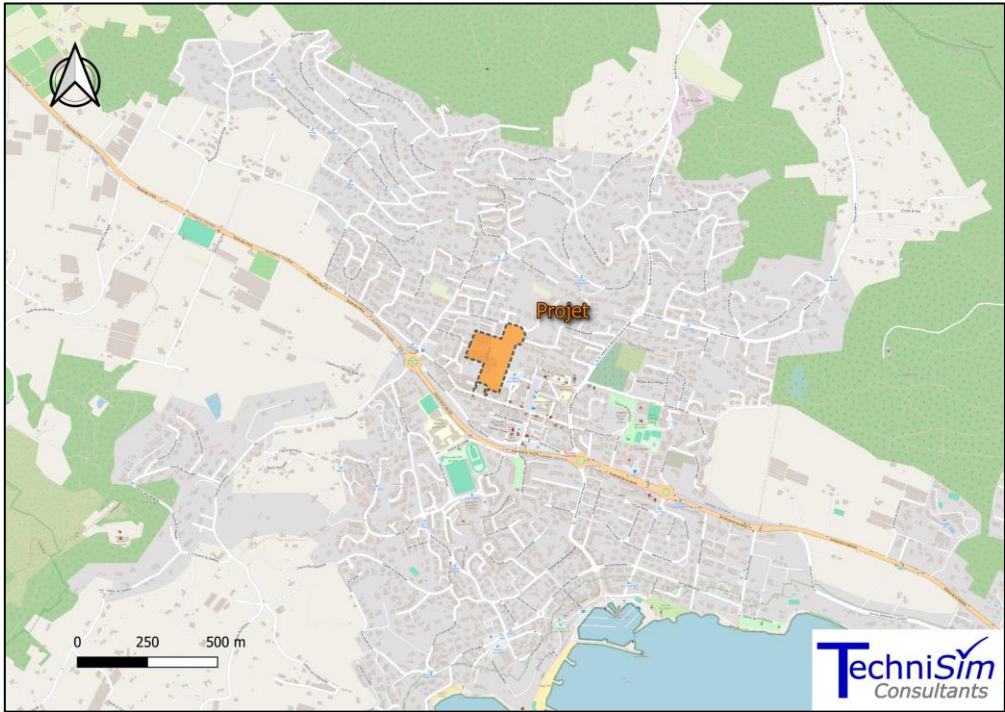


Figure 1 : Emplacement du projet

Le projet s'étend sur les parcelles cadastrales AZ n°20 (partielle), 45, 46, 47, 51 et 98. La programmation est donnée dans le tableau suivant, outre locaux d'activité en rez-de-chaussée d'un bâtiment.

Tableau 1 : Programmation du projet

MAISONS INDIVIDUELLES		19	STATIONNEMENTS		290
BATIMENTS COLLECTIFS		175	BATIMENT A R-1		31
BATIMENT A		27	BATIMENT B R-1		26
BATIMENT B		27	BATIMENT C R-1		36
BATIMENT C		27	BATIMENT D R-1		52
BATIMENT D		37	BATIMENT E R-1		34
BATIMENT E		33	BATIMENT F R-1		39
BATIMENT F		24	Stationnements aériens		72
TOTAL LOGEMENTS		194	Stationnements maisons individuelles		50
			TOTAL STATIONNEMENTS		340



Figure 2 : Plan masse (Source : donnée client)

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

À propos de l'impact du projet sur la circulation automobile, il est utile de rappeler que la **Note technique [NOR : TRET1833075N] du 22 février 2019** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières pour qualifier les impacts consécutifs aux augmentations de trafic induites par le projet, ainsi que le *Guide méthodologique du CEREMA* sur le volet « Air & Santé » des études d'impacts routières, viennent préciser le contenu des volets Air & Santé.

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ Définition du réseau d'étude

Selon la **Note technique du 22 février 2019**, le *réseau* d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, c'est-à-dire :

- Le projet routier étudié (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet.** Nota : Deux cas de figure sont distingués pour les trafics :
 - *Supérieurs à 5 000 véhicules / jour* : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif ;
 - *Inférieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, c'est-à-dire les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet de :
 - Une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique
 - Une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité Environnementale a été rendu publicSont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le Maître d'Ouvrage.

En milieu *interurbain*, la variation de trafic est évaluée à partir du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA).
En milieu *urbain*, en fonction des données de trafic disponibles et du projet lui-même, la variation de trafic est examinée à l'Heure de Pointe la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du Trafic Moyen Journalier Annuel.

❖ Définition de la bande d'étude

Une *bande* d'étude se caractérise comme étant une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique, et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du 22 février 2019*).

La largeur de la bande d'étude est variable selon le type de composés étudiés (gazeux ou particulaires) et le trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m, centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- À l'égard de la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude dépend du trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée. Elle est définie en fonction des données explicitées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

❖ Définition de la zone d'étude

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet Air et Santé (*Note technique du 22 février 2019*).

La zone d'étude sera affinée une fois l'étude trafic finalisée. Pour l'état actuel, il a été considéré comme zone d'étude, un carré de 2 km de côté centré sur l'emprise projet.

La planche suivante repère la zone d'étude considérée pour l'état actuel.



Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés. Cela à l'aide des trois critères suivants :

- La charge prévisionnelle de trafic en Véhicules/Jour ;
- La densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- La longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de déterminer les polluants à prendre en compte en fonction du degré de l'étude. Le tableau suivant précise les quatre niveaux d'étude définis, sachant que le niveau I demeure le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 3 : Niveau d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti pour les études d'infrastructures routières

Densité [hab./km²]	Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab./km²	I	I	II	II si Lprojet > 5 km ou III si Lprojet ≤ 5 km
2 000 hab. /km² < Densité < 10 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 25 km ou III si Lprojet ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 50 km ou III si Lprojet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

La planche suivante présente la densité de population recensée dans la zone d'étude. Il s'agit des données carroyées de l'INSEE 2019 publiées en 2023 (mailles de 200 mètres sur 200 mètres).

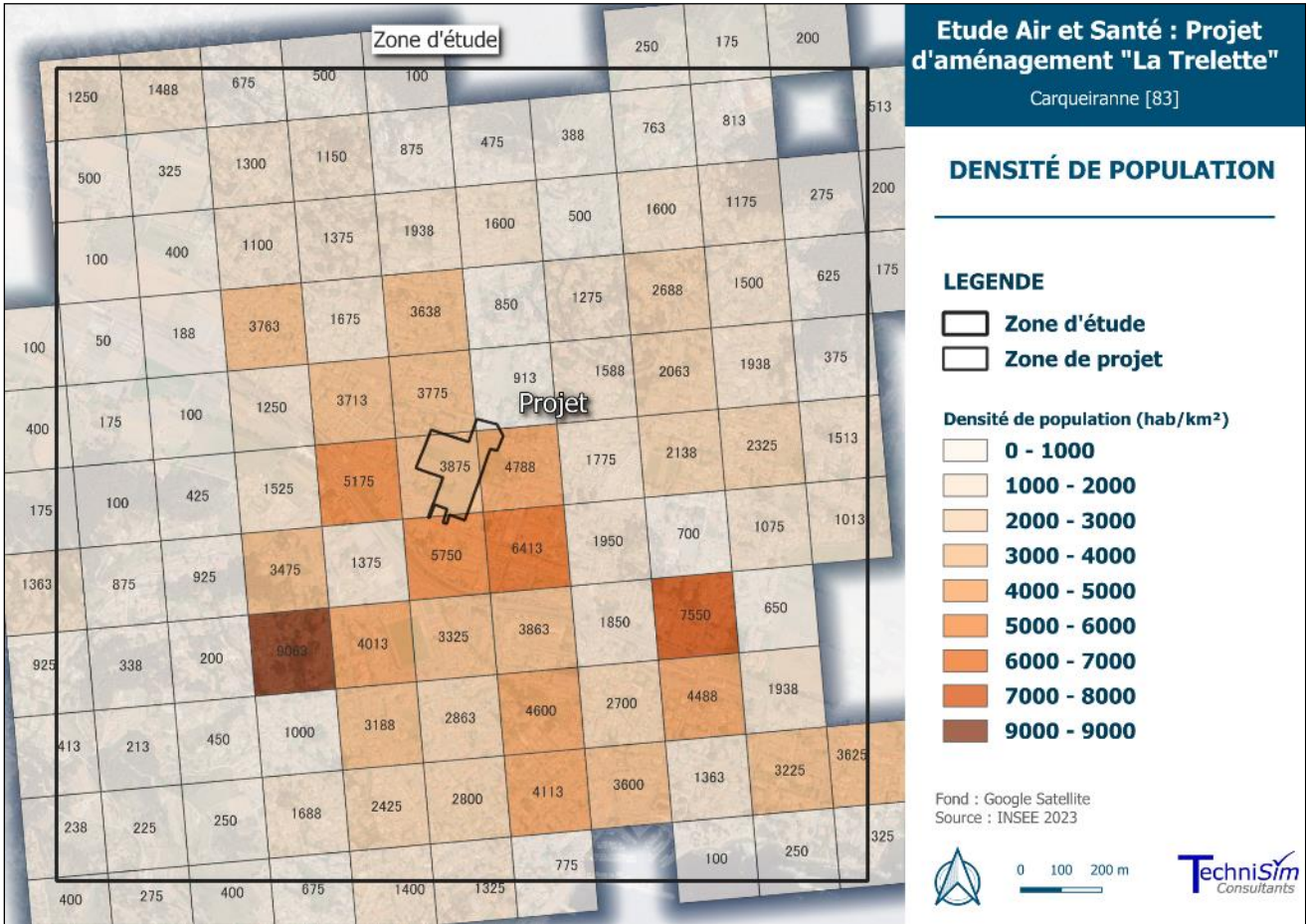


Figure 4 : Cartographie de la population au sein de la zone d'étude – Densité de population par maille de 200 m de coté

❖ **Adaptation du niveau de l’étude**

Le niveau d’étude se doit d’être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- La **présence de lieux dits ‘vulnérables’ au sein de la bande d’étude du projet**. Une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables, et non sur la totalité de la bande d’étude du projet ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains)**. L’absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l’application d’un niveau d’étude moins exigeant sur ces sections ;
- **L’importance de la population**. Si la population présente dans la bande d’étude du projet dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. (*Remarque* : Il n’y a pas lieu de remonter les études de niveau IV) ;
- **L’existence d’un Plan de Protection de l’Atmosphère ou son projet de mise en place** : si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d’étude, le niveau d’étude est remonté d’un niveau, quel que soit le niveau d’étude initial.

Compte tenu de la nature de l’opération, de la densité moyenne de population au sein de la zone d’étude (**1 623 hab./km²**), de la charge de trafic sur les voies alentours au projet (notamment la D559) et de l’existence du Plan de Protection de l’Atmosphère du Var, il sera réalisé une étude **inspirée et adaptée des études routières de niveau I**.

4.3. CONTENU DE L’ÉTUDE COMPLETE

L’étude du projet d’aménagement du quartier de « La Trelette » à Carqueiranne contient les éléments ci-dessous :

- Caractérisation de l’état actuel avec un niveau de détail adapté à une étude niveau I ;
- Campagne de mesures *in situ* (particules PM10 et PM2,5 et NO₂) sur la zone d’étude ;
- Estimation des émissions de polluants sur l’ensemble du réseau d’étude ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d’étude ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d’étude (résidents actuels de la zone d’étude ; lieux vulnérables de la zone d’étude ; résidents futurs du projet) ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l’impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l’impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

Vis-à-vis d’une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte sont listés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I		
Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à l’évaluation des impacts du projet sur la qualité de l’air		
Oxydes d’azote (NOx)		Particules PM10 et PM2,5
Monoxyde de carbone (CO)		Benzène
Dioxyde de soufre (SO ₂)		Arsenic
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Nickel
		Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l’Évaluation des Risques Sanitaires		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d’azote (NO ₂)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d’azote (NO ₂) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (si risque ingestion identifié)	Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphène, acénaphylène, 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.

État Actuel

5. CONTENU DE L'ÉTAT ACTUEL

Dans l'étude « Air », l'état dit 'actuel' permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement.

Cet état 'actuel' servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années futures.

L'état actuel expose le contexte réglementaire et politique ainsi que la stratégie mise en œuvre dans le domaine de la qualité de l'air et dans lesquels s'inscrit le projet.

Il qualifie les enjeux et évalue les vulnérabilités existantes sur la zone d'étude.

L'état actuel se doit de traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRADDET/SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE.
- Identification à l'échelle de la zone d'étude, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographiques des zones suivantes :
 - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article 221-1 du code de l'environnement ;
 - Zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
 - Zones sensibles au regard de l'article 222-2 du Code de l'environnement ;
 - Zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM10, PM2,5, NO₂ et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans la zone d'étude afin de réduire leurs concentrations.
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émission sur la zone d'étude à partir des données disponibles, et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions.
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale.
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du Code de l'environnement.
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations.
- Identification des zones de culture présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en tout état de cause les jardins potagers.
- Caractérisation plus fine, par rapport aux données bibliographiques, de la qualité de l'air par des mesures in situ dans la zone d'étude.
- Un état sanitaire initial de la population est présenté si une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude.

6. CONTENTIEUX EUROPÉEN

La France est, depuis 2009, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d’azote. Bien que la qualité de l’air se soit améliorée depuis le début des procédures de contentieux, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.

Pour tenir compte des mesures supplémentaires prises par la France, des données de surveillance les plus récentes et de la jurisprudence récente de la Cour, la Commission européenne a décidé le 7 février 2024 d'envoyer une lettre de mise en demeure complémentaire à la France pour non-exécution de l'arrêt de la Cour de justice européenne du 24 octobre 2019 relatif au non-respect de la directive sur la qualité de l'air ambiant. En effet, la France ne s'est toujours pas conformée à l'arrêt de la Cour de justice en ce qui concerne les valeurs limites annuelles de NO₂ dans quatre zones de mesure de la qualité de l’air : Paris, Lyon, Strasbourg et Marseille-Aix. La France dispose à présent d'un délai de deux mois pour répondre et remédier aux manquements constatés par la Commission. En l'absence de réponse satisfaisante, la Commission pourrait décider de saisir la Cour de justice de l'Union européenne, avec une demande d'infliger des sanctions financières.

La situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l’air³ telle qu’avérée au 7 février 2024 est schématisée ci-après.

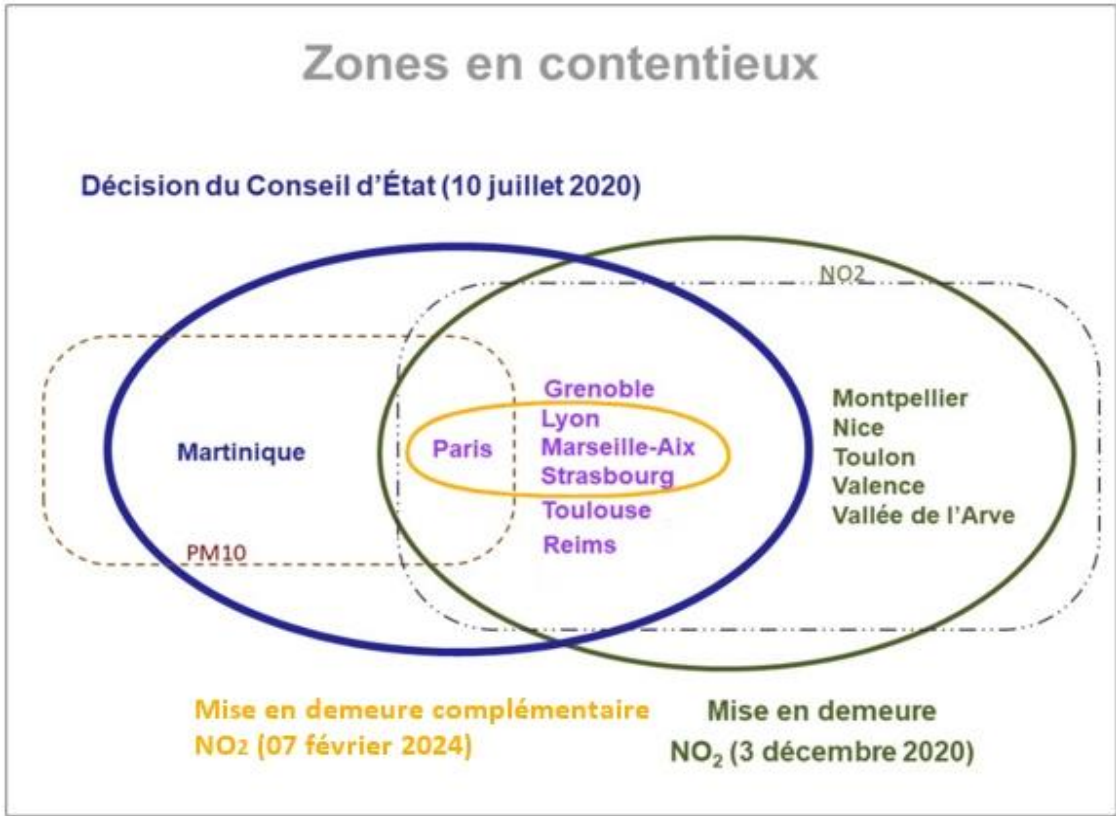


Figure 5 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air – février 2024

En 2024, la commune de Carqueiranne n’est pas située dans une zone de contentieux.

Pour mémoire, le Pacte Vert pour l'Europe (European Green Deal) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE. Cela bénéficiant à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

❖ Décision de justice du Conseil d’État

Le 04 août 2021, le Conseil d’État a rendu public sa décision (n°428409) au regard de la saisine de 2017 par l'association Les Amis de la Terre sur la question de la qualité de l'air.

Le Conseil d’État relève que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, Marseille-Aix et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».

Le Conseil d’État considère les mesures mises en avant par l'État pour renverser la tendance « dans le délai le plus court possible » (instauration de nouvelles zones à faible émission [ZFE], interdiction progressive des chaudières à gaz ou à fioul, entre autres) insuffisantes et incertaines. « Aucun nouveau plan de protection de l'air n'a été adopté pour les zones concernées, alors que ces plans constituent aujourd'hui un outil connu et adapté pour préciser les actions à mener et évaluer dans quel calendrier elles permettront de repasser sous les valeurs limites ».

En conséquence, le Conseil d’État condamne le Gouvernement à payer une astreinte fixe de 10 millions d'euros au titre de son premier semestre de retard sur l'astreinte (du 11 janvier au 11 juillet 2021).

Après analyse des nouveaux éléments fournis par le ministère chargé de l’écologie, en lecture de la décision n°428409 du 17 octobre 2022, le Conseil d’État liquide deux nouvelles astreintes pour le second semestre 2021 et le premier semestre 2022, soit un montant total de 20 millions d’euros.

Dans une décision rendue le 24 novembre 2023, le Conseil d’État condamne la France (pour la 3^{ème} fois) à payer deux nouvelles astreintes (minorées), d’un montant de cinq millions d’euros chacune, pour n’avoir pas suffisamment lutté contre la pollution atmosphérique lors des « semestres allant de juillet 2022 à juillet 2023 » notamment du fait de la situation à Lyon et à Paris.

À la suite de la présente décision, le Conseil d’État réexaminera en 2024 les actions de l’État menées à partir du second semestre 2023 (juillet 2023-janvier 2024).

³ <https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5>

❖ **Condamnation de l'État et indemnisation de victimes :**

Le 16 juin 2023, le tribunal administratif de Paris a condamné l'État à indemniser deux familles franciliennes, victimes de la pollution (leurs enfants ayant souffert de bronchiolites et d'otites à répétition), à hauteur de 3 000 euros et 2 000 euros. Le juge administratif a estimé qu'« une partie des symptômes » dont ils ont souffert a été « causée par le dépassement des seuils de pollution résultant de la faute de l'État », à savoir son incapacité à faire respecter les normes sanitaires.

Cette décision de la justice est inédite en France. En effet, il s'agit de la première affaire où la justice reconnaît un préjudice en lien avec une carence de l'État à garantir un air sain. La responsabilité de l'État avait auparavant déjà été engagée dans des affaires similaires (vallée de l'Arve), mais le lien de causalité entre la faute de l'État et les maladies des plaignants n'avait jamais été établi.

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION – PLANS ET PROGRAMMES EN LIEN AVEC LA QUALITE DE L’AIR – COMPATIBILITE DU PROJET

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions envers le problème de la pollution de l’air et de ses effets sur la santé des populations :

-Échelle nationale : Code de l’environnement, Plan Climat, Plan National Santé-Environnement (PNSE), Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC 2), Loi n°2015-992 du 17 août 2015 (relative à la Transition énergétique pour la croissance verte) ;

-Échelle régionale : Schéma Régional d’Aménagement de Développement Durable et d’Égalité des Territoires (SRADDET), Plan Régional Santé-Environnement (PRSE) ;

-Échelle intercommunale ou locale : Plan de protection de l’Atmosphère (PPA), Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET), Plan Local d’Urbanisme.

Les lignes-directrices de ces outils ainsi que la cohérence du projet sont synthétisées dans le tableau page suivante.

Le graphique ci-contre présente l’articulation des divers plans et schémas entre eux.

En l’état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, il est possible de constater que ce dernier s’inscrit en cohérence avec les divers documents de planification corrélés avec la qualité de l’air.

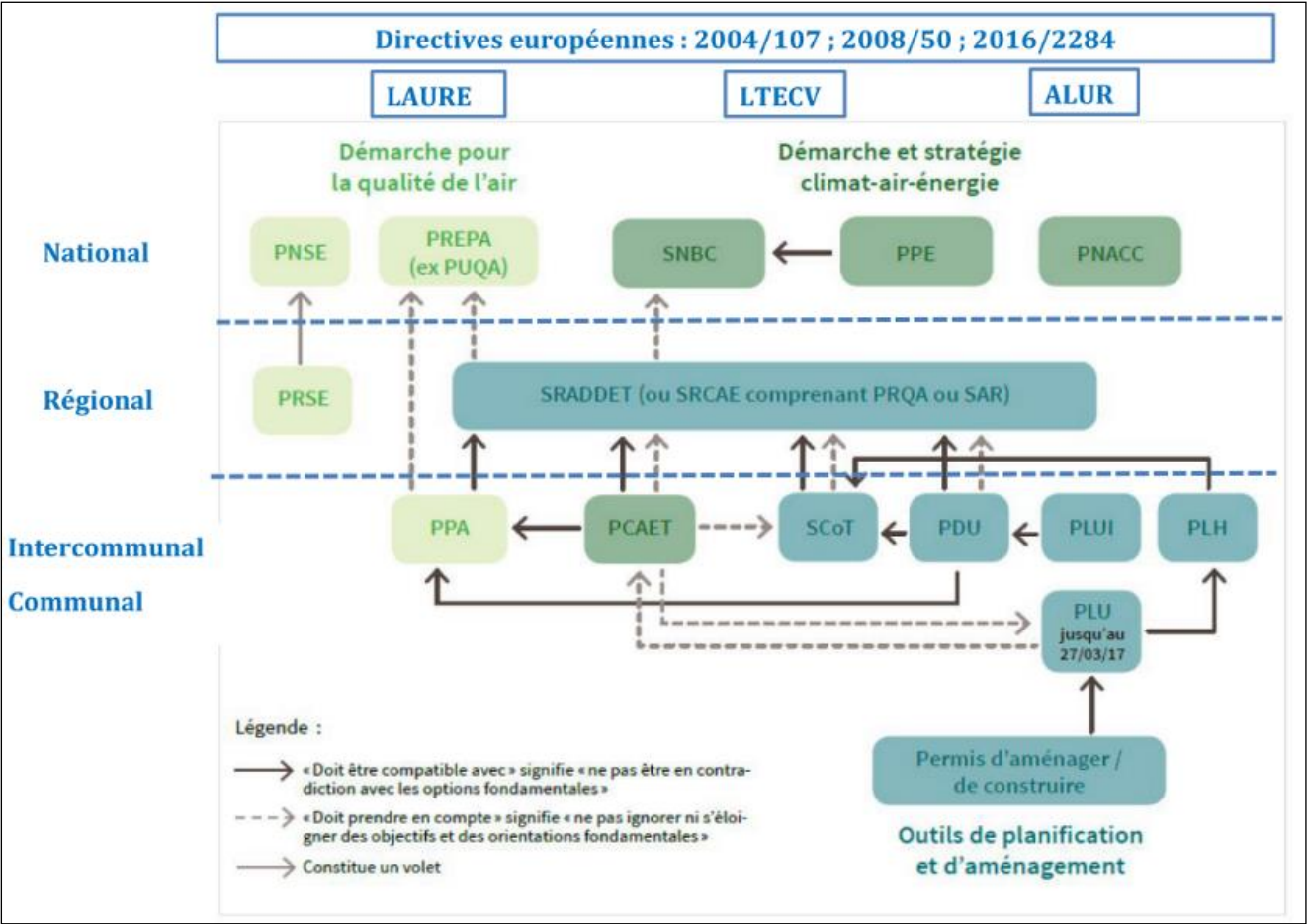


Figure 6 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l’air (Source : AtmoSud)

Tableau 5 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l’air, l’environnement et la santé et cohérence du projet

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT																		
Réduction des émissions polluantes																					
Loi d’Orientation des Mobilités (2019)	Territoire national	La Loi d’orientation des Mobilités n°2019-1428 du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, pour répondre à l’impératif d’améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles. Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes : • 1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100 % du territoire • 2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien • 3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire • 4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires • 5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap • 6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d’emploi • 7. 100 % des informations sur l’offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport • 8. Des navettes autonomes en circulation dès l’année 2020 • 9. Un forfait mobilité durable : jusqu’à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage • 10. Un plan pour développer le covoiturage • 11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d’ici 2024 • 12. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service • 13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques • 14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable • 15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide	Non concerné																		
Plan Climat (2017)	Territoire national	Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d’actions, telles que : • Généralisation de la prime à la conversion des véhicules • Crédit d’impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d’énergie • Changement des chaudières au fioul • Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique • Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040 • Plan de déploiement de l’hydrogène • Faire converger la fiscalité entre le diesel et l’essence avant 2022 • Accélérer la montée en puissance du prix du carbone • Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l’horizon 2050	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores.																		
PREPA Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [Décret n°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques] [Arrêté du 08/12/2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]	Territoire national	Le PREPA fixe la stratégie de l’État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont les suivants : <table><tr><th>POLLUANTS</th><th>À partir de 2020</th><th>À partir de 2030</th></tr><tr><td>Dioxyde de soufre</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr><tr><td>Oxydes d’azote</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr><tr><td>Composés organiques volatils</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr><tr><td>Ammoniac</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr><tr><td>Particules PM2,5</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr></table> En 2021, un groupe de travail a été constitué au Conseil national de l’air pour débattre de la révision de l’arrêté PREPA. L’arrêté PREPA révisé du 08 décembre 2022 est paru au JO du 16 décembre 2022.	POLLUANTS	À partir de 2020	À partir de 2030	Dioxyde de soufre	-55 %	-77 %	Oxydes d’azote	-50 %	-69 %	Composés organiques volatils	-43 %	-52 %	Ammoniac	-4 %	-13 %	Particules PM2,5	-27 %	-57 %	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores.
POLLUANTS	À partir de 2020	À partir de 2030																			
Dioxyde de soufre	-55 %	-77 %																			
Oxydes d’azote	-50 %	-69 %																			
Composés organiques volatils	-43 %	-52 %																			
Ammoniac	-4 %	-13 %																			
Particules PM2,5	-27 %	-57 %																			

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] [En cours de révision]	Territoire national	Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d’atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l’horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020. Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants : • Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) • Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 • Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 • Production d’énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 • Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050. • Une nouvelle révision de la SNBC est en cours. Les grandes lignes ont été dévoilées fin 2023 (réduire la pression exercée sur la biodiversité, restaurer la biodiversité dégradée, mobilisation de tous les acteurs, mettre en place le moyen de ces ambitions). Cette nouvelle version sera adoptée d’ici fin 2024 et sera alignée avec les objectifs européens Fit for 55, qui prévoient de réduire les émissions de GES de 55 % d’ici 2030	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores.
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)	Territoire national	Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes : • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone. • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d’énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d’énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d’énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d’électricité à 50 % à l’horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l’ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l’accès de tous à l’énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l’horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores.
SRADDET Schéma Régional d’Aménagement, de Développement Durable et d’Égalité des Territoires (2019)	Région Sud PACA	Pour la région Sud-PACA, le projet de SRADDET a été arrêté lors de l’assemblée régionale du 18 octobre 2018. Le SRADDET a été voté le 26 juin 2019 (délibération n°19-350) et approuvé le 15 octobre 2019 par le préfet de région. Les ambitions chiffrées du SRADDET de la région Sud-PACA sont : • Atteindre un taux moyen de croissance démographique de 0,4 % à l’horizon 2050 ; • Atteindre un report modal de la voiture individuelle vers d’autres modes plus collectifs et durables de 15 % à l’horizon 2030 ; • Diminuer de moitié le rythme de la consommation d’espaces agricoles, naturels et forestiers par rapport à 2006-2014 (soit 375 ha/an) et de concentrer les nouveaux développements en zones urbaines ; • Atteindre la neutralité en carbone et couvrir 100 % de la consommation énergétique par les énergies renouvelables à l’horizon 2050 ; • Atteindre une production (modulée par espace) d’environ 30 000 logements (résidences principales) par an à l’horizon 2030 en cohérence avec la stratégie urbaine, c’est-à-dire construits prioritairement dans les centralités. En outre, la stratégie régionale engage à consacrer 50 % de la production totale à une offre de logements abordables à destination des jeunes et des actifs (toujours prioritairement dans les trois niveaux de centralité). <i>Compte tenu à la fois des critères de densité de population et /ou de présence d’écosystèmes protégés ainsi que des niveaux d’émission de polluants atmosphériques, la commune de Carqueiranne fait partie de la Zone Sensible pour la Qualité de l’Air au sens du SRCAE (désormais intégré au SRADDET).</i> Le SRADDET porte la stratégie régionale pour un aménagement durable et attractif du territoire. À cette fin, il définit 68 objectifs et 52 règles à moyen et long terme (2030 et 2050) à destination des acteurs publics de la région. Sont listés ci-dessous les objectifs concernant la qualité de l’air ou pouvant exercer un impact sur celle-ci ainsi que les objectifs en lien avec les déplacements. LIGNE DIRECTRICE 1 : Renforcer et pérenniser l’attractivité du territoire régional	Avec le projet d’aménagement du quartier en centre-ville, le projet répond à l’objectif n°36 du SRADDET : « Réinvestir les centres-villes et centre bourgs par des stratégies intégrées » et en créant un parc, le projet répond à l’objectif n°37 : « Rechercher la qualité des espaces publics et favoriser la nature en ville ».

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Objectif 2 : Définir et déployer une stratégie portuaire et fluviale régionale • Objectif 3 : Améliorer la performance de la chaine logistique jusqu’au dernier kilomètre, en favorisant le report modal • Objectif 10 : Améliorer la résilience du territoire face aux risques et au changement climatique, garantir l’accès à tous à la ressource en eau • Objectif 11 : Déployer des opérations d’aménagement exemplaires • Objectif 12 : Diminuer la consommation totale d’énergie primaire de 27 % en 2030 et de 50 % en 2050 par rapport à 2012 • Objectif 13 : faire de la biodiversité et de sa connaissance un levier de développement et d’aménagement innovant • Objectif 14 : préserver les ressources en eau souterraine, les milieux aquatiques et les zones humides • Objectif 15 : préserver et promouvoir la biodiversité et les fonctionnalités écologiques des milieux terrestres, littoraux et marins • Objectif 17 : préserver les identités paysagères et améliorer le cadre de vie des habitants • Objectif 19 : augmenter la production d’énergie thermique et électrique en assurant un mix énergétique diversifié pour une région neutre en carbone à l’horizon 2050 • Objectif 20 : Accompagner le développement de « territoires intelligents » avec des services numériques utiles aux habitants, aux visiteurs et aux entreprises • Objectif 21 : améliorer la qualité de l’air et préserver la santé de la population • Objectif 22 : contribuer au déploiement de modes de transport propres et au développement des nouvelles mobilités • Objectif 23 : faciliter tous les types de report de la voiture individuelle vers d’autres modes plus collectifs et durables <u>LIGNE DIRECTRICE 2 : Maitriser la consommation de l’espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau</u> • Objectif 31 : recentrer le développement sur les espaces les plus métropolisés • Objectif 32 : maitriser le développement des espaces sous influence métropolitaine • Objectif 34 : préserver la qualité des espaces ruraux et naturels et l’accès aux services dans les centres locaux et de proximité • Objectif 35 : conforter les centralités en privilégiant le renouvellement urbain et la cohérence urbanisme-transport • Objectif 36 : réinvestir les centres-villes et centre bourgs par des stratégies intégrées • Objectif 37 : rechercher la qualité des espaces publics et favoriser la nature en ville • Objectif 39 : fluidifier l’intermodalité par l’optimisation des pôles d’échanges multimodaux • Objectif 41 : déployer des offres de transports en commun adaptées aux territoires, selon trois niveaux d’intensité urbaine • Objectif 42 : rechercher des complémentarités plus étroites et une meilleure coordination entre dessertes urbaine, interurbaines et ferroviaires • Objectif 43 : accompagner les dynamiques territoriales avec des offres de transport adaptées aux évolutions sociodémographiques (en cohérence avec la stratégie urbaine régionale) • Objectif 45 : arrêter un schéma d’itinéraires d’intérêt régional contribuant à un maillage performant entre les polarités régionales • Objectif 47 : maitriser l’étalement urbain et promouvoir des formes urbaines moins consommatrices d’espace • Objectif 48 : préserver le socle naturel, agricole et paysager régional • Objectif 49 : préserver le potentiel de production agricole régional • Objectif 50 : décliner la Trame verte et bleue régionale et assurer la prise en compte des continuités écologiques et des habitats dans les documents d’urbanisme et les projets de territoire <u>LIGNE DIRECTRICE 3 : Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires accueillants</u> • Objectif 55 : structurer les campagnes urbaines et veiller à un développement harmonieux des territoires sous pression • Objectif 58 : soutenir l’économie de proximité	

PPA Plan de Protection de l'Atmosphère (2022)	32 communes du Var dont Carqueiranne	Le Plan de Protection de l'Atmosphère révisé [PPA 83 ; objectifs 2025] du Var a été approuvé le 17 mars 2022 met en place des actions en vue de limiter les émissions de polluants et maintenir ou ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes. Il concerne 4 EPCI (Communauté d'Agglomération Sud Sainte-Baume ; Métropole Toulon Provence Méditerranée ; Communauté de Communes de la Vallée du Gapeau ; Communauté de Communes Méditerranée Porte des Maures) comprenant 32 communes dont Carqueiranne. Le PPA du Var fixe les objectifs suivants : • Conserver sur toute la durée du PPA le respect des seuils réglementaires pour l'ensemble des stations fixes de surveillance de la qualité de l'air. • À l'horizon 2025 : • Plus aucune population exposée à des dépassements des valeurs limites réglementaires (sur la base des modélisations réalisées par AtmoSud). • Tendre vers les seuils recommandés par l'OMS en 2005 pour les PM10 et PM2,5 (respectivement 20 µg/m³ et 10 µg/m³ en moyenne annuelle). Ce PPA comprend 62 actions regroupées en 6 thématiques : Transport terrestre, Maritime, Industrie, Bâtiment, Communication, Biomasse. • Maritime • 1.Réduire les émissions à quai - o 1.1 Mettre en œuvre le plan d'électrification des quais ferries puis croisières de la rade de Toulon • 2.Réduire les émissions en mer - o 2.1 Employer du carburant à 0,1% de teneur en soufre pour les navires (ferries, croisières, cargos) toute l'année en anticipation de la zone ECA - o 2.2 Participer à faire connaître les labels pouvant offrir une réduction des droits de port <i>en rade de Toulon</i> - o 2.3 Étudier l'emploi de carburants hybrides ou alternatifs (GNL et Hydrogène) pour les navires et navettes maritimes - o 2.4 Étudier la mise en œuvre de l'écopilotage à l'échelle des ports de la rade de Toulon : optimisation de la vitesse des navires et des trajectoires d'entrée dans la rade - o 2.5 Engager les acteurs du cabotage touristique dans la conversion propre de leur flotte • 3.Contrôler les émissions - o 3.1 Renforcer le ciblage des contrôles des navires sur l'utilisation de carburant peu soufré • 4.Améliorer la connaissance - o 4.1 Réaliser un suivi et une analyse de la qualité de l'air en zone portuaire • Transport terrestre • 5.Réduire la pollution dans les zones densément peuplées - o 5.1 Étudier et mettre en place une Zone à Faibles Émissions mobilité (ZFE_m) sur le territoire métropolitain - o 5.2 Mettre en place le Plan d'Urgence Transports sur le territoire métropolitain - o 5.3 Optimiser les aires de livraison partagées pour réduire l'impact des livraisons de marchandises - o 5.4 Recherche de technologie de nettoyage des fumées du tunnel autoroutier de Toulon • 6.Densifier et améliorer les transports en commun - o 6.1 Améliorer les infrastructures destinées à accueillir les transports en commun et les services liés à la multimodalité a. Aménager la bande d'arrêt d'urgence (BAU) de l'A57 pour y permettre la circulation de transports en commun b. Aménager les pôles d'échanges multimodaux et créer une nouvelle gare - o 6.2 Densifier l'offre de transport en commun a. Améliorer l'offre en transports en commun interurbains, urbains et ferroviaires b. Améliorer l'offre de transports en commun maritimes - o 6.3 Améliorer la qualité des interconnexions entre moyens de transport a. Mise en œuvre de PASS multimodaux et système d'information multimodale b. Améliorer l'intermodalité vélo-train c. Développer des interconnexions entre les différents transports à l'échelle du territoire PPA - o 6.4 Communiquer sur l'utilisation des parcs relais • 7.Développer les alternatives à la voiture individuelle - o 7.1 Développer le covoiturage - o 7.2 Promouvoir la pratique du vélo - o 7.3 Poursuivre les services offerts dans la « maison de la mobilité » • 8.Encourager la conversion des flottes vers des véhicules propres - o 8.1 Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics - o 8.2 Aider à la mutation des flottes des professionnels vers des véhicules propres	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores.
---	---	---	---

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		- o 8.3 Mettre en place un maillage de bornes de recharge et stations GNV afin de favoriser l'usage des véhicules propres par les citoyens et les entreprises - o 8.4 Promouvoir et développer la filière hydrogène - o 8.5 Promouvoir et développer un carburant 100 % végétale • 9.Soutenir le report modal du transport routier de marchandise vers le rail et le fleuve - o 9.1 Rénover une voie ferrée destinée au fret sur le Port de Brégaillon et ses ouvrages afin de permettre le passage des plus grands conteneurs • 10.Soutenir la mise en œuvre des plans de mobilité - o 10.1 Renforcer l'information des entreprises et administrations sur l'obligation de mise en place d'un Plan de Mobilité (PDM) et les accompagner dans l'élaboration de ces plans - o 10.2 Poursuivre les actions liées à la mobilité propre sur la Base de défense de Toulon - o 10.3 Promouvoir la pratique du télétravail dans les entreprises • 11.Encourager la marche à pied - o 11.1 Redonner une vraie place au piéton en ville - o 11.2 Accompagner les projets de création de cheminements piétons au sein des zones d'activités et autour des gares et pôles d'échanges • 12.Contrôler les émissions liées aux poids lourds - o 12.1 Lutter contre les fraudes à l'AD Blue • Industrie • 13.Contrôler la mise en œuvre de prescriptions réglementaires visant à réduire les émissions - o 13.1 Réduire les émissions atmosphériques des incinérateurs par la mise en œuvre des documents de référence de la réglementation européenne - o 13.2 Améliorer la connaissance et prendre des prescriptions complémentaires pour les carrières • Biomasse • 14.Renforcer la pédagogie pour des pratiques favorables à la qualité de l'air - o 14.1 Sensibiliser les agriculteurs aux bonnes pratiques - o 14.2 Sensibiliser les collectivités, particuliers et professionnels du paysage - o 14.3 Accompagner les communes à réduire et référencer les brûlages de déchets verts des particuliers • 15.Valoriser la biomasse en matière organique ou en énergie - o 15.1. Valoriser les biodéchets d'origine non-agricole : Déchets verts des particuliers et des collectivités - o 15.2 Créer un circuit local de valorisation des biodéchets en zone d'activités - o 15.3 Valoriser les déchets verts d'origine agricole - o 15.4 Mener une réflexion sur la filière locale de gestion des déchets verts - o 15.5 Optimiser la gestion des déchets ménagers et assimilés - o 15.6 Valoriser les biodéchets en site agricole - o 15.7 Valoriser les biodéchets in situ ou en local - o 15.8 Valoriser énergétiquement la biomasse - o 15.9 Valorisation énergétique : Évaluer le gisement en ressources organiques et les possibilités de la structuration locale de la filière méthanisation • 16.Agir sur la réglementation et renforcer les contrôles - o 16.1 Améliorer la connaissance des brûlages et renforcer l'arrêté préfectoral • Résidentiel • 17 : Aménager nos territoires pour mieux respirer - o 17.1 Renforcer la prise en compte de la qualité de l'air dans les documents d'urbanisme et les projets - o 17.2 Objectif 1000 arbres pour la base de défense de Toulon • 18 : Améliorer l'empreinte environnementale du bâti et réduire l'impact du chauffage - o 18.1 Accompagner la réduction des consommations énergétiques des bâtiments et la conversion vers des modes de chauffage moins polluants - o 18.2 Développer les énergies renouvelables, en particulier l'énergie photovoltaïque - o 18.3 Favoriser les dispositifs de chauffage plus performants et moins polluants • Communication • 19 : Poursuivre la mobilisation des partenaires sur la qualité de l'air	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		- o 19.1 Animer localement la thématique « qualité de l'air » en s'appuyant sur la charte régionale • 20 : Poursuivre la mobilisation du public sur la qualité de l'air - o 20.1 Développer les outils d'évaluation des impacts sanitaires - o 20.2 Sensibiliser le public et les scolaires à la qualité de l'air - o 20.3 Mettre en place un réseau de mesure de la pollution de l'air auprès du grand public	
Feuille de route qualité de l'air (2018)	Zone administrative de surveillance ZAG Toulon	Les feuilles de route 'qualité de l'air' ont été rendues publiques le 13 avril 2018. Celle concernant la zone administrative de surveillance ZAG Toulon comporte 44 actions réparties en 7 axes. • Axe 1 – Ancrer le réflexe Air • Action 1.01 Sensibiliser les acteurs locaux à la qualité de l'air • Action 1.02 Sensibiliser les citoyens de demain à la qualité de l'air : le programme pédagogique l'Air et Moi • Action 1.03 Instaurer un forum régional de la qualité de l'air • Action 1.04 Organiser des journées thématiques : assises de la transition énergétique Var, forum de la rénovation énergétique • Action 1.05 Affirmer l'engagement des collectivités en faveur de la qualité de l'air dans le PCAET • Action 1.06 Intégrer l'ambition du PCAET dans les documents de planification : ScoT, PLU métropolitain, PDU, PLU • Action 1.07 Appuyer la prise en compte de la qualité de l'air dans les porter-à-connaissance • Axe 2 – Limiter l'impact des transports • Action 2.08 Étendre les réductions pérennes de vitesse en zone dense pour limiter la congestion • Action 2.09 Pourvoir le territoire en bornes de recharge pour véhicules électriques • Action 2.10 Accompagner les collectivités et entreprises dans le déploiement de la mobilité GNV • Action 2.11 Pourvoir le territoire en stations GNV pour les cars et poids-lourds • Action 2.12 Décarboner les flottes de bus • Action 2.13 Faire évoluer les modalités de commande publique de services régionaux de transport interurbain routier pour favoriser des autocars à faibles émissions • Action 2.14 Optimiser les circuits et le nombre de tournées de collecte de déchets • Axe 3 – Encourager les alternatives à la voiture individuelle • Action 3.15 Développer 4 nouvelles lignes à haut niveau de service • Action 3.16 Développer l'offre et la desserte ferroviaire sur la zone, en amont de la LNPCA et avec la LNPCA (scénario 3 du COI) • Action 3.17 Créer un abonnement multimodal sur l'aire toulonnaise • Action 3.18 Simplifier la vente et la distribution des titres de transport • Action 3.19 Refondre la centrale de mobilité régionale et y intégrer toutes les nouvelles solutions de mobilité • Action 3.20 Poursuivre le déploiement des parcs-relais • Action 3.21 Poursuivre le déploiement des pôles d'échange multimodaux (PEM) • Action 3.22 Poursuivre le déploiement des aires de covoiturage • Action 3.23 Favoriser la mise en relation des covoitureurs • Action 3.24 Renforcer les infrastructures et les services pour encourager à la pratique du vélo • Action 3.25 Poursuivre les aides au déploiement des vélos à assistance électrique • Axe 4 – Limiter l'impact du trafic poids-lourds • Action 4.26 Renforcer les contrôles pollution en bord de route des poids lourds et véhicules utilitaires légers • Action 4.27 Veiller au bon respect de la réglementation sur le contrôle des émissions des véhicules à l'occasion de la surveillance des centres de contrôle technique poids lourds • Action 4.28 Redynamiser les chartes CO2 • Action 4.29 Expérimenter la mise en place d'une redevance poids lourds • Axe 5 – Atténuer l'empreinte environnementale de l'activité maritime et portuaire • Action 5.30 Étendre les zones à émissions contrôlées à la Méditerranée • Action 5.31 Étudier la faisabilité de l'électrification des navires à quai du port civil • Action 5.32 Étudier la possibilité d'alimenter en GNL les navires • Action 5.33 Décarboner la flotte de bateaux-bus • Axe 6 – Améliorer la performance environnementale du bâti • Action 6.34 Développer la démarche Bâtiment Durable Méditerranéen • Action 6.35 Accompagner la rénovation énergétique des bâtiments • Action 6.36 Promouvoir le dispositif de guichet unique Rénovation de l'habitat privé • Action 6.37 Promouvoir l'intégration de la nature en ville : le programme Nature 4 City Life • Action 6.38 Aménager la Promenade verte à Toulon	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores correspondant à l'axe 6 de la feuille de route de qualité de l'air.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Axe 7 – Gérer efficacement les déchets verts • Action 7.39 Renforcer les contrôles liés aux interdictions de brûlage des déchets verts • Action 7.40 Limiter les dérogations aux interdictions de brûlage des déchets verts • Action 7.41 Engager une politique volontariste dans la gestion des déchets verts en répondant à l’appel à projets porté par l’ADEME et la Région • Action 7.42 Agir sur la collecte et le traitement des déchets verts • Action 7.43 Valoriser les déchets verts par le compostage • Action 7.44 Accompagner le changement de pratiques agricoles.	
PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (en cours de validation)	Métropole Toulon Provence Méditerranée	Carqueiranne fait partie de la Métropole Toulon Provence Méditerranée regroupant 12 communes et 453 407 habitants sur un territoire de 36 654 hectares. Le projet de plan climat air énergie territorial (PCAET) de la métropole Toulon Provence Méditerranée (TPM) a été arrêté en séance du conseil métropolitain du 29 septembre 2022. S’en est suivi la consultation des parties prenantes et du public. En mars 2024, ce PCAET est en cours de validation. Outil opérationnel de préservation de la qualité de l’air et de coordination de la transition énergétique sur son territoire, ce plan est régi par les articles L229-26 et R229-51 à 56 du Code de l’environnement. Il a vocation à être révisé tous les 6 ans La stratégie du projet de PCAET indique les objectifs de la métropole pour chaque domaine d’intervention défini par le Code de l’environnement. Il identifie les neuf axes suivants : • renforcer l’intégration du développement durable dans le fonctionnement des services de la métropole TPM ; • organiser la gouvernance, la communication et l’animation du PCAET ; • Réduire la consommation énergétique des bâtiments des secteurs résidentiel et tertiaire (dont bâtiments communaux). • Poursuivre la politique de mobilité durable à l’échelle du territoire. • Poursuivre la politique d’aménagement durable du territoire. • Développer la production et l’utilisation des énergies renouvelables. • Pérenniser les activités économiques du territoire en renforçant les mesures d’adaptation et en développant une économie circulaire. • Renforcer la préservation des milieux naturels (eau, biodiversité et paysage). Ces axes s’accompagnent d’objectifs stratégiques qui précisent, pour chacun d’entre eux, les résultats à atteindre. Des objectifs chiffrés sont définis en matière de : • Réduction des émissions de gaz à effet de serre : –75 % à échéance 2050 par rapport à 2012 avec plusieurs jalons : en 2023 (–17 %), 2026 (–23 %) et 2030 (–30 %) ; • Réduction de la consommation finale d’énergie : –9 % en 2030 et –20 % en 2050 par rapport à 2012 ; • Production locale d’énergie renouvelable : puissance multipliée par 6 en 2030 et par 17 en 2050 (par rapport à la production de 2018), avec un taux de couverture des besoins énergétiques³ de 22 % en 2030 et de 68 % en 2050. Le territoire fixe également des objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques lui permettant d’atteindre les objectifs du plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques 4 (PREPA) à l’horizon 2025 et 2030.	La construction de nouveaux logements permet un renouvellement du parc immobilier par des bâtiments mieux isolés et moins énergivores correspondant à l’axe 6 de la feuille de route de qualité de l’air.
CRTE Contrat de Relance et de Transition écologique (2022)	Métropole Toulon Provence Méditerranée	En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale. Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d’accélérer les dynamiques de transformations à l’œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l’ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l’élaboration d’un CRTE. <i>La commune de Carqueiranne appartient à la Métropole Toulon Provence Méditerranée, dont le Contrat de Relance et Transition Écologique a été signé en février 2022.</i>	Non concerné

PDU Plan de Déplacements Urbains (2016)	Métropole Toulon Provence Méditerranée	<i>Après avoir fait l'objet d'une enquête publique en 2016, le Plan de Déplacements Urbains de la Métropole Toulon Provence Méditerranée a été approuvé par le Conseil communautaire de la Métropole le 16 décembre 2016.</i> Les ambitions de ce PDU sont : • 50 % des déplacements des résidents de TPM réalisés en voiture contre 59 % en 2008 • 10 % des déplacements des résidents de TPM réalisés en transport en commun contre 5,9 % en 2008 • 36 % des déplacements des résidents de TPM réalisés en modes actifs (3 % vélo, 33 % la marche) contre 31 % en 2008 (1,3 % vélo, 30 % la marche) Le Plan de Déplacement Urbain de la Métropole de Toulon Provence Méditerranée se structure autour de 5 grandes orientations déclinées en 15 objectifs stratégiques comptant 46 actions : 1. Une offre de transport collectif globale plus performante et concurrentielle à l'automobile • 1.1. Améliorer la réponse du réseau urbain aux besoins quotidiens des habitants de l'agglomération et des visiteurs • Action n°1 - Développer et structurer le réseau Mistral autour de 4 lignes à haut niveau de service • Action n°2 - Déployer un réseau de site propre sur l'agglomération pour renforcer l'efficacité des transports en commun • Action n°3 - Développer le réseau de TCSP maritime et optimiser le réseau vers les îles d'or • Action n°4 - Améliorer l'accessibilité et l'intermodalité autour du téléphérique et poursuivre sa modernisation • Action n°5 - Poursuivre l'adaptation des services Mistral en soirée, le week-end et pendant les vacances scolaires • Action n°6 - Poursuivre l'amélioration de la desserte en transport en commun des pôles d'activités • Action n°7 - Poursuivre la réalisation des infrastructures nécessaires à l'exploitation du réseau Mistral • 1.2. Optimiser et renforcer les réseaux de transports interurbains • Action n°8 - Optimiser l'offre de transport du réseau Varlib dans l'agglomération et renforcer les liaisons avec les centralités voisines • Action n°9 - Renforcer la place du TER dans le système de transport de l'agglomération • 1.3. Améliorer les interfaces entre les offres de transports • Action n°10 - Améliorer les fonctionnalités d'une billettique interoperable complète pour une tarification combinée et faciliter les modalités de paiement • Action n°11 - Aménager les pôles de correspondances Mistral et les pôles de correspondances avec le réseau interurbain • Action n°12 - Créer l'armature des Pôles d'Échanges Multimodaux et en assurer une meilleure desserte en transports collectifs • Action n°13 - Aménager les pôles d'échanges d'entrée d'agglomération • Action n°14 - Assurer une continuité piétonne et cyclable autour des pôles d'échanges multimodaux et des pôles de correspondances 2. Un nouveau partage de la voirie et une circulation automobile maîtrisée • 2.1 Repenser et apaiser la voirie par des aménagements multimodaux • Action n°15 - Hiérarchiser le réseau routier et y associer des principes d'aménagements • Action n°16 - Mettre en place un plan de modération des vitesses de circulation Structuration du projet • Action n°17 - Finaliser l'aménagement du réseau routier • Action n°18 - Compléter le maillage viaire primaire de l'agglomération • Action n°19 - Apaiser les centres villes par la mise en place de nouveaux plans de circulations et le réaménagement des grands axes urbains • 2.2. Faire du stationnement un levier pour la maîtrise de l'automobile, le report modal et le partage de l'espace public • Action n°20 - Poursuivre et améliorer le maillage de l'agglomération en parking-relais • Action n°21 - Limiter le stationnement aux abords des sites bien desservis par les TC • Action n°22 - Définir une organisation et une tarification stratégique du stationnement qui optimise l'usage de l'offre • Action n°23 - Organiser le stationnement des deux roues motorisées • 2.3. Améliorer la gestion des flux de marchandises • Action n°24 - Améliorer la gestion et l'organisation de la logistique urbaine dans les centralités • Action n°25 - Améliorer l'accueil des poids lourds à Brégaillon et dans les zones d'activités 3. Un territoire favorable aux modes actifs et aux déplacements des Personnes à Mobilité Réduite (PMR) • 3.1. Encourager l'usage du vélo en toute sécurité • Action n°26 - Développer un réseau d'itinéraires cyclables « du quotidien » • Action n°27 - Développer les outils complémentaires d'aménagement pour renforcer la sécurité des cyclistes • Action n°28 - Développer le stationnement cyclable • Action n°29 - Poursuivre les aides à l'acquisition de vélo à assistance électrique et soutenir les initiatives locales en faveur du vélo • 3.2. Apaiser la circulation dans les centralités urbaines et valoriser les modes actifs	-
---	---	---	----------

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Action n°30 - Développer les zones de circulation apaisée et proposer des parcours de qualité • Action n°31 - Améliorer la lisibilité des parcours piétons et cyclables • 3.3. Améliorer les conditions de déplacements des Personnes à Mobilité Réduite (PMR) • Action n°32 - Poursuivre la mise en accessibilité des réseaux de transports en commun par la mise en œuvre des Agenda d'Accessibilité Programmée (Ad'AP) • Action n°33 - Élaborer et mettre en œuvre les Plans de mise en accessibilité de la voirie et des aménagements des espaces publics (PAVE) 4. Une culture de la mobilité durable et un autre usage de la voiture affirmé • 4.1. Encourager les nouvelles formes de mobilité et les pratiques de mutualisation • Action n°34 - Promouvoir et encourager le covoiturage • Action n°35 - Soutenir et étudier les dispositifs innovants • 4.2. Accompagner la transition énergétique pour une circulation propre • Action n°36 - Déployer des stations de recharge pour les véhicules électriques • Action n°37 - Poursuivre le renouvellement de la flotte du matériel roulant et naviguant du réseau Mistral • Action n°38 - Poursuivre et encourager le renouvellement de la flotte de véhicules légers des collectivités • 4.3. Communiquer auprès du public pour changer les habitudes • Action n°39 - Créer une « Maison de la mobilité » pour promouvoir les mobilités alternatives • Action n°40 - Développer une plateforme d’informations dynamique sur l’offre en mobilité du territoire • Action n°41 - Inciter et soutenir la réalisation de plans de mobilités • 4.4. Renforcer la cohérence urbanisme – déplacements • Action n°42 - Élaborer une stratégie de développement autour des axes de transport 5. Une mobilité repensée en période estivale et vers les grandes portes d'entrées maritimes et aérienne • 5.1. Assurer une meilleure desserte du port de Toulon-La Seyne et de l'aéroport international Toulon Hyères • Action n°43 - Améliorer les conditions d'accès au port de Toulon-La Seyne pour les passagers des ferries et des croisières • Action n°44 - Améliorer la desserte de l'aéroport international Toulon-Hyères • 5.2. Proposer une offre de transport adaptée à l'activité touristique du territoire • Action n°45 - Repenser les accès et la circulation sur la presqu’île de Giens et sur les îles d’Or • Action n°46 - Élaborer un plan de déplacements touristiques à l’échelle de l’agglomération	
PLUi Plan Local d’Urbanisme intercommunal	-	Depuis le 1 ^{er} janvier 2018, la Métropole exerce de plein droit la compétence PLU, en lieu et place de ses communes membres. Le PLU intercommunal (PLUi) du territoire de la Métropole Toulon Provence Méditerranée est en attente. Le PLUi est une obligation légale. Il s’agit d’un document d’urbanisme portant les ambitions du territoire en matière d’habitat, de transports, de développement économique, d’environnement. Le PLU intercommunal se substitue aux documents d’urbanisme communaux actuels (PLU, POS, cartes communales). Dans l’attente de ce document, les documents d’urbanisme communaux s’appliquent.	Non concerné
PLU Plan Local d’Urbanisme	-	La commune de Carqueiranne ne dispose pas de PLU. Son urbanisme est régi par le Règlement National d’Urbanisme (RNU).	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Émissions des véhicules			
Certificat Crit’Air	Territoire national	La vignette Crit'Air permet d'identifier les véhicules les moins polluants par le biais d'un autocollant sécurisé de couleur apposé sur le véhicule et intitulé certificat qualité de l'air (Crit'Air). La loi d’orientation des mobilités (LOM), du 24/12/2019 définit un cadre législatif pour les zones environnementales, désormais appelées Zones à Faibles Émissions. L’article 119 de la loi Climat et résilience, publiée durant l’été 2021, est venue renforcer, en particulier, par l’instauration, avant fin 2024, de zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants. Un arrêté publié fin décembre 2021 établit la liste ces agglomérations et les communes qu’elles incluent. Ainsi 43 agglomérations sont désormais dans l’obligation de mettre en place une zone à faibles émissions mobilité, soit 33 agglomérations de plus par rapport à celles instaurées par la Loi d’Orientation des Mobilités. Lors du 3e comité ministériel pour la qualité de l’air du 19 mars 2024, le ministre de la Transition écologique a confirmé l’amélioration continue de la qualité de l’air dans les principales agglomérations françaises et les conséquences induites sur les zones à faibles émissions (ZFE) existantes ou futures. Les obligations en matière de ZFE s’allègent pour les agglomérations de Marseille, Rouen et Strasbourg, qui n'affichent plus de dépassement régulier des seuils réglementaires de qualité de l'air. Elles ne sont plus tenues de poursuivre la mise en œuvre du calendrier légal qui prévoyait la restriction de circulation des automobiles Crit’air 3 au 1er janvier 2025. Au total, 40 agglomérations sont désormais placées en « territoires de vigilance ». Les 2 agglomérations de Paris et Lyon sont toujours soumises aux obligations afférentes aux « territoires ZFE effectifs » en raison de leur dépassement régulier des seuils limites. La ZPA de Toulon (liée aux conditions météorologiques) est en vigueur depuis le 01/06/2023. a zone comprend les communes de Toulon, La Seyne-sur-Mer, Six-Fours-les-Plages, Ollioules, La Garde et La Valette-du-Var, à l'exclusion des autoroutes A50, A57 et A570. La zone est délimitée par les routes suivantes, qui ne font pas elles-mêmes partie de la zone : D18, D16, D559, D11, DN8, D92, Ave. Jean Rouden, Blvd. Émile Jacquemin, Blvd. du Faron, Corniche Marius Escartefigue, Ave. de Beaulieu, Chemin de Terre rouge, D46, A57, A570, D2242, D42. La ZFE métropolitaine de Toulon est en cours d’élaboration. Le bon état de la qualité de l’air, en dessous du seuil réglementaire depuis 2017, permet à la Métropole d’être identifiée comme « Territoire de vigilance » et non plus « Territoire ZFE ». Ainsi la seule exigence réglementaire imposée par la Loi Climat et Résilience est de mettre en place un périmètre ZFE d’ici le 31 décembre 2024, couvrant au moins 50% de la population, dans lequel seuls les véhicules Non Classés (NC) seront exclus. <i>Carqueiranne n’est pas incluse dans le périmètre de la ZPA de Toulon mais devrait faire partie de celui de la future ZFEm.</i>	Non concerné
Environnement & Santé			
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021)	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme. Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D’un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l’impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l’environnement. Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes : • AXE 1 : S’informer, se former et informer sur l’état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes • Action 1 : Connaître l’état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter • Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l’environnement dans les objets du quotidien • Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l’environnement • Action 4 : Informer les propriétaires d’animaux sur l’utilisation des produits biocides • Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l’environnement et la santé • Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse • Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement • AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l’ensemble du territoire • Action 8 : Maitriser l’exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l’environnement • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l’environnement	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose • Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux • Action 14 : Améliorer la qualité de l’air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides • Action 15 : Réduire l’exposition au bruit • AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires • Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l’expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement • Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement • AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l’environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes • Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health • Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l’exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l’environnement • Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses	
PRSE 4 Plan Régional Santé Environnement (2024)	Région Sud PACA	Déclinant au niveau régional le 4^e Plan National Santé Environnement, le PRSE 4 PACA (2022-2027) a été publié en avril 2024. Il comprend 8 actions déclinées en mesures opérationnelles : • Action 1 : Promouvoir la santé environnementale auprès des jeunes : information, connaissances et engagement. • Action 2 : Intégrer la santé environnementale dans l’exercice des professionnels de santé et médico-sociaux, de la diffusion des messages de prévention à la qualité de la prise en charge. • Action 3 : Accompagner les établissements de santé dans leur adaptation au changement climatique et dans leur transition écologique. • Prévenir la vulnérabilité du bâti des établissements de santé face aux effets du changement climatique. • Améliorer la sobriété et l’efficacité énergétiques, accélérer le recours aux énergies renouvelables : mise en place d’un guichet unique pour les établissements de santé. • Décarboner le système de santé et développer l’éco-conception des soins : mise en place d’un dispositif d’accompagnement, de financement et de valorisation des projets • Action 4 : Accompagner l’évolution des pratiques d’aménagement et d’urbanisme pour placer la santé et l’environnement au cœur de la prise de décision. • Promouvoir l’Urbanisme Favorable à la Santé (UFS) • Favoriser l’émergence de projets concrets et transposables • Action 5 : Réduire l’exposition des populations - en particulier des publics les plus vulnérables - à la pollution de l’air extérieur. • Améliorer les connaissances sur les polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé de la population • Renforcer la sensibilisation du public aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé et aux bonnes pratiques pour limiter son exposition • Accompagner les collectivités territoriales pour améliorer la qualité de l’air et pour limiter l’exposition des populations à la pollution atmosphérique • Intégrer les enjeux de santé dans les projets de décarbonation de l’industrie en Provence-Alpes-Côte d’Azur • Action 6 : Développer des habitats favorables à la santé : agir sur la qualité de l’air intérieur (QAI). • Sensibiliser la population à l’importance de la qualité de l’air intérieur (QAI) • Mieux prendre en charge les patients en intégrant la qualité de l’air intérieur dans la pratique médicale • Accompagner les collectivités pour améliorer la qualité de l’air intérieur (QAI) • Prendre en compte la qualité de l’air intérieur dans la construction des bâtiments • Action 7 : Anticiper et réduire les impacts sur la santé des différents usages de l’eau. • Action 8 : Santé et biodiversité, de la réduction des risques à une approche fondée sur les co-bénéfices.	Une évaluation quantitative des risques sanitaires de la pollution atmosphérique sera réalisée dans cette étude

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Les données reprises dans ce sous-chapitre émanent du programme CIGALE (Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air-Climat-Énergie) d'AtmoSud, et des bilans d'AtmoSud.

Les derniers inventaires disponibles en date sont ceux de 2021.

Les émissions sont calculées pour plusieurs polluants et concernent plusieurs secteurs :

- **Agriculture** (émissions engendrées par les activités de culture, élevage, sylviculture et engins/structures associées à ces activités).
- **Transport routier** (émissions liées au transport sur route, pour tout type de véhicules et de motorisation, y compris pour l'usage personnel).
- **Résidentiel**.
- **Tertiaire** (émissions liées aux activités de service. Inclut le bâtiment, les engins spéciaux mais pas le transport).
- **Industrie hors branche énergie** (Industrie manufacturière, construction).
- **Branche Énergie** (émissions liées à la production, à la transformation ou à la distribution d'énergie (raffinage, centrales thermiques, stations de compression, etc.) Inclut également la valorisation énergétique des unités d'incinérations.).
- **Biogénique** (émissions naturelles liées à la végétation, aux zones humides ou encore aux animaux sauvages. Toutes émissions pour lesquelles il n'y a, à priori, pas de responsabilité de l'activité humaine. N'inclut pas les feux de forêt qui font l'objet d'un secteur à part entière).
- **Incendie de forêts**.
- **Séquestration de carbone** (bilan des flux d'absorption/émissions de carbone liés à la gestion et à l'utilisation des sols).

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE LA COMMUNE DE CARQUEIRANNE EN 2021

En 2021, la répartition des émissions de polluants de Carqueiranne est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport routier est le contributeur majoritaire (78 %) suivi par le résidentiel (8,7 %), l'industrie (6,0 %) et l'agriculture (3,6%).
- **Particules PM10** : Le résidentiel est le contributeur majoritaire (63,1 %) suivi par le transport routier (31,8 %) et l'industrie (3,6 %).

⁴ Bien que les émissions naturelles ne soient pas considérées comme une pollution atmosphérique au sens de la loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie de 1996, article 2, celles-ci peuvent être de nature diverse et localement/temporellement être importantes. « Constitue une pollution atmosphérique, l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos,

- **Particules PM2,5** : Le résidentiel est l'émetteur majoritaire (73,4 %) suivi par le transport routier (22,7 %) et l'industrie (2,3 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : Le contributeur majoritaire est le biogénique⁴ (56,1 %) suivi par le résidentiel (31,7 %) et l'industrie (6,8 %).
- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : Les principaux contributeurs aux émissions sont l'industrie (80,2 %) et le tertiaire (11,8 %).
- **Ammoniac (NH₃)** : le secteur de l'agriculture est le principal contributeur (72,5 %), suivi par le transport routier (19,6 %) et le résidentiel (7,8 %).
- **Monoxyde de carbone (CO)** : Les principaux contributeurs aux émissions le résidentiel (85,1 %) et le transport routier (12,6 %).
- **Gaz à Effets de Serre (CH₄, CO₂, N₂O)** : le transport routier est le principal émetteur de GES (71,2 %) suivi par le résidentiel (25,6 %). À noter que la **séquestration carbone** compense à hauteur de 5,5 % les émissions de gaz à effet de serre.

L'histogramme suivant représente le bilan 2021 des émissions de polluants atmosphériques pour la commune de Carqueiranne.

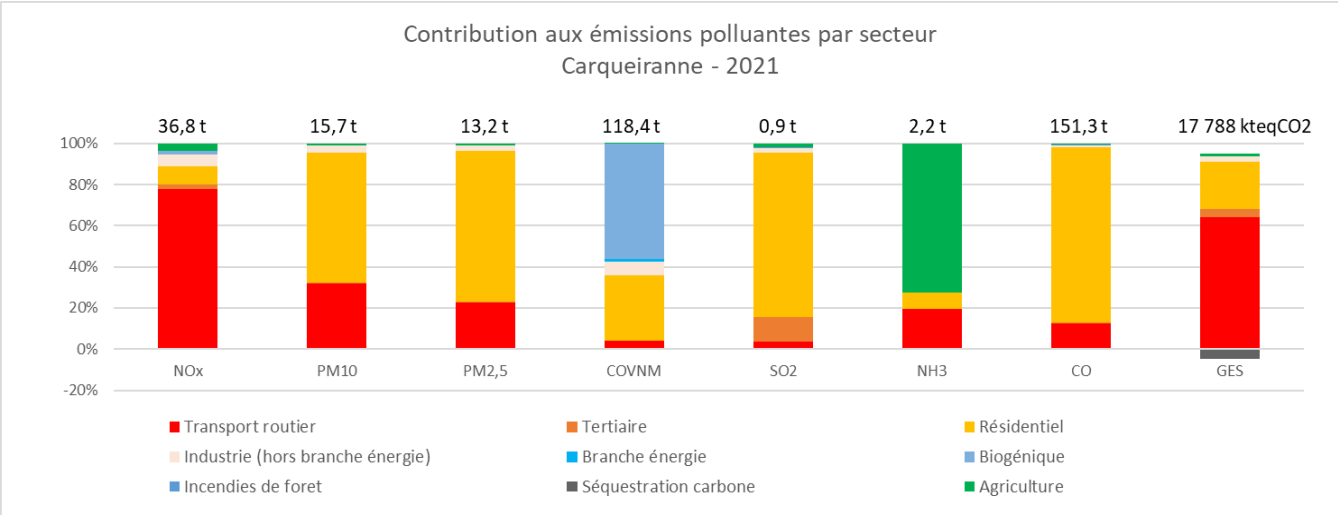


Figure 7 : Émissions de polluants atmosphériques de la commune de Carqueiranne en 2021 selon le secteur d'activité
(Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v10.2)

Sur le territoire de la commune de Carqueiranne, en 2021, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le **transport routier** (NOx, GES, PM10, PM2.5, NH₃, CO), le **résidentiel** (CO, SO₂, PM10, PM2.5, COVNM, GES, NOx), le **tertiaire** (SO₂), l'**industrie** (COVNM, NOx) et l'**agriculture** (NH₃). Les émissions naturelles constituent le contributeur majoritaire des émissions de COVNM.

de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels ou à provoquer des nuisances olfactives excessives. » (Loi LAURE, 1996).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORT

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air. Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial, maritime) peuvent susciter des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser.

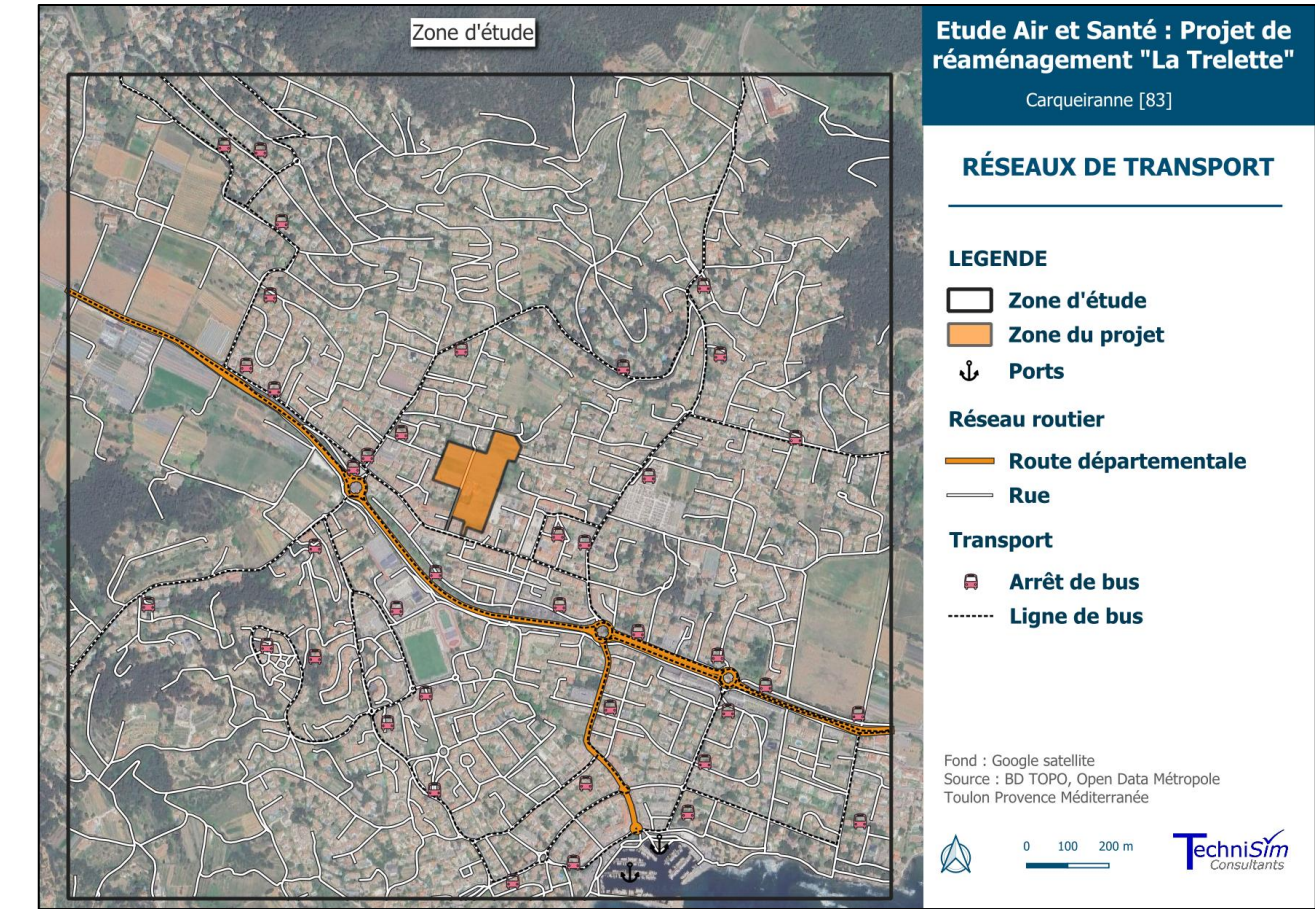


Figure 8 : Réseaux de transport aux alentours du projet

Sur la zone d'étude, concernant les émissions de polluants liées aux transports, le transport routier contribue de manière prépondérante. Le transport maritime contribue également mais de manière moindre comparativement au transport routier.

❖ Transport routier

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage. Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote, de particules PM10, PM2,5 et diesel, de Gaz à Effet de Serre, de Composés Organiques Volatils, de métaux, etc.

⁵ Direction des Infrastructures et de la Mobilité du Var

Sur le territoire de Carqueiranne en 2021, le **transport routier** a consommé les énergies suivantes, en proportion (Source : cigale.atmoSud.org, v10.2) :

- Produits pétroliers (91,0 %) ;
- Autres énergies renouvelables (8,2 %) ;
- Électricité - Émissions indirectes (0,2 %) ;
- Gaz naturel (0,5 %)

La principale voie routière aux alentours du projet est la D559 avec un trafic moyen journalier annuel de 12 887 véh/jour en 2021⁵, (aucun comptage plus récent), soit +1 763 véh/jour par rapport à 2020.

❖ Transport ferroviaire

Le réseau ferré est émetteur principalement de particules (PM10 et PM2,5) et de métaux (cuivre, chrome, mercure), notamment dus aux frottements des caténaires, des rails et aux freinages lorsqu'il s'agit de voies électrifiées. Concernant les trains fonctionnant encore au diesel, les polluants liés à la combustion sont également émis. L'influence du transport ferroviaire (en termes de facteur d'émission de particules et nombre de passages par jour) peut être considérée comme négligeable en comparaison au transport routier (cf. figure suivante).

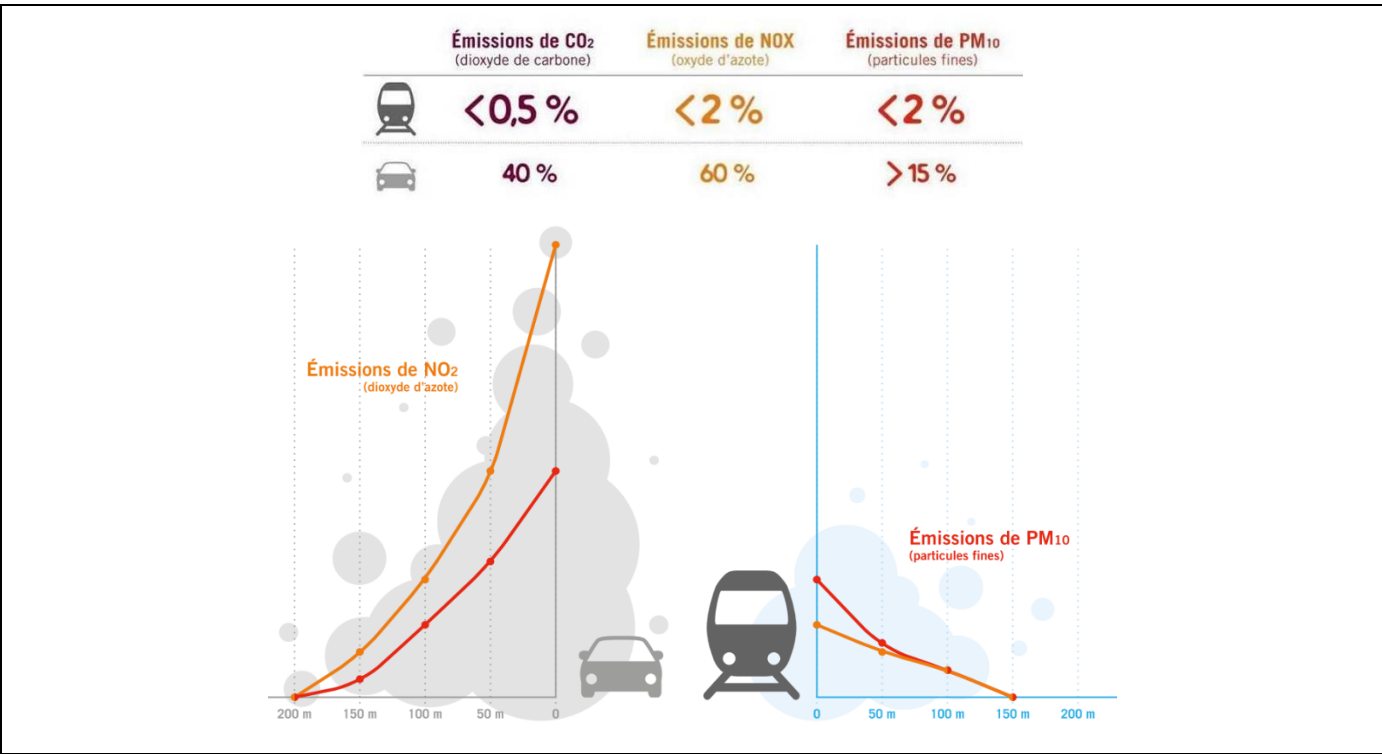


Figure 9 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire (source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes ; ATMO Auvergne-Rhône-Alpes 2015)

Il n'y a pas de voie ferrée au sein de la zone d'étude, les plus proches sont situées à 3,2 km au nord-est (desservant la gare de Hyères).

❖ **Transport aérien**

Les aéroports sont émetteurs de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO₂] principalement, et dans une moindre mesure : méthane [CH₄] et protoxyde d'azote [N₂O]), d'hydrofluorocarbures [HFC] ; d'oxydes d'azote [NO_x] ; de COV (Composés Organiques Volatils) et particules. En outre, selon les données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), le secteur du transport aérien est une source non négligeable de dioxyde de soufre [SO₂] et de plomb [Pb].

Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude. L'aéroport le plus proche est celui de Toulon-Hyères situé à environ 6 km du projet.

❖ **Transport fluvial**

Le transport fluvial et maritime est émetteur de NO_x, particules, COVNM, SO₂.

La figure suivante donne par tonnage de bateau le nombre de poids-lourds nécessaire pour transporter la même quantité.

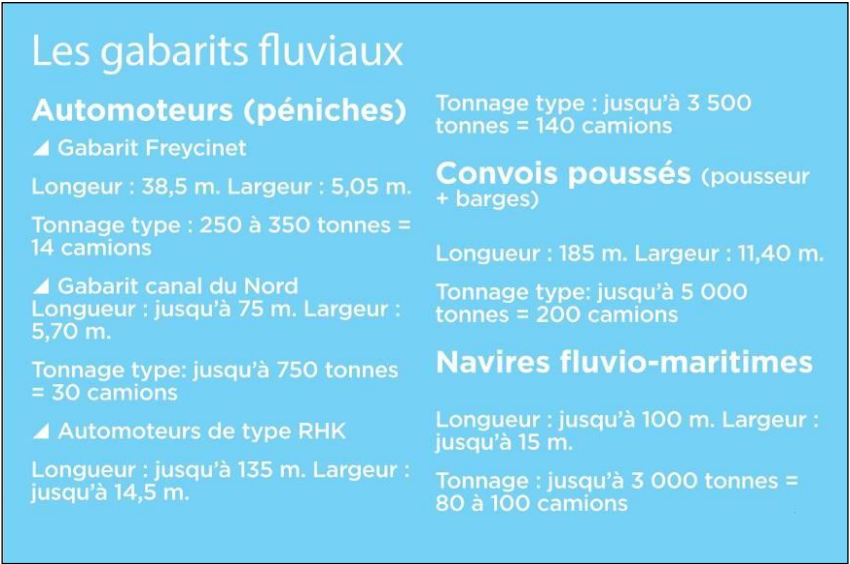


Figure 10 : Comparaison du tonnage transporté par bateau et par camion

Malgré la présence du port de plaisance et du port de pêche à la limite de la zone d'étude au sud, les émissions liées au transport maritime sur la zone d'étude restent faibles par rapport aux émissions liées au transport routier.

8.3. SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole est émetteur de GES, NH₃, NO_x, PM10, PM2,5, COVNM, SO₂.

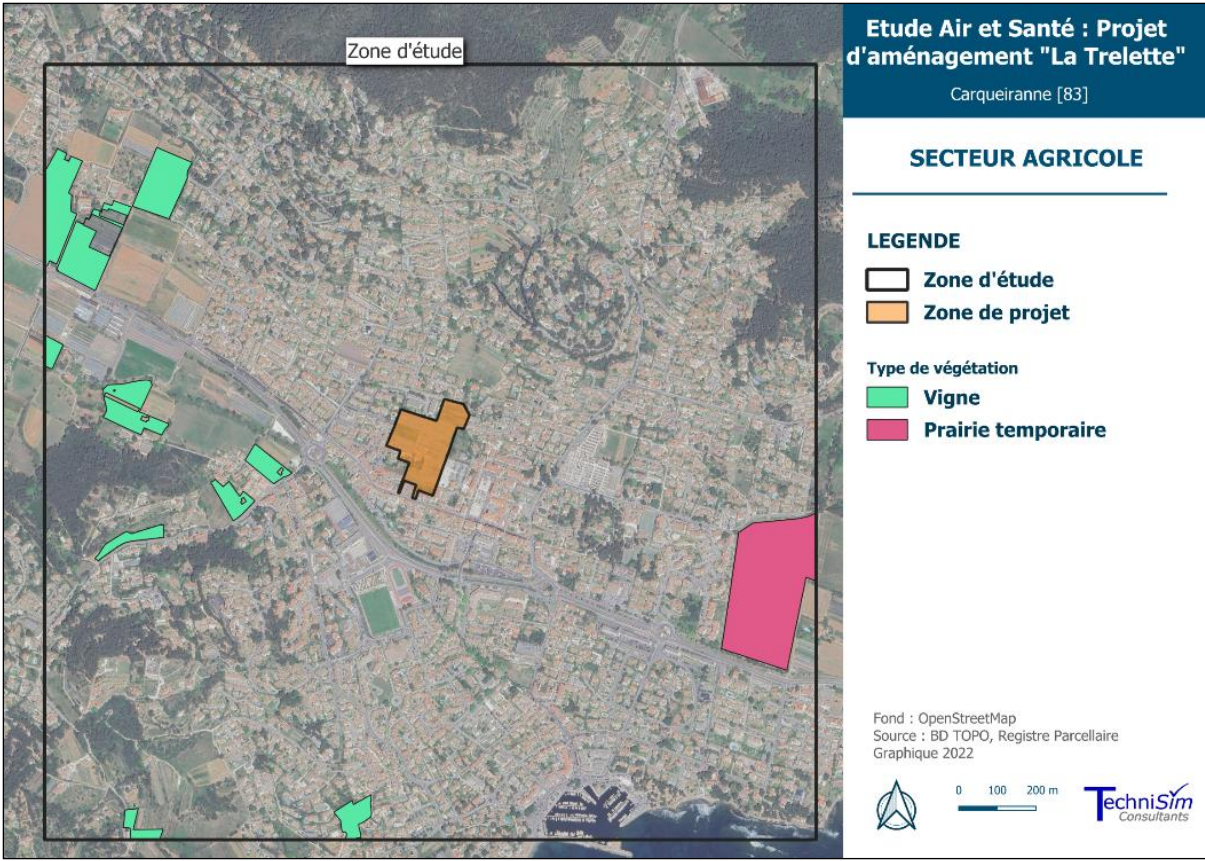


Figure 11 : Parcelles agricoles (source : Registre Parcellaire Graphique 2022)

Selon le Registre Parcellaire Graphique 2022, des parcelles de vignes sont recensées à l'Ouest de la zone d'étude et des prairies à l'Est. L'agriculture contribue de manière minoritaire aux émissions de polluants sur la zone d'étude.

8.4. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est implanté dans la zone d'étude.

8.5. SECTEUR RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs, c’est-à-dire le résidentiel - majoritairement émetteur - et le tertiaire. Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l’utilisation de peintures et de produits contenant des solvants⁶.

D’autres sources mineures sont dues au secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres, et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

Sur le territoire de la commune de Carqueiranne, les secteurs résidentiel et tertiaire ont consommé en 2021 les énergies suivantes (source : CIGALE, Inventaire AtmoSud v10.2) :

- Électricité (70,9 % du secteur résidentiel et 80,5 % du secteur tertiaire)
- Gaz naturel (11,8 % du secteur résidentiel et 14,1 % du secteur tertiaire)
- Produits pétroliers (8,1 % du secteur résidentiel et 5,2 % du secteur tertiaire)
- Bois-énergie (9,1 % du secteur résidentiel et 0,2 % du secteur tertiaire)
- Chaleur et froid issus de réseau (0,1 % du secteur résidentiel et 0 % du secteur tertiaire)

L’histogramme suivant représente le bilan 2021 des énergies consommées par secteur pour la commune de Carqueiranne.

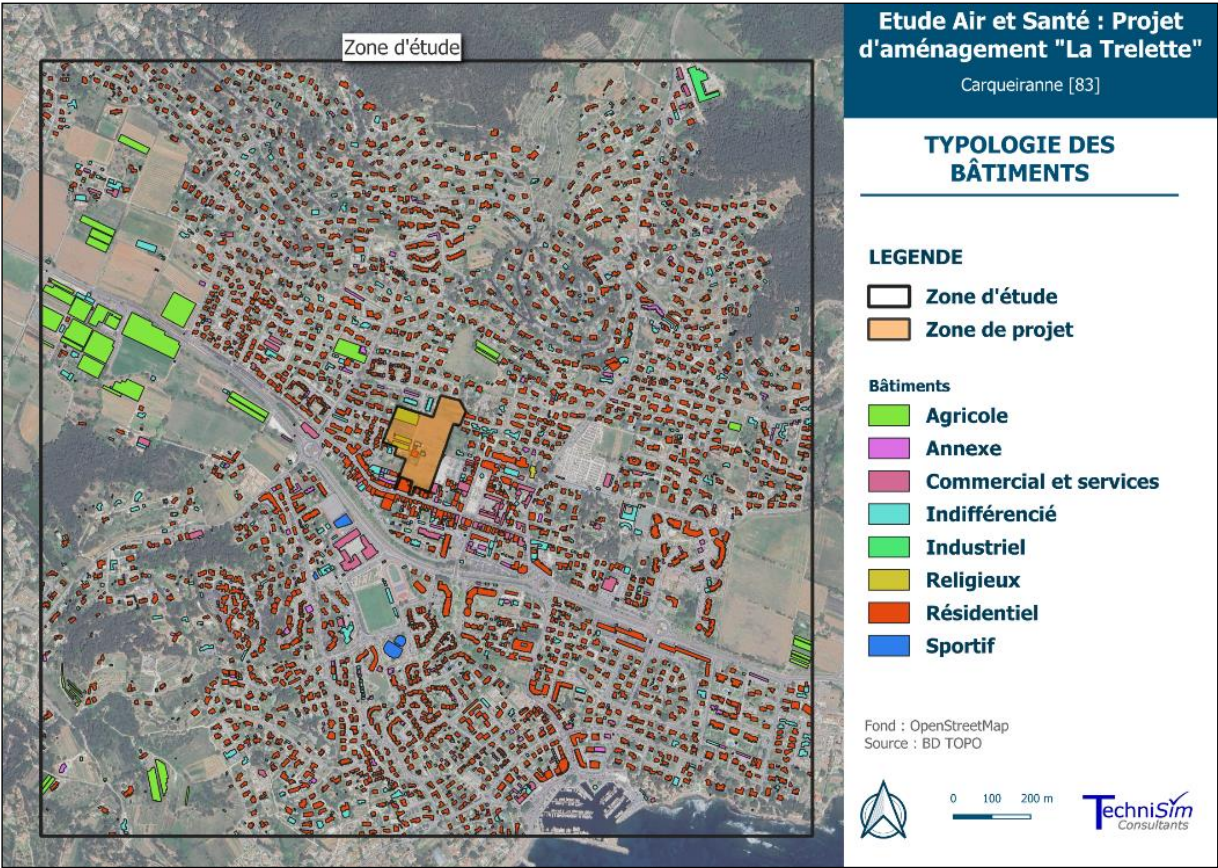


Figure 12 : Environnement du site d’étude par typologie de bâtiments

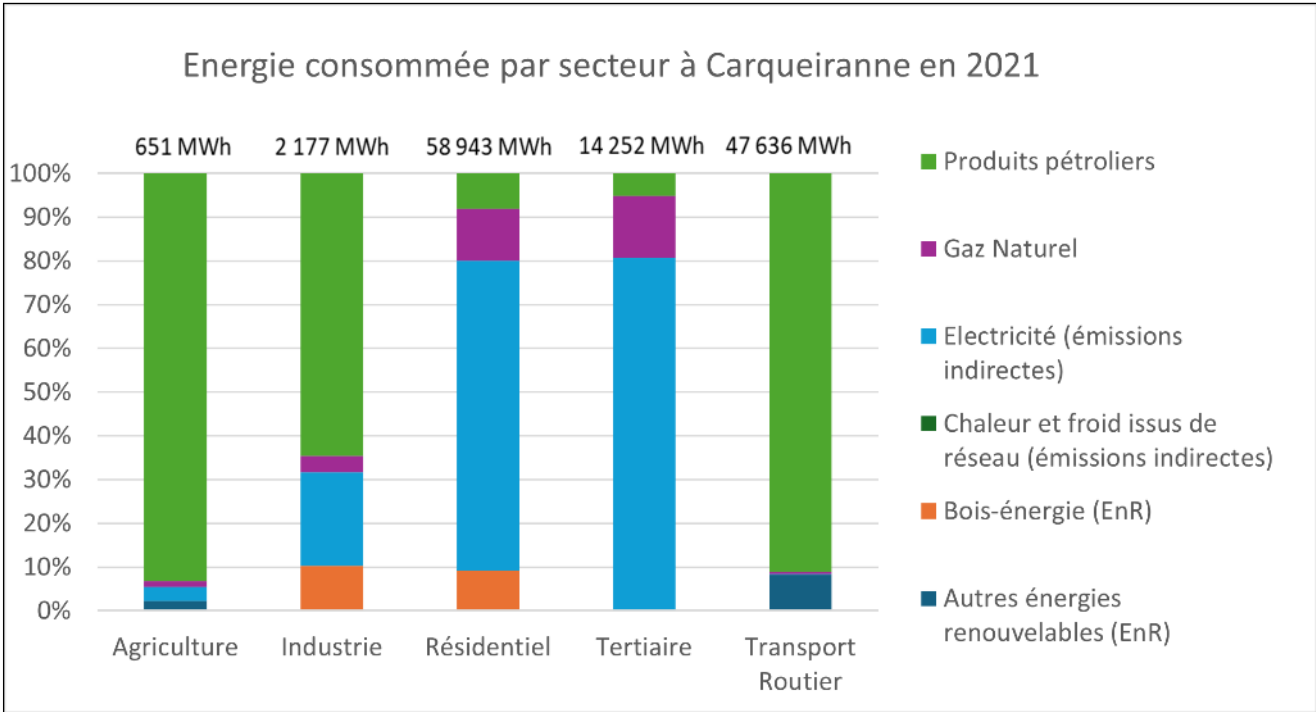


Figure 13 : énergies consommées par secteur pour la commune de Carqueiranne en 2021

L’emprise projet est constituée en l’état actuel de bâtiments agricoles (serres) et de quelques bâtiments résidentiels.

La zone d’étude comprend majoritairement des bâtiments résidentiels, et en moindre mesure des bâtiments à caractère commercial et agricole.

Les secteurs résidentiel, tertiaire et transport routier contribuent aux émissions de polluants sur la zone d’étude, notamment par l’utilisation produits pétroliers, de gaz naturel et de bois comme combustibles.

⁶ Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d’Études de la Pollution Atmosphérique

8.6. SYNTHÈSE

Sur le territoire de la commune de Carqueiranne, en 2021, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le **transport routier** (NOx, GES, PM10, PM2.5, NH₃, CO), le **résidentiel** (CO, SO₂, PM10, PM2.5, COVNM, GES, NOx), le **tertiaire** (SO₂), l'**industrie** (COVNM, NOx) et l'**agriculture** (NH₃). Les émissions naturelles constituent le contributeur majoritaire des émissions de COVNM.

-La principale voie routière aux alentours du projet est la D559 (12 887 véh/jour en 2021, aucun comptage récent).

-Un port de plaisance et un port de pêche sont présents à la limite de la zone d'étude au sud.

-Concernant le secteur résidentiel / tertiaire, l'emprise projet est constituée de bâtiments agricoles (serres) et de quelques bâtiments résidentiels. La zone d'étude comprend majoritairement des bâtiments résidentiels, et en moindre mesure des bâtiments à caractère commercial et agricole.

Le mix énergétique 2021 du résidentiel / tertiaire à Carqueiranne comprend de l'électricité (70,9 % du secteur résidentiel et 80,5 % du secteur tertiaire), du gaz naturel (11,8 % du secteur résidentiel et 14,1 % du secteur tertiaire), des produits pétroliers (8,1 % du secteur résidentiel et 5,2 % du secteur tertiaire) et du bois-énergie (9,1 % du secteur résidentiel et 0,2 % du secteur tertiaire). Ces deux derniers combustibles contribuent de façon importante aux émissions de polluants, et notamment de particules.

-Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est implanté dans la zone d'étude.

-Quelques parcelles agricoles sont retrouvées à l'Ouest et à l'Est de la zone d'étude, principalement des vignes et prairies.

Au niveau de la zone d'étude, les principaux secteurs émetteurs de polluants sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. Le transport maritime et l'agriculture contribuent également mais de manière minoritaire comparativement aux secteurs précités.

9. QUALITÉ DE L’AIR

La Loi sur l’Air et l’Utilisation Rationnelle de l’Énergie, dite loi ‘LAURE’, reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l’État assure-t-il - avec le concours des collectivités territoriales - la surveillance de la qualité de l’air au moyen d’un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés.

Il s’agit des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l’Air (AASQA). Ces associations sont régies par la « Loi 1901".

La surveillance de la qualité de l’air (objectifs de qualité, seuils d’alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du Décret n°98360 du 16 mai 1998.

Un autre décret datant lui aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l’agrément des organismes de la qualité de l’air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l’information du public sur la qualité de l’air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l’air ont une compétence régionale, mais déployable à l’échelle locale. Les AASQA mesurent également les incidences négatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes, conséquemment à l’arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l’air ambiant.

Concernant la région Sud Provence-Alpes-Côte d’Azur, l’organisme en charge de cette mission est l’association AtmoSud.

9.1. ABAISSEMENT DES SEUILS OMS DE RÉFÉRENCE EN 2021

La pollution atmosphérique constitue l’une des principales menaces environnementales pour la santé. Améliorer la qualité de l’air, en réduisant notamment les émissions, permet d’atténuer les changements climatiques et préserve la santé des populations.

Au cours du mois de septembre 2021, les lignes directrices de l’organisation mondiale de la santé (OMS) ont été abaissées afin de réduire l’incidence de la pollution atmosphérique sur la santé⁷.

Les lignes directrices mondiales sur la qualité de l’air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d’orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l’air sont une déclinaison des directives européennes. Elles devraient être revues prochainement. Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l’OMS. Ces préconisations rappellent l’importance d’une meilleure qualité de l’air pour la santé sans oublier que les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurent parmi les principales menaces environnementales.

⁷ <https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>



Figure 14 : Évolution des recommandations de l’OMS pour les PM10, PM2,5, le NO2, l’O3, le SO2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021

La figure suivante présente les recommandations de l’OMS n’ayant pas été réévaluées et demeurant donc valables.

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l’air restant valides
NO ₂ , µg/m³	1 heure	200
SO ₂ , µg/m³	10 minutes	500
CO, mg/m³	8 heures	10
	1 heure	35
	15 minutes	100

Figure 15 : Recommandation de l’OMS pour le NO2, le SO2 et le CO n’ayant pas été réévaluée et restant valides

9.2. PROCÉDURE DE RÉVISION DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE SUR L’AIR AMBIANT ET UN AIR PUR POUR L’EUROPE

Le 26 octobre 2022, la Commission européenne a publié sa proposition de texte pour la révision des directives existantes sur la qualité de l’air ambiant (2004/107/CE et 2008/50/CE)⁸. Les objectifs principaux de la révision sont les suivants :

- Fixer des normes de qualité de l'air plus strictes pour tous les polluants à atteindre à l'horizon 2030 ;
- Définir des dispositions en matière de qualité de l’air dans le cadre du plan d’action « zéro pollution » d’ici 2050 dans l’Union Européenne.

Le 13 septembre 2023, une version amendée de la proposition a été adoptée par le Parlement⁹ fixant des objectifs à atteindre pour 2035 relativement proches des recommandations de l’OMS. Des objectifs intermédiaires sont néanmoins fixés pour l’horizon 2030.

Les négociations sur la forme finale de la loi ont été engagées en novembre 2023 avec le Conseil. Le 20 février 2024, la présidence du Conseil et les représentants du Parlement européen sont parvenus à **un accord politique provisoire**¹⁰ sur une proposition visant à fixer les normes de qualité de l'air à respecter dans l'UE en vue d'atteindre un objectif "zéro pollution" en 2050.

Les nouvelles règles fixeront des limites et des valeurs cibles plus strictes à l’horizon 2030 par rapport aux normes actuelles (cf. tableau suivant ; valeurs limites définies à l’horizon 2030 dans la version amendée de septembre 2023¹¹).

Les valeurs limites et valeurs cibles des polluants approuvées le 20 février 2024 par les négociateurs du Parlement et du Conseil¹², sont relativement proches des lignes directrices de l’OMS. Les polluants concernés sont notamment les particules fines et autres particules en suspension (PM2,5 et PM10), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), le benzo[a]pyrène, l'arsenic, le plomb et le nickel, entre autres. En outre, il sera instauré des valeurs limites pour les polluants actuellement soumis à des valeurs cibles, à l’exception de l’ozone en raison de la complexité de sa formation dans l’atmosphère. Il y aura également plus de points de prélèvement de la qualité de l’air dans les villes.

Les normes de qualité de l'air seront réexaminées d'ici au 31 décembre 2030 et au moins tous les cinq ans par la suite, et plus souvent si de nouvelles découvertes scientifiques le justifient.

La révision promet également de faciliter l’accès à la justice pour tous les citoyens concernés et les ONG environnementales, ainsi que le droit à une compensation en cas de dommages pour la santé causés par une violation de la directive. Il est également prévu la création d’indices de qualité de l’air comparables, clairs et accessibles au public dans l’ensemble de l’UE.

⁸ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2ae4a0cc-55f8-11ed-92ed-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_2&format=PDF
⁹ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0318_EN.html
¹⁰ <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2024/02/20/air-quality-council-and-parliament-strike-deal-to-strengthen-standards-in-the-eu/>
¹¹ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15236-2023-INIT/en/pdf>

Tableau 6 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition amendée de révision des valeurs limites applicables en 2030 (valeur cible pour l’ozone) par la commission européenne pour la protection de la santé humaine¹³

	Valeurs limites actuelles				Valeurs limites applicables au 1 ^{er} janvier 2030			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	Max. journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	Max. journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾
PM2,5	25 µg/m³	-	-	-	10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 j/an	-	-
PM10	40 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 j/an	-	-	20 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 j/an	-	-
NO ₂	40 µg/m³ (depuis le 01/01/10)	-	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 h/an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 j/an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 h/an	-
SO ₂	-	125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 j/an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 h/an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 j/an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 h/an	-
Benzène	5 µg/m³	-	-	-	3,4 µg/m³	-	-	-
CO	-	-	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 j/an	-	10 mg/m³
Plomb	0,5 µg/m³	-	-	-	0,5 µg/m³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-
Nickel	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-
Ozone (Valeur cible)				120 µg/m³ ⁽²⁾				120 µg/m³ ⁽³⁾

⁽¹⁾ Le maximum journalier de la concentration moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s’achève ; autrement dit, la première période de calcul pour un jour donné sera la période comprise entre 17h00 la veille et 1h00 le jour même, et la dernière sera la période comprise entre 16h00 et 24h00 le même jour.
⁽²⁾ Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
⁽³⁾ Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans

Le Parlement a adopté¹⁴ mercredi 24 avril 2024 l’accord politique provisoire avec les pays de l’UE sur de nouvelles mesures visant à améliorer la qualité de l’air dans l’UE, pour protéger la santé humaine, les écosystèmes naturels et la biodiversité.

¹² <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2024/02/20/air-quality-council-and-parliament-strike-deal-to-strengthen-standards-in-the-eu/>
¹³ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7335-2024-INIT/en/pdf>
¹⁴ <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20240419IPR20587/pollution-de-l-air-le-pe-adopte-une-loi-pour-ameliorer-la-qualite-de-l-air>
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0319_FR.html

La loi doit maintenant être adoptée par le Conseil avant d'être publiée au Journal officiel de l'UE et d'entrer en vigueur 20 jours plus tard. Les États membres auront alors deux ans pour appliquer les nouvelles règles.

Les États membres pourront cependant demander, sous certaines conditions, le report de cinq ou dix ans au maximum de l'échéance de 2030 pour atteindre les valeurs limites de qualité de l'air.

Tous les États membres devront élaborer d'ici le 31 décembre 2028 des feuilles de route sur la qualité de l'air qui définissent des mesures à court et à long terme pour se conformer aux nouvelles valeurs limites pour 2030, selon la proposition du Parlement.

9.3. BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN SUD PACA EN 2021

Au cours de l'année 2021, malgré une légère remontée par rapport à 2020 année très atypique (sans toutefois atteindre les niveaux de 2019), la tendance à la baisse des traceurs de la pollution atmosphérique, observée depuis 20 ans, se poursuit et confirme la nécessité de maintenir les efforts de réduction des émissions.

Cette baisse en région Sud PACA est observée pour l'ensemble des principaux indicateurs de la pollution, sauf pour l'ozone dont la formation est très dépendante des conditions météorologiques (cf. figure suivante).

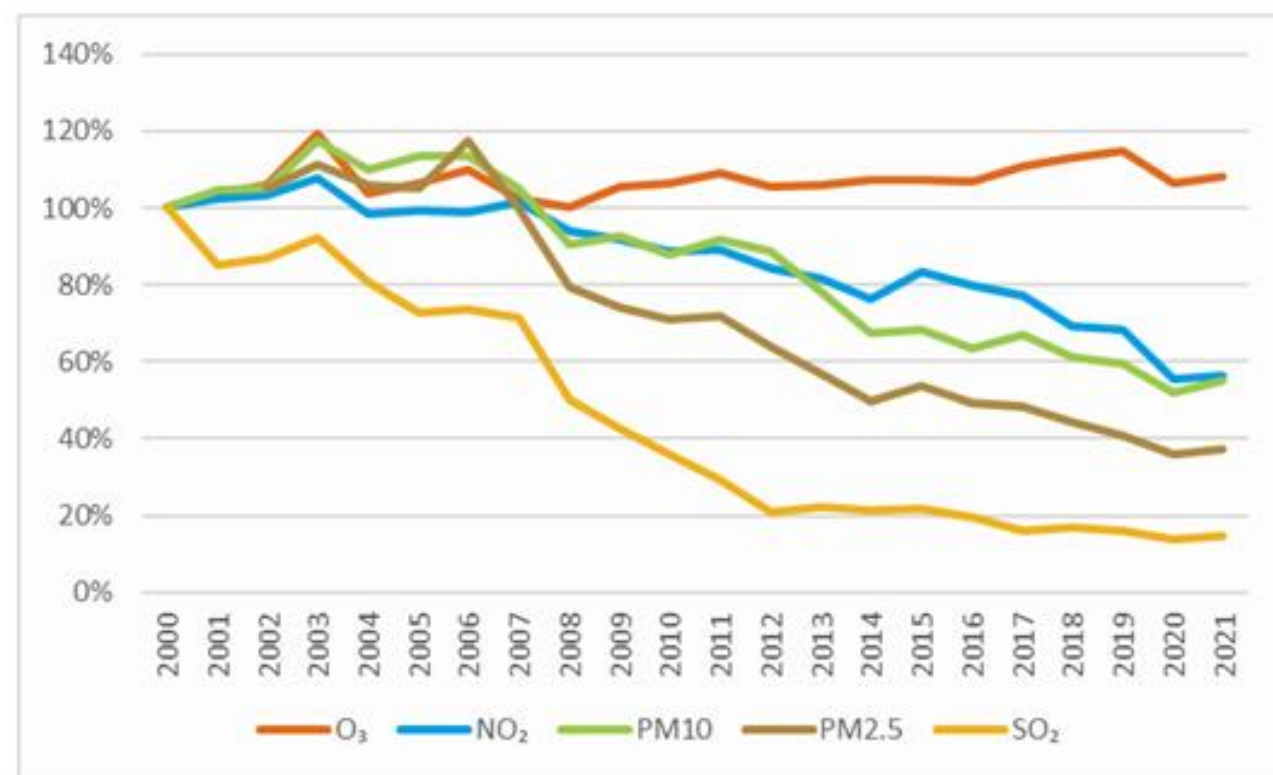


Figure 16 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100)
(Source : AtmoSud)

Cette baisse est attribuée à la réduction des émissions dans tous les secteurs d'activité, dans le cadre de l'évolution de la réglementation et des plans et programmes déployés dans les territoires, comme les PPA. La baisse des émissions est obtenue grâce à :

- L'utilisation de carburant de meilleure qualité (moins soufré pour l'industrie par exemple) ;
- L'amélioration de la performance énergétique des motorisations et des processus ;
- Le recours à des moyens d'abattement et de filtration avant émission dans l'air.

Cette tendance à la baisse a été plus forte en 2020 que la trajectoire normale du fait des périodes de confinement, engendrée par la situation sanitaire, qui ont conduit à une baisse d'activité dans différents domaines, notamment le trafic routier. L'année 2020 reste, bien entendu, une année hors normes.

Avec 19 épisodes de pollution aux particules fines PM10 et à l'ozone pour l'ensemble de la région, 2023 se voit moins polluée que 2022 (36 épisodes). Les particules fines PM10 et l'ozone sont chacun responsables d'environ la moitié des épisodes de pollutions (10 épisodes attribués au PM10 et 9 épisodes attribués à l'ozone en 2023).

Des efforts restent à mener, aussi bien dans les villes que dans les campagnes. Les zones les plus urbanisées du territoire, où les sources de pollution sont les plus nombreuses et dans lesquelles la dispersion des polluants est moins efficace, restent des zones à enjeux vis-à-vis de la qualité de l'air.

Il existe un large panel de moyens à mettre en œuvre pour l'amélioration de la qualité de l'air : évolutions technologiques, aménagement et révision des transports et de l'urbanisme, économies d'énergie, adaptation des comportements individuels ...

Dans les zones rurales, les enjeux de qualité de l'air ne font pas exception, en lien avec la pollution générée par le chauffage au bois, le brûlage des déchets verts, et l'ozone qui pour sa part impacte l'ensemble de la région.

En septembre 2021, les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air ont été révisées afin de mieux protéger les populations. Ces nouvelles valeurs, basées sur des données d'impact sanitaire plus récentes, sont nettement abaissées pour les principaux polluants atmosphériques. Elles visent ainsi à éviter des millions de décès liés à la pollution atmosphérique, l'une des principales menaces environnementales pour la santé. Mécaniquement cela implique une forte augmentation du nombre de personnes exposées à des dépassements.

Les lignes directrices annuelles et journalières ont été abaissées pour les PM10, les PM2.5, le NO₂ et le CO. Deux nouvelles Lignes Directrices ont été créées : annuelle pour l'ozone et journalière pour le NO₂. Enfin, la Ligne Directrice journalière pour le SO₂ a été revue à la hausse.

❖ Oxydes d'azote (NO₂)

La valeur limite annuelle (40 µg/m³) de dioxyde d'azote est respectée pour la majorité des points de mesures de la région, à l'exception de la station trafic de Marseille Rabatau. Les valeurs les plus importantes sont observées à proximité du trafic routier, principal secteur émetteur de dioxyde d'azote. D'autres points de mesure non directement impactés par le trafic routier présentent des valeurs élevées. C'est le cas de Marseille Saint-Louis, probablement à cause de la présence d'autres sources émettrices de dioxyde d'azote, comme le transport maritime.

Des concentrations dépassant les 30 µg/m³ sont toujours observées dans les zones PPA Bouches-du-Rhône et Var. La zone PPA Alpes-Maritimes présente des concentrations proches de cette valeur.

La baisse des concentrations moyennes de dioxyde d'azote au cours des 20 dernières années dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur s'est poursuivie. La légère remontée observée en 2021 par rapport à 2020 n'influe pas sur cette décroissance. La forte baisse de 2020 est due à la diminution du trafic routier, conséquence des mesures de confinement et de télétravail prises à la suite de la crise sanitaire.

❖ Particules PM10 et PM2,5

Les valeurs limites de particules fines PM10 (40 µg/m³ en moyenne annuelle et 50 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) sont respectées dans l'ensemble des points de mesures de la région. L'objectif de qualité (30 µg/m³) est dépassé, en situation trafic à Marseille.

L'abaissement de la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) conduira au dépassement de cette valeur sur la quasi-totalité des sites excepté 3 stations de fond.

Pour l'ensemble des zones PPA de la région, le constat est similaire avec le respect de la valeur limite pour la protection de la santé mais le dépassement la ligne directrice de l'OMS. Seule la zone PPA des Bouches-du-Rhône ne respecte pas l'objectif qualité.

La valeur limite des particules fines PM2.5 (25 µg/m³ en moyenne annuelle) ainsi que l'objectif de qualité (20 µg/m³) sont respectés sur la totalité des points de mesures de la région. En revanche, la ligne directrice de l'OMS, de 2021 (5 µg/m³) est dépassée sur l'ensemble de la région, quelle que soit la typologie de la zone concernée (trafic, urbain de fond et industriel). Ce constat sur les PM2,5, concerne toutes les zones PPA de la région.

La baisse des concentrations moyennes de particules au cours des 20 dernières années en Provence-Alpes-Côte d'Azur s'est maintenue en 2021 et ce quelles que soient les zones concernées. Ne tenant pas compte de 2020, année atypique, la baisse par rapport à 2019 est comparable pour les PM2.5 et les PM10. Elle est davantage prononcée dans les zones impactées par le trafic routier, probablement en lien avec le déploiement du télétravail.

❖ Ozone (O₃)

La valeur cible en ozone pour la protection de la santé (120 µg/m³ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an) n'a pas été respectée sur 20 % des points de la région. Ce constat concerne aussi bien des sites périurbains et ruraux que des sites urbains impactés par les activités industrielles. Les zones concernées sont celles couvertes par les PPA (Bouches-du-Rhône et Vaucluse) et hors PPA.

L'objectif à long terme en ozone pour la protection de la végétation (AOT40) est nettement dépassé sur l'ensemble des points de mesure de la région, toutes zones confondues. En revanche, la valeur cible pour la protection de la végétation n'est dépassée que sur quelques sites, répartis sur la zone hors PPA et la zone PPA des Bouches-du-Rhône.

Après une légère baisse en 2020 due à une météorologie dispersive et la baisse d'activité liée à la pandémie, la concentration de la moyenne annuelle en ozone en 2021 s'inscrit pleinement dans la tendance générale : l'ozone reste le seul indicateur ne montrant pas de diminution significative au cours des dernières années, maintenant cette problématique chronique pour l'ensemble de la région.

❖ Dioxyde de soufre (SO₂)

L'objectif de qualité (50 µg/m³ en moyenne annuelle) de dioxyde de soufre est très nettement respecté dans l'ensemble des points de mesures de la région. Cette conformité est également observée pour les autres valeurs de référence : moyenne hivernale (20 µg/m³) et valeur limite de protection de la santé (3 jours > 125 µg/m³ ou 24 heures > 350 µg/m³).

Ce constat est fait pour tous les types de points de mesure : fond ou industriel. La ligne directrice de l'OMS (3 jours > 40 µg/m³) est également respectée sur tous les sites de mesure.

La baisse importante (plus de 80 %) des concentrations moyennes de dioxyde de soufre au cours des 20 dernières années dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur s'est maintenue en 2021. Des niveaux très faibles en moyenne annuelle ont été enregistrés au cours des cinq dernières années dans toutes les zones de la région. Les valeurs horaires maximales diminuent également et ont atteint, en 2021, 196 µg/m³ à Martigues Les Laurons. Ces pointes sont observées essentiellement lorsque les stations sont sous les vents des activités émettrices de dioxyde de soufre : industrie, transport maritime...

❖ Monoxyde de carbone (CO)

Les concentrations de monoxyde de carbone CO sont en baisse depuis plus de 20 ans en lien notamment avec la baisse des émissions par les activités humaines, notamment le transport routier et la production d'énergie. Les émissions du secteur résidentiel (chauffage domestique) sont stables depuis 2007. Les émissions de l'industrie sont en légère baisse, avec de fortes variations liées aux évolutions de l'activité. Les émissions naturelles sont essentiellement liées aux incendies (notamment en 2016 et 2017).

En raison des niveaux de concentration faibles et en baisse continue, un seul point de mesure permanent est maintenu par AtmoSud. Il a été déplacé depuis le site Marignane vers Marseille Longchamp début 2022. Le site de Port-de-Bouc-La Lègue a été rééquipé à partir de juin 2021. La valeur limite pour la protection de la santé (maximum des moyennes sur 8 heures glissantes : 10 mg/m³) est largement respectée lors des mesures.

❖ Benzène

La valeur limite du benzène (5 µg/m³/an) est respectée dans l'ensemble de la région depuis plusieurs années. L'objectif de qualité (2 µg/m³) également est respecté sur l'ensemble de points de mesure bien que juste atteint en site trafic. Les valeurs les plus importantes sont observées dans les zones impactées par les activités industrielles ou le trafic routier.

Les concentrations moyennes annuelles de benzène sont relativement stables ces cinq dernières années, voire entament une baisse depuis 2019. En 2021, la diminution est moins prononcée qu'en 2020, année particulièrement touchée par les contraintes sanitaires liées à la COVID-19.

❖ **Métaux lourds (As, Cd, Ni et Pb)**

Les valeurs cibles et objectifs de qualité, établis pour les 4 métaux réglementés, sont très largement respectés dans la région depuis plusieurs années, avec une tendance générale à la baisse, malgré quelques variations ponctuelles. En s'affranchissant de la particularité de l'année 2020, 2021 s'inscrit dans cette tendance, à l'exception du plomb en légère hausse à Marseille.

❖ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

La valeur cible pour les HAP est établie pour le benzo(a)pyrène. Fixée à 1 ng/m³ en moyenne annuelle elle est nettement respectée dans la région depuis plusieurs années. En 2021, les concentrations en moyenne annuelle bien que n'atteignant pas 0,5 ng/m³ soit la moitié de la valeur cible sont en légère hausse sur l'ensemble des points de mesure.

❖ **Impact sur la qualité de l'air en 2020 des confinements et des restrictions de déplacements en lien avec la lutte contre l'épidémie de Covid-19**

En 2020, la baisse drastique du trafic routier lors du premier confinement lié à la pandémie de Covid-19 a eu une incidence notable sur la qualité de l'air en impactant directement les émissions de polluants émis par le trafic automobile. Cet événement a permis de mesurer l'efficacité de la diminution importante des sources de pollution dans l'atmosphère, en conditions réelles.

En mars 2021, AtmoSud a publié un état des lieux concernant la qualité de l'air en 2020, dont les conclusions sont retranscrites ci-après.

- **Confinement strict du 17 mars au 11 mai 2020 : une baisse remarquable de la pollution atmosphérique**

Au cours du premier confinement, les restrictions de sortie (fermeture des écoles, télétravail...) ont un impact sur la qualité de l'air. Sur les stations « trafic » des principales agglomérations de la région, les concentrations en oxydes d'azote, traceurs du trafic routier, ont diminué : baisse de 60 % par rapport aux années précédentes.

Au début du confinement, les niveaux de particules fines PM2.5, émises par le trafic, le secteur industriel et le chauffage au bois ont augmenté sur l'ensemble des agglomérations des stations « urbaines ». Cette évolution est liée à la hausse de l'utilisation du chauffage au bois (plus de temps de présence à domicile) et aux conditions météorologiques. À partir de mi-avril, avec des températures en hausse et une baisse d'activité (trafic routier, chauffage au bois...), les concentrations en particules fines ont diminué sur l'ensemble des agglomérations : -40% sur les stations urbaines par rapport aux années précédentes.

- **Deuxième confinement du 30 octobre au 15 décembre 2020 : un impact moins marqué sur la qualité de l'air**

Le trafic routier a moindrement baissé au cours de cette période car les établissements scolaires sont demeurés ouverts, ainsi que nombreux établissements recevant du public. Les concentrations en oxydes d'azote ont cependant diminué de 25 % sur les stations « trafic » par rapport aux années précédentes à la même période.

L'évolution des concentrations journalières de particules fines PM2.5 est similaire à celui du premier confinement : augmentation de 19 % par rapport aux années précédentes à la même période. Les conditions météorologiques

de ce deuxième confinement ne peuvent cette fois-ci pas réellement expliquer cette légère augmentation des particules fines. En revanche, la part de l'activité humaine confinée sur cette période peut être avancée : l'arrivée du froid a favorisé l'utilisation du chauffage domestique ; le télétravail a également pu accentuer son utilisation.

- **Couvre-feu de 18h à 6h du matin depuis le 16 janvier 2021**

Du 16 janvier au 8 mars 2021, la pointe du soir de dioxyde d'azote, traceur du trafic routier, est observée plus tôt (19h) que les années précédentes sur la même période (20h). De plus, la valeur du « pic » est plus faible : 32 µg/m³/h en 2021 contre 45 µg/m³/h en moyenne pour les années 2018 à 2020 (sur la période du 16 janvier au 8 mars).

Les moyennes journalières en oxydes d'azote n'ont pas fortement diminué, contrairement à la période de confinement. La baisse observée par rapport aux années passées peut être rattachée à divers facteurs : évolution du parc automobile, météorologie différente et réduction du trafic routier (télétravail).

9.4. ZONES SENSIBLES POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

L'état des lieux à réaliser dans le cadre du SRCAE doit définir des « Zones Sensibles pour la Qualité de l'Air ». Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.

La définition des zones sensibles en Provence-Alpes-Côte d'Azur a été élaborée à partir de la méthodologie définie au niveau national, appliquée dans toutes les régions élaborant leur SRCAE. Les polluants retenus dans la définition de ces zones sont les particules fines (PM10) et le (NO₂).

Ces zones sont définies en croisant :

- Les zones où les niveaux d'émissions sont excessifs ;
- Les zones qui, par leur densité de population ou la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.

La cartographie des zones sensibles pour la qualité de l'air est illustrée ci-après.

La zone d'étude est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

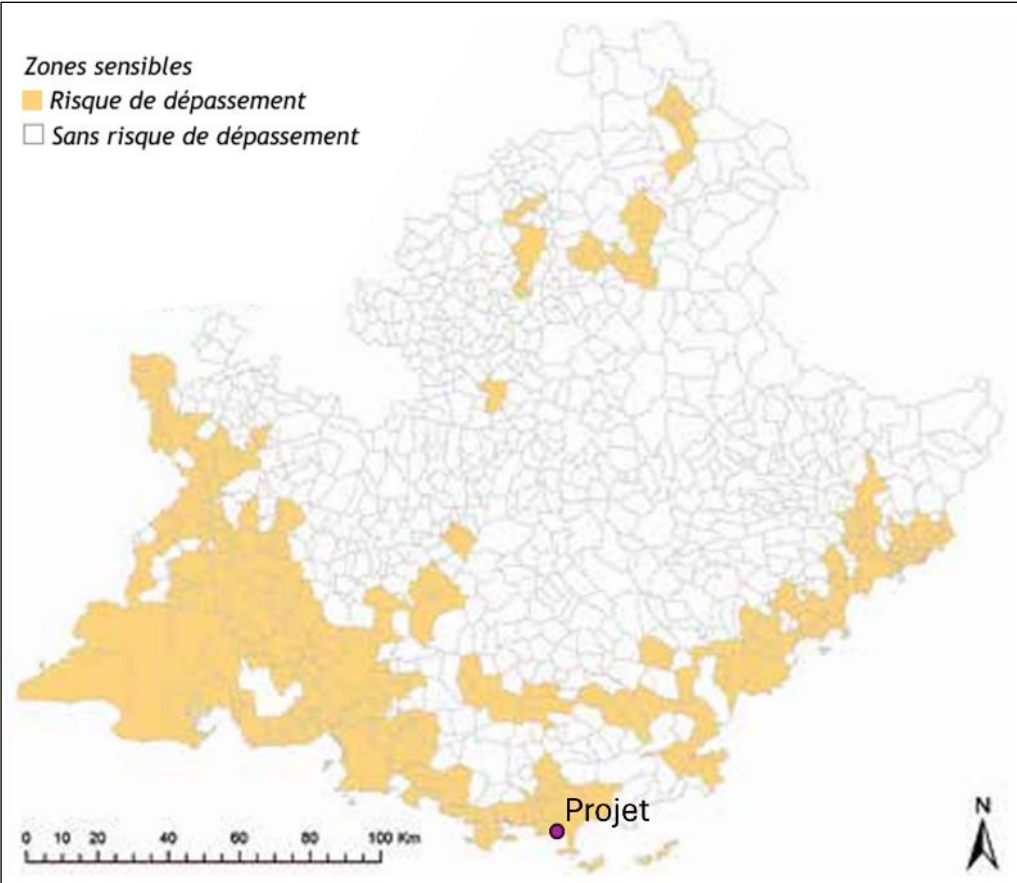


Figure 17 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA

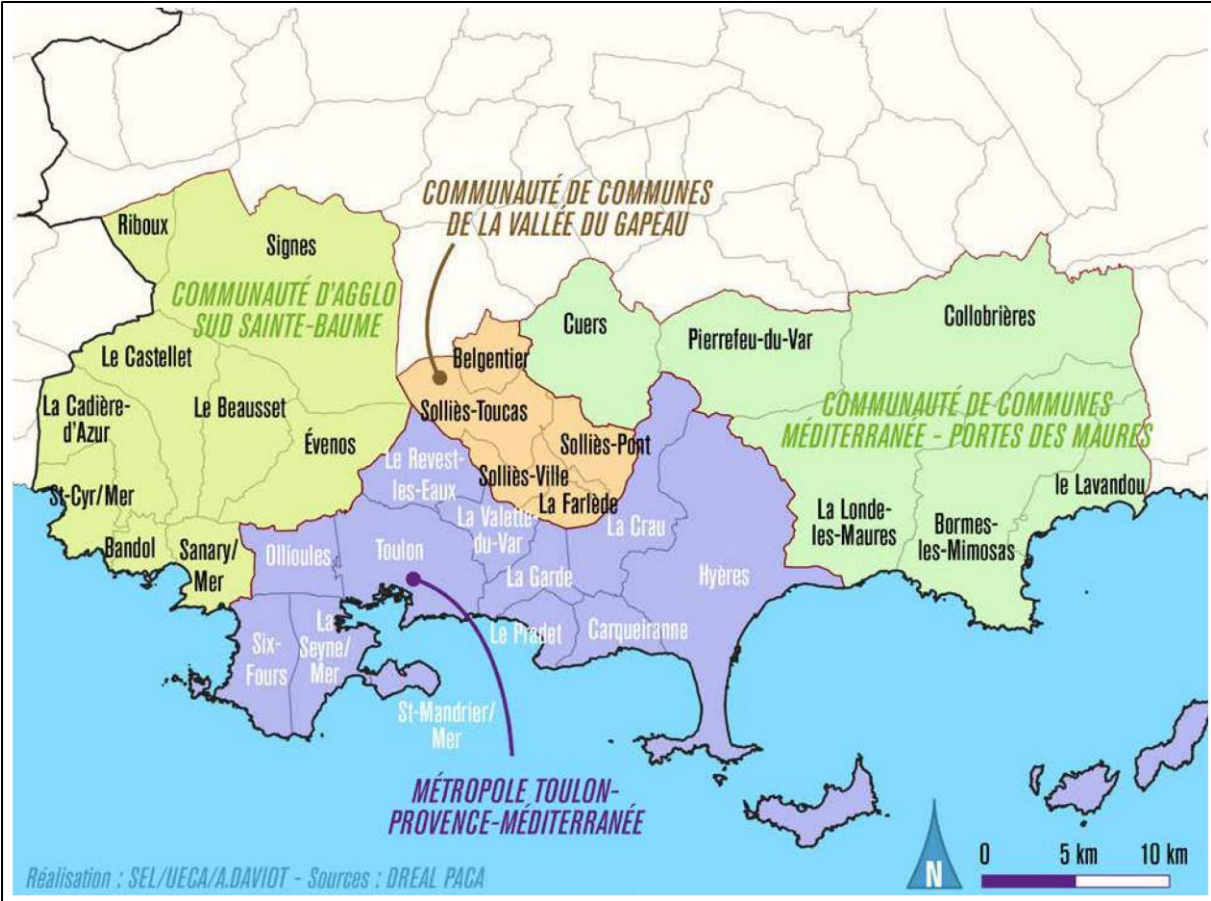


Figure 18 : Territoire couvert par le PPA du Var - Objectifs 2025

9.5. ZONES COUVERTES PAR UN PPA

En région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, plusieurs Plans de Protection de l'Atmosphère sont en vigueur :

- PPA des Alpes-Maritimes (Objectifs 2025) ;
- PPA des Bouches-du-Rhône (Objectifs 2025) ;
- PPA du Var (Objectifs 2025) ;
- PPA du Vaucluse (Objectifs 2030 ; en révision).

La zone d'étude est couverte par le Plan de Protection de l'Atmosphère du Var.

9.6. PROCÉDURES D'INFORMATION-RECOMMANDATION ET D'ALERTE

Dans le Code de l'environnement, sont définis des seuils d'information/recommandations et d'alerte pour différents polluants. Ces seuils correspondent à des niveaux d'urgence, c'est-à-dire à des concentrations de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà desquelles une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou un risque de dégradation de l'environnement.

9.6.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral

Le dispositif de gestion des procédures concerne les épisodes de pollution aux particules (PM10), au dioxyde d'azote (NO₂), et à l'ozone (O₃).
Pour information : le dioxyde de soufre (SO₂) est ajouté à la liste des polluants uniquement pour le département des Bouches-du-Rhône.

Le dispositif a été renforcé en 2017 sur les départements de la région pour une meilleure gestion des épisodes de pollution :

- Le dispositif est activé plus fréquemment, et ce, compte tenu de la réglementation désormais plus stricte ;
- Les mesures réglementaires sont adaptées au contexte local et à la durée ainsi qu'à l'intensité du pic de pollution. Elles sont décidées en réunion, sous l'égide du préfet, d'un Comité associant les représentants de l'État, des collectivités territoriales et des experts scientifiques de la qualité de l'air.

Le dispositif prévoit deux niveaux de réponse :

- Une procédure *d'information-recommandations* : dès le premier jour des prévisions de dépassements des seuils de polluants ;
- Une procédure *d'alerte* : à partir de deux jours consécutifs de dépassement des seuils de polluants. Les mesures peuvent être de niveau 1 ou 2, et sont précisées au cas par cas.

Les mesures prévues en cas de pics de pollution de l'air portent, d'une part, sur l'adoption de comportements permettant de réduire la vulnérabilité des publics les plus sensibles et, d'autre part, sur des mesures susceptibles de réduire les émissions de polluants.

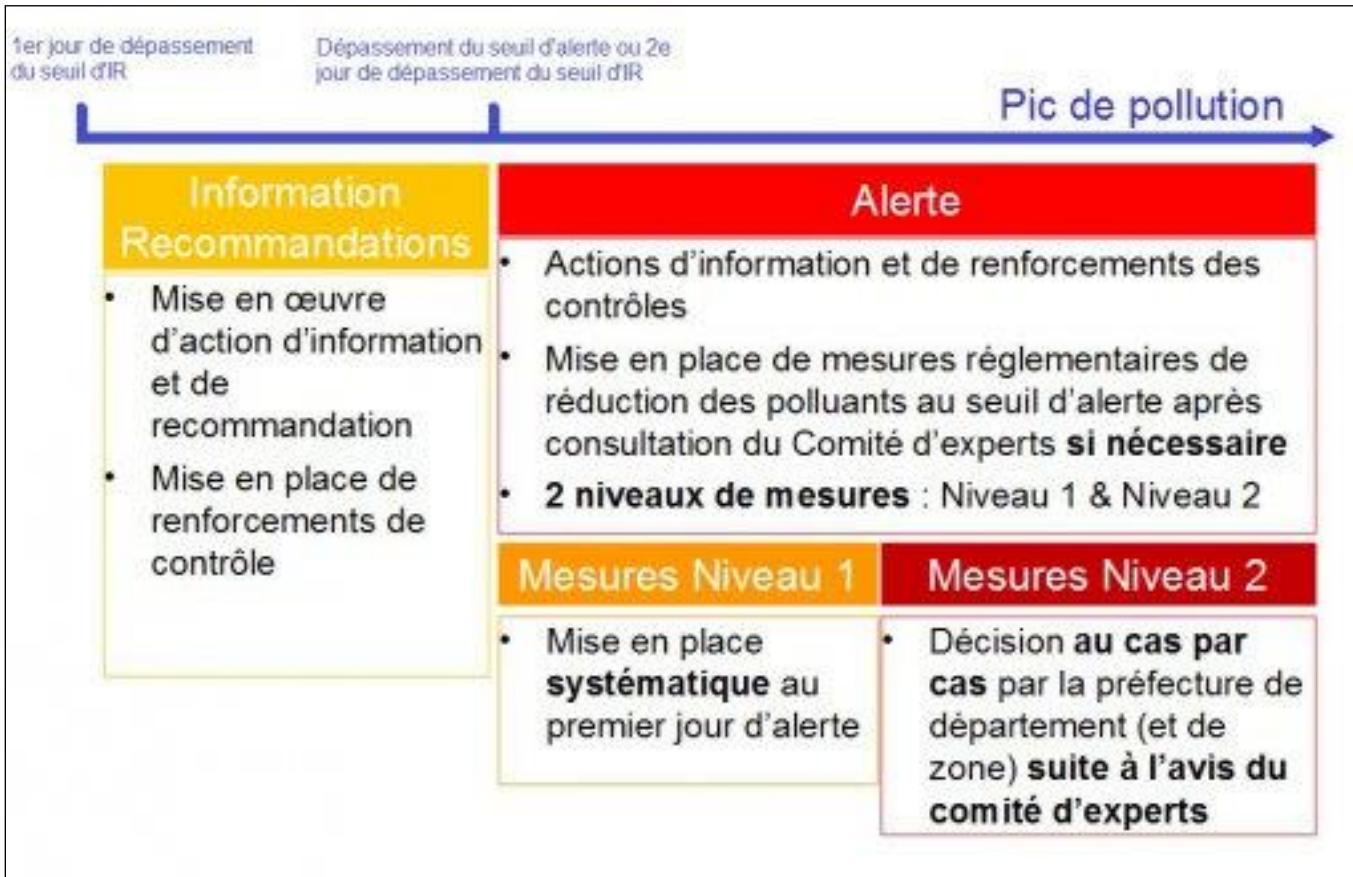


Figure 19 : Dispositif de gestion des épisodes de pollution de l'air

Le dispositif est agencé sur les départements de la région avec :

- **Un arrêté préfectoral zonal** définissant le cadre général harmonisé à l'échelle de la zone : polluants concernés, critères de déclenchement et modalités de mise en œuvre des procédures, modalités de diffusion de l'information, cas spécifiques de la coordination de la zone de défense et de sécurité, mise en place d'un comité d'experts pour la décision de certaines mesures d'urgence (l'arrêté a été signé le 20 juin 2017 par le préfet de la zone de défense et de sécurité Sud) ;
- **Un arrêté préfectoral départemental** déclinant la mise en œuvre du dispositif dans le département : liste des renforcements de contrôle, liste des mesures d'urgence par typologie d'épisodes (nature, durée, ampleur), composition et modalités de consultation du comité d'experts.

Pour le Var, l'arrêté préfectoral n°2017-07-003 a été signé le 13 juillet 2017 par le préfet du département du Var. Le critère de déclenchement des procédures est basé sur l'arrêté zonal. Les polluants visés par les procédures organisées par cet arrêté départemental sont le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules PM10.

La caractérisation d'un épisode de pollution donné est confiée à l'expertise de l'Aasqa compétente. Le prévisionniste caractérise un épisode de pollution en s'appuyant sur la modélisation (prévision) ou sur le constat d'un dépassement de seuil, ou pour le seuil d'alerte sur persistance.

Le dépassement d'un seuil de pollution est caractérisé :

Soit à partir :

- D'un critère de **superficie**, dès lors qu'une surface d'au moins 100 km² au total dans une région est concernée par un dépassement des seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond ;
- D'un critère de **population** : Pour les départements de Haute-Garonne, des Alpes-Maritimes, des Bouches-du-Rhône, du Gard, de l'Hérault, **du Var**, du Vaucluse : lorsqu'au moins 10 % de la population du département sont concernés par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation de fond ;

Soit

- **En considérant les situations locales particulières portant sur un territoire plus limité**, notamment les vallées encaissées ou mal ventilées, les zones de résidence à proximité de voiries à fort trafic, les bassins industriels.

❖ **Niveau d'information et de recommandations**

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'information de l'un des trois polluants est atteint ou risque de l'être. Le seuil d'information correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée a des effets limités et transitoires sur la santé des catégories de populations particulièrement sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques et insuffisants respiratoires chroniques, ...).

Il comprend des actions d'information de la population, des recommandations sanitaires aux catégories de populations particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée, ainsi que des recommandations et des mesures visant à réduire certaines des émissions polluantes, comme par exemple, la recommandation faite par les autorités aux conducteurs de véhicules à moteur de limiter leur vitesse.

- ❖

Niveau d’alerte

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'alerte de l'un des polluants est atteint ou risque de l'être.
Le seuil d'alerte correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement, et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.
En sus des actions prévues au niveau d'information et de recommandations, ce niveau comprend des mesures de restriction ou de suspension des activités concourant à la pollution (industries et transports), y compris, le cas échéant, la circulation des véhicules.
- ❖

Mesures d’urgence applicables à certaines Installations Classées pour la Protection de l’Environnement (ICPE)

Pour le secteur industriel, certaines ICPE font l’objet de prescriptions particulières en cas d’épisodes de pollution pour un polluant donné.
Ces prescriptions sont prévues dans leurs arrêtés d’autorisation d’exploiter.
- ❖

Mesures d’urgence applicables au secteur des transports en fonction de la typologie de l’épisode

Les préfets des départements peuvent mettre en place les mesures de restriction de la circulation selon les classes de véhicules définies par l’arrêté interministériel du 21 Juin 2016. Le ministre chargé de l’aviation civile décide des mesures relevant du secteur aérien conformément à l’instruction technique du 24 septembre 2014. Les services locaux de l’aviation civile, informés d’un épisode de pollution en cours ou à venir, peuvent activer tout ou partie des mesures prévues dans l’arrêté préfectoral relatif à la gestion des épisodes de pollution de l’air ambiant.
Durant la période d’application des mesures d’interdiction de la circulation de certaines catégories de voitures particulières, les autorités organisatrices de transports concernées peuvent faciliter par toute mesure tarifaire incitative l’accès aux réseaux de transport public en commun de voyageurs.

Le tableau suivant précise les seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution dans la région pour les polluants concernés.

Tableau 7 : Seuils de déclenchement des niveaux d’information et d’alerte		
POLLUANTS	Seuil d'information et de recommandations	Seuil d'alerte
Particules en suspension (PM10)	50 µg/m³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h	80 µg/m³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h Déclenchement sur persistance pour J et J+1 si 50 µg/m³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h pendant 2 jours consécutifs : J-1 et J et/ou J et prévision de dépassement pour J+1
Ozone (O₃)	180 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant une heure	Protection sanitaire de toute la population : 240 µg/m³ en moyenne horaire, sur 1 heure Mise en œuvre progressive de mesures d’urgence : 1^{er} seuil : 240 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives 2^e seuil : 300 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives 3^e seuil : 360 µg/m³ en moyenne horaire
Dioxyde d'azote (NO₂)	200 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 1 heure	400 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives ou Déclenchement pour J et J+1 si 200 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 1 heure pendant 2 jours consécutifs J-1 et J et que les prévisions font craindre un dépassement pour le lendemain (J+1)
Dioxyde de soufre (SO₂)	300 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 1 heure	500 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives

Le tableau suivant dresse la liste des mesures d’urgence à même d’être décidées par le préfet du Var en fonction des secteurs d’activités et de la typologie de l’épisode de pollution.

Tableau 8 : Mesures d'urgence du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution de l'arrêté préfectoral du Var

MESURES	Seuil d'alerte 2 niveaux:	Épisode type "combustion hivernale"	Épisode type "multi- sources"	Épisode estival
1. Secteur industriel				
• Mise en œuvre de prescriptions particulières prévues dans les autorisations d'exploitation des ICPE	N1	X	X	X
• Mise en œuvre de prescriptions particulières prévues dans les autorisations d'exploitation des ICPE en situation de crise	N2	X	X	X
• Réduire l'activité sur les chantiers générateurs de poussières et recourir à des mesures compensatoires (arrosage, etc.) ;	N2	X	X	
2. Secteur des transports :				
• abaisser de 20 km/h les vitesses maximales autorisées sur les voiries sans toutefois descendre en dessous de 70 km/h ;	N1	X	X	X
• limiter le trafic routier des poids lourds en transit dans certains secteurs géographiques, voire les en détourner en les réorientant vers des itinéraires de substitution lorsqu'ils existent, en évitant toutefois un allongement significatif du temps de parcours ;	N2	X	X	X
• restreindre la circulation des véhicules les plus polluants définis selon la classification prévue à l'article R. 318-2	N2	X	X	X
du code de la route, hormis les véhicules d'intérêt général mentionnés à l'article R. 311-1 du code de la route ;				
• modifier le format des épreuves de sports mécaniques (terre, mer, air) en réduisant les temps d'entraînement et d'essais ;	N2	X	X	
• raccorder électriquement à quai les navires de mer en substitution à la production électrique de bord par les groupes embarqués, dans la limite des installations disponibles ;	N2	X	X	X
• reporter les essais moteurs des aéronefs dont l'objectif n'est pas d'entreprendre un vol ;	N2	X	X	X
• reporter les tours de piste d'entraînement des aéronefs, à l'exception de ceux réalisés dans le cadre d'une formation initiale dispensée par un organisme déclaré, approuvé ou certifié, avec présence à bord ou supervision d'un instructeur.	N2	X	X	X

3. Secteur résidentiel et tertiaire :				
• suspendre l'utilisation d'appareils de combustion de biomasse non performants ou groupes électrogènes ;	N1	X	X	X
• reporter les travaux d'entretien ou de nettoyage effectués par la population ou les collectivités territoriales avec des outils non électriques (tondeuses, taille-haie...) ou des produits à base de solvants organiques (white-spirit, peinture, vernis décoratifs, produits de retouche automobile...) ;	N1	X	X	X
• faire respecter l'interdiction des brûlages à l'air libre des déchets verts.	N1	X	X	X
4. Secteur agricole :				
• recourir à des procédés d'épandage faiblement émetteurs d'ammoniac ;	N2		X	X
• recourir à des enfouissements rapides des effluents ;	N2		X	X
• suspendre la pratique de l'écobuage et les opérations de brûlage à l'air libre des sous-produits agricoles ;	N1	X	X	
• reporter les épandages de fertilisants minéraux et organiques en tenant compte des contraintes déjà prévues par les programmes d'actions pris au titre de la directive 91/676/CEE du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles ;	N1	X	X	X
• reporter les travaux du sol.	N2	X	X	X

9.6.2. Historique des dépassements

Le diagramme qui va suivre illustre le nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département du Var depuis 2017.

Avertissement : les données 2020 sont à considérer avec prudence, compte tenu du contexte particulier de ladite année, au regard des mesures de confinement instaurées afin de lutter contre l'épidémie de Covid-19 – avec des répercussions significatives sur les trafics routiers et donc sur la qualité de l'air.

Il est à retenir que, dans le département du Var, les déclenchements concernent uniquement les **PM10** (période hivernale) et l'**ozone** O₃ (période estivale).

À l'échelle du département du Var, 2020 marque la première année sans déclenchement de procédure d'alerte. En revanche les dépassements du seuil d'information-recommandation pour les PM10 et l'ozone sont encore récurrents chaque année. Le nombre d'épisode fluctue selon les années en lien avec les conditions météorologiques.

En 2023, le département a connu 10 dépassements du seuil d'information pour les PM10 et 9 pour l'ozone. Cela fait 4 années de suite qu'il n'y a pas eu de dépassements entraînant une alerte.

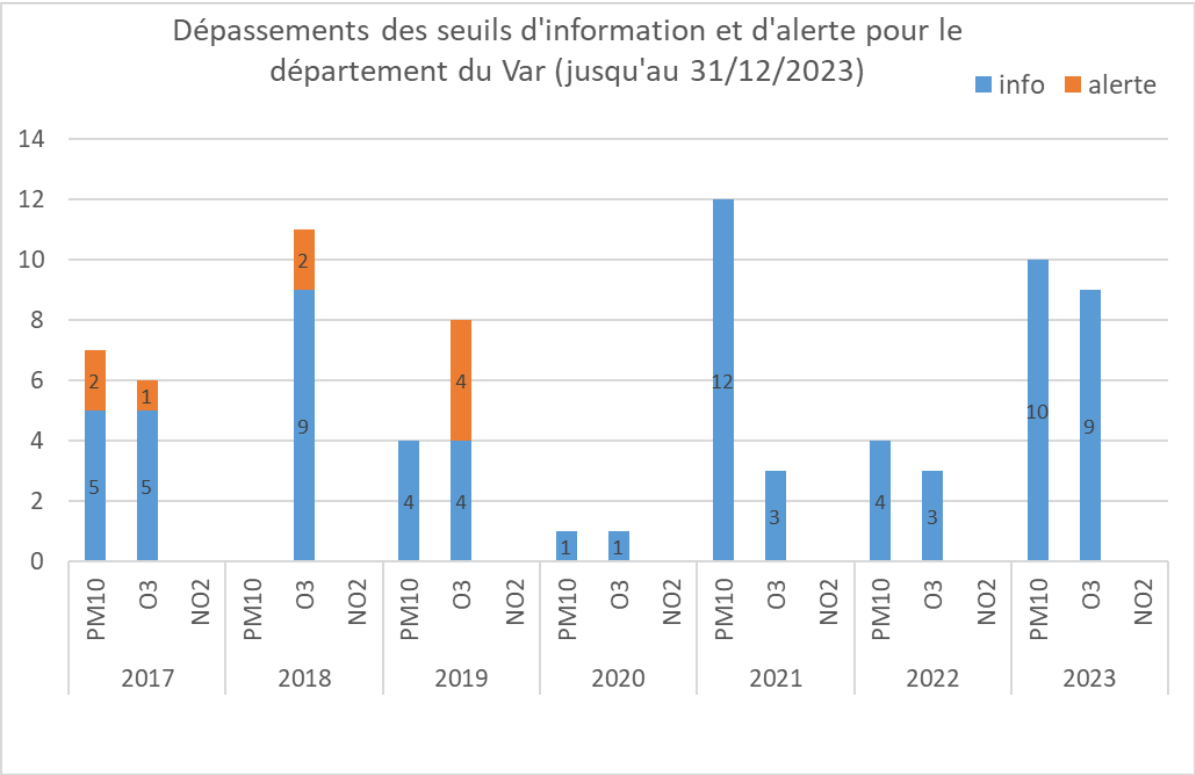


Figure 20 : Nombre de jours de dépassement des seuils d’information-recommandations et d’alerte pour le département du Var (source : historique AtmoSud)

9.7. DONNÉES ATMOsUD

9.7.1. Mesures réalisées par AtmoSud

L’AASQA AtmoSud ne dispose pas de station de mesure proche du projet. Les caractéristiques de la station la plus proche (« Toulon Valette Université ») sont résumées dans le tableau ci-après. Sa localisation est repérée planche également suivante.

Cette station ne permet pas de renseigner sur la qualité de l’air de la zone d’étude. Nonobstant, elle informe des tendances prévalant dans le contexte local.

Avertissement :

- Les stations ‘de fond’ ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite ‘de fond’ (**pollution à laquelle la population est soumise en permanence**), représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.
- Les stations ‘Trafic’ mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, ...). Les niveaux mesurés à ces endroits correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste. La représentativité des mesures est locale et est variable selon la configuration topographique et la nature du trafic.

Tableau 9 : Caractéristiques des stations de mesure AtmoSud

Station	Type	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
TOULON VALETTE UNIVERSITÉ	Fond périurbain	Avenue George Pompidou 83144 La Valette-du-Var	6,7 km Nord-Ouest	O ₃ PM2,5

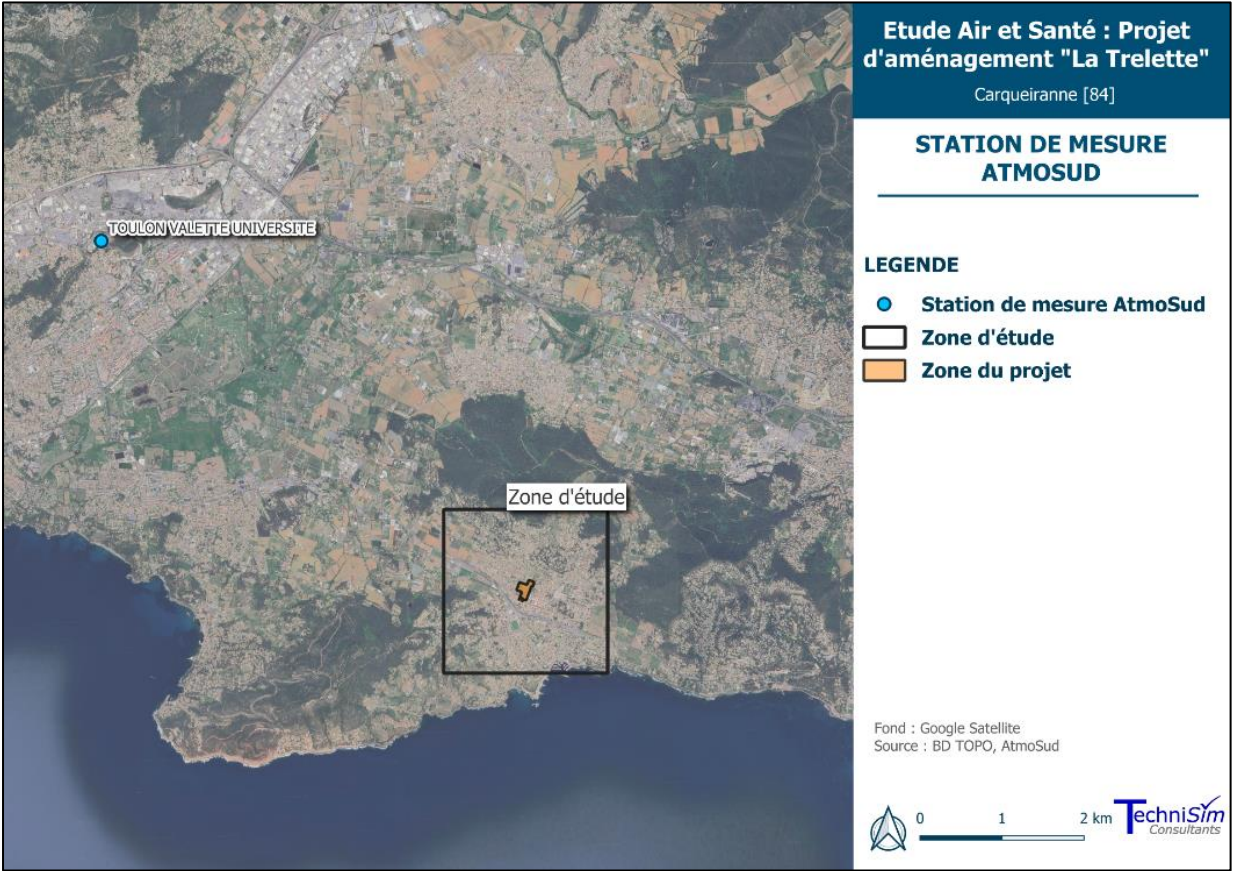


Figure 21 : Localisation des stations de mesure AtmoSud par rapport au projet

Tableau 10 : Concentrations en ozone O₃ relevées par AtmoSud

Ozone µg/m³		Max horaire	Nb Dép. 180 µg/m³ en moy. horaire	Nb Dép. 240 µg/m³ en moy. horaire	Max journalier de la moy. sur 8 h	Nb Dép. 100 µg/m³ de la moy. journ. sur 8 h	Nb Dép. 120 µg/m³ en moy. journ. Sur 8 h en moy. sur 3 ans
Stations	Année	-	Seuil info-recommandation	Seuil d'alerte	-	OMS : 3 à 4 dép. max	Seuil de protection de la santé Objectif qualité = aucun dép.
TOULON VALETTE UNIVERSITÉ	12/2022	69	0	0	64,5	0	n.r.
	2023	159,7	0	0	146,5	5	n.r.

n.r. : non représentatif

Tableau 11 : Concentrations en PM2,5 relevées par AtmoSud

PM2,5 µg/m³		Moyenne annuelle	Max journalier	Nb Dép. 15 µg/m³ en moyenne journalière
Stations	Année	Valeur limite : 25 µg/m³ Objectif de qualité : 10 µg/m³ OMS : 5 µg/m³	-	OMS : 3 à 4 dép. max.
TOULON VALETTE UNIVERSITÉ	12/2022	n.r.	21,4	5
	2023	8,7	31,6	44

n.r. : non représentatif

Les résultats des mesures de la station AtmoSud Toulon Valette Université (fond urbain) ne sont disponibles que depuis le 01/12/2022 :

Pour l’ozone O₃ : en 2023, le nombre de dépassements de la limite journalière fixée par l’OMS est supérieur aux préconisations de l’OMS (5 contre 3 à 4 dépassements maximum annuels préconisés au maximum). Cependant aucun seuil de recommandation ou d’alerte n’a été dépassé.

Pour les PM_{2,5} : la concentration moyenne annuelle de 2023 est inférieure à la valeur limite réglementaire et à l’objectif de qualité ; en revanche, elle est supérieure aux préconisations de l’OMS (8,7 contre 5 µg/m³ préconisés). De plus, le nombre de dépassements par an de la limite journalière préconisée par l’OMS est supérieur au seuil de l’OMS (44 au lieu de 3 à 4 dépassements maximum par an).

Afin d’obtenir des informations sur la qualité de l’air à l’échelle de la zone d’étude, une campagne de mesures in situ sur la zone d’étude est mise en place.

9.7.2. Indice ATMO

L’indice français relatif à la qualité de l’air est l’indice « ATMO ». L’arrêté du 10 juillet 2020 (NOR : TRER2017892A) modifiant cet indice a été publié le 29/07/2020. Il abroge l’arrêté de 2004. Ce texte et le nouvel indice sont entrés en vigueur le 1^{er} janvier 2021.

Le nouveau calcul de l’indice ATMO tient compte des particules PM2,5 qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l’organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement des particules inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. En outre, il fournit une prévision calculée à l’échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l’ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l’exposition de la population à la pollution de l’air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l’EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l’état de l’air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais. Le code couleur s’étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais). Chaque indice se subdivise en 5 sous-indices étant eux-mêmes représentatifs d’un polluant de l’air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10)
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5)

- Ozone (O₃)
- Dioxyde d’azote (NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)

La figure suivante représente les seuils et les codes couleur pour cet indice redéfini.

		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	>150
Max horaire journalier	NO2	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	>340
Max horaire journalier	O3	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	>380
Max horaire journalier	SO2	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	>750

Figure 22 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021

L’indice caractérisant la qualité globale de l’air de la journée considérée est égal au sous-indice le plus dégradé.

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il donne une représentation différente de la qualité de l’air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l’air.

Nonobstant, le nouvel indice ATMO prend en compte les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s’agit d’une représentation simplifiée de la qualité de l’air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d’incertitude (à l’image des bulletins météorologiques).

En corollaire, ce qui peut apparaître comme une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l’air moyenne/ dégradée/ mauvaise/ très mauvaise/ découle du changement de la méthode de calcul, de l’intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils. Cela ne résulte pas en tout état de cause d’une dégradation de la qualité de l’air qui tend à s’améliorer depuis vingt ans.

L’historique du nouvel indice ATMO pour la commune de Carqueiranne à partir du 1^{er} janvier 2023 jusqu’au 31 décembre 2023 est fourni sur le graphique suivant.

D’après l’indice ATMO, en 2023, à Carqueiranne, l’air était considéré comme « Bon » 0,8 % de la période, « Moyen » 68,8 % de la période, « Dégradé » 25,5 % de la période, et « Mauvais » 4,7 % de la période.

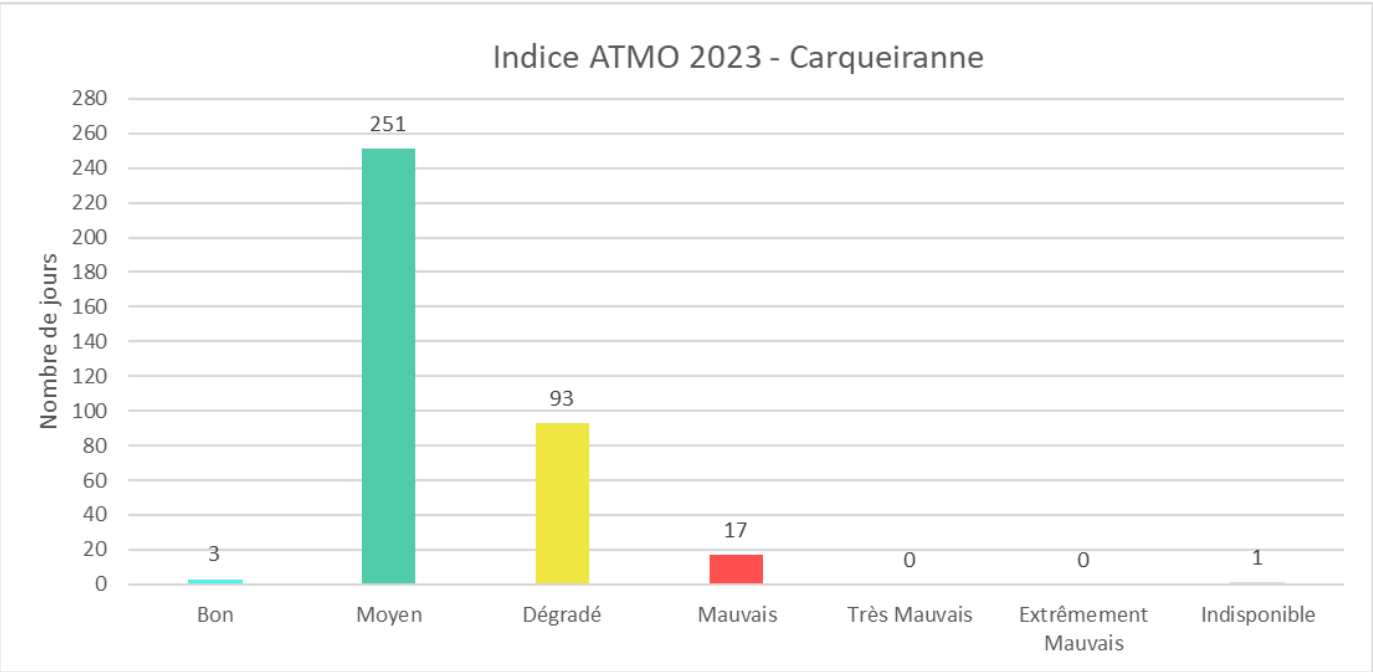


Figure 23 : Historique des indices ATMO de l’année 2023 pour la commune de Carqueiranne

9.7.3. Modélisations AtmoSud aux abords du projet

Les planches en pages suivantes informent sur les teneurs en PM10, PM2,5, NO₂ et O₃ modélisées par AtmoSud au niveau de la zone d’étude pour l’année 2022.

Parmi les polluants règlementés modélisés par AtmoSud en 2022, à l’échelle de **l’emprise projet** :

- Les seuils réglementaires annuels (PM10, PM2,5, et NO₂) sont respectés.
- Les objectifs de qualité pour le NO₂ et les particules PM10 sont respectés, excepté pour les particules le long de la D559. Les objectifs de qualité pour les particules PM2,5 ne sont pas respectés le long de la D559 ni sur l’emprise du projet.
- La valeur cible (moyenne de la concentration sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé) de l’O₃ semble être atteinte. La formation est fortement dépendante des conditions météorologiques et la modélisation AtmoSud n’est pas assez précise ;
- Les recommandations de l’OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂ (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées au niveau des axes routiers présentant un minimum de trafic, et en condition de fond (excepté pour le NO₂ qui semble respecté). Celle de l’O₃ (Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des 6 mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée) est dépassée également.

En tout état de cause, la qualité de l’air sur l’emprise projet peut être qualifiée de plutôt dégradée, compte-tenu des recommandations OMS non respectées en condition de fond (Dioxyde d’azote NO₂, Particules PM10 et PM2,5 et ozone O₃).

Tableau 12 : Résultats numériques des modélisations AtmoSud au sein de l’emprise projet en 2022)

Paramètres	Valeur réglementaire Objectif de qualité Recommandation OMS	Valeurs au sein de l’emprise projet en 2022
Dioxyde d’azote (NO ₂) Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m ³ Objectif de qualité : 40 µg/m ³ Recommandation OMS : 10 µg/m ³	Entre 10 et 15 µg/m ³ Route D559 : entre 15 et 30 µg/m ³
PM10 Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m ³ Objectif de qualité : 30 µg/m ³ Recommandation OMS : 15 µg/m ³	Entre 15 et 20 µg/m ³ Route D559 : Entre 20 et 30 µg/m ³
PM10 Moyenne journalière au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil d’information et de recommandation	Valeur d’information et de recommandation : 50 µg/m ³	Environ 25 µg/m ³ Route D559 : Entre 30 et 40 µg/m ³
PM2,5 Moyenne annuelle	Valeur limite : 25 µg/m ³ Objectif de qualité : 10 µg/m ³ Recommandation OMS : 5 µg/m ³	Entre 8 et 12 µg/m ³ Route D559 : entre 12 et 17 µg/m ³
Ozone (O ₃) Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée	Recommandation OMS : 60 µg/m ³	Environ 115 µg/m ³
Ozone (O ₃) Moyenne de la concentration sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé	Valeur cible : 120 µg/m ³ pour 8 heures	Environ 115 µg/m ³

Des concentrations en dioxyde d’azote élevées prévalent aux abords des axes à fort trafic. Les seuils réglementaires annuels sont respectés pour tous les polluants (NO₂, PM10, PM2,5). Dans l’ensemble, la qualité de l’air peut être qualifiée de plutôt mauvaise compte-tenu des recommandations OMS dépassées (dioxyde d’azote NO₂, Particules PM2,5 et ozone O₃).

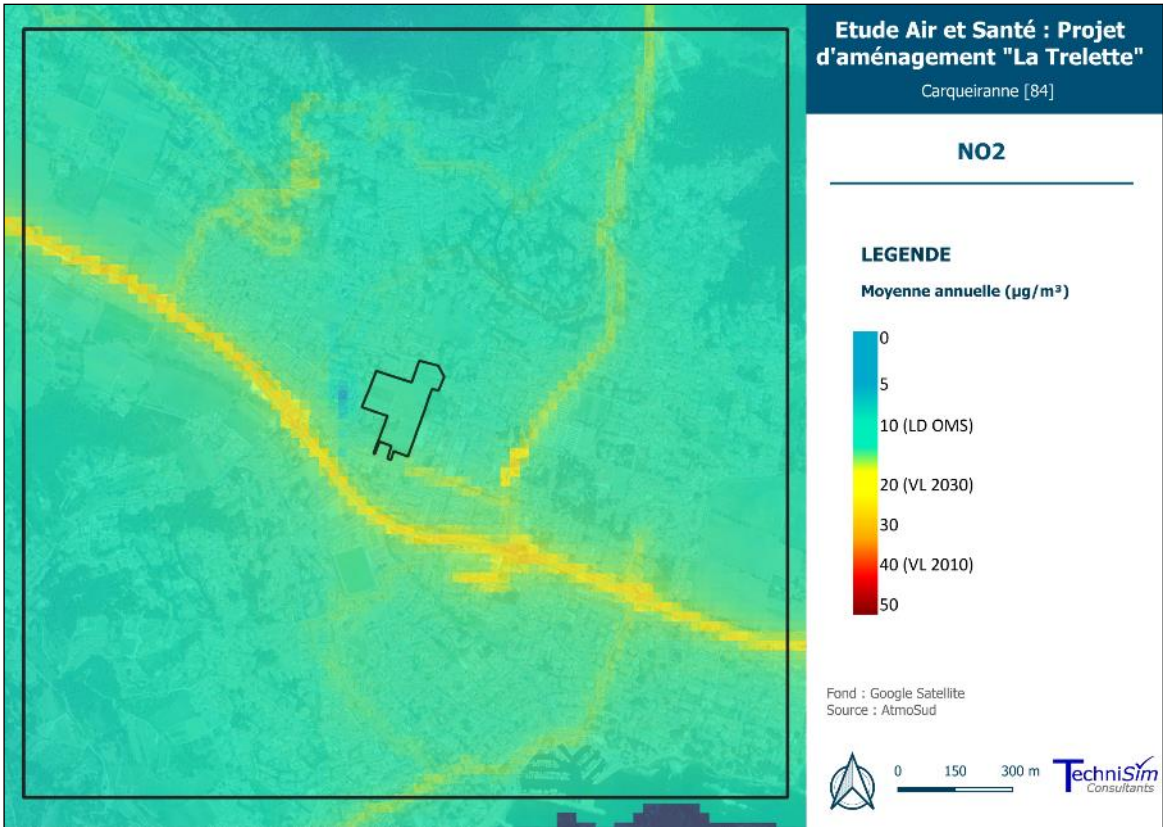


Figure 24 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2022 (source : AtmoSud)

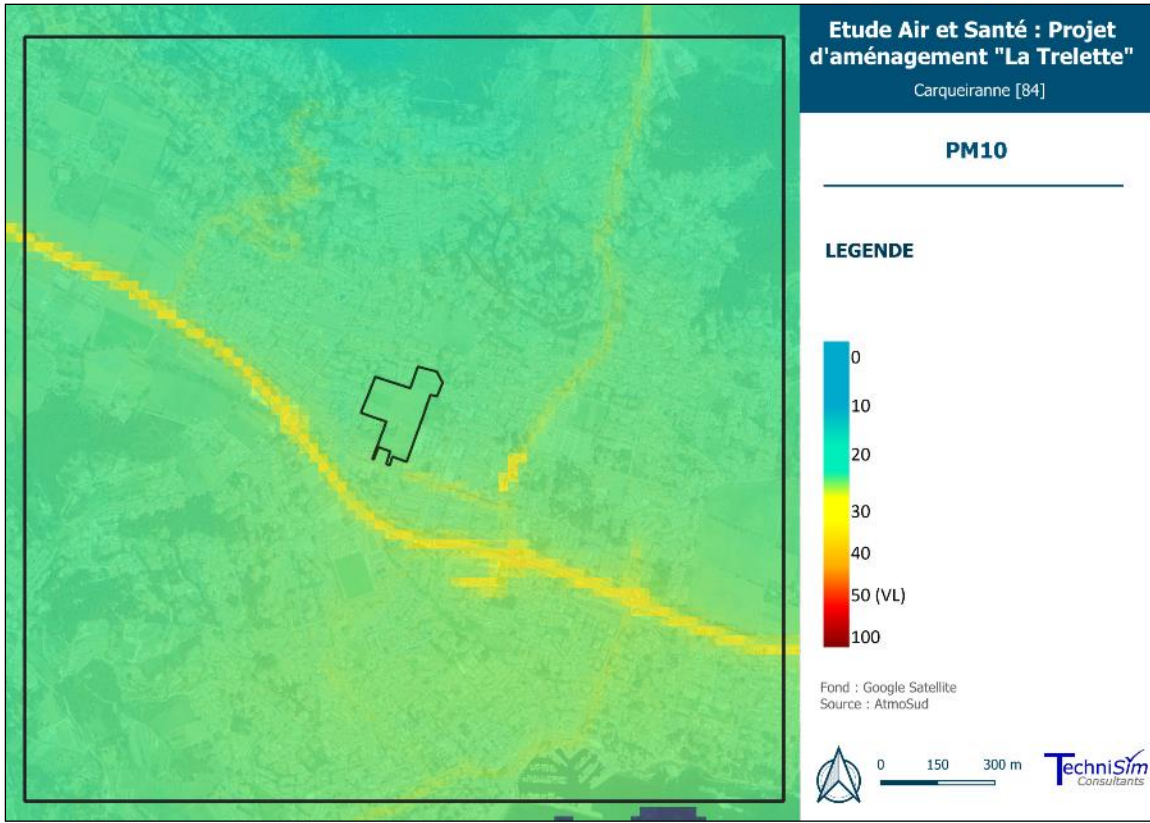


Figure 26 : Cartographie de la modélisation des concentrations en moyenne journalière au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil journalier (50 µg/m³) pour les PM₁₀, 2022 (source : AtmoSud)

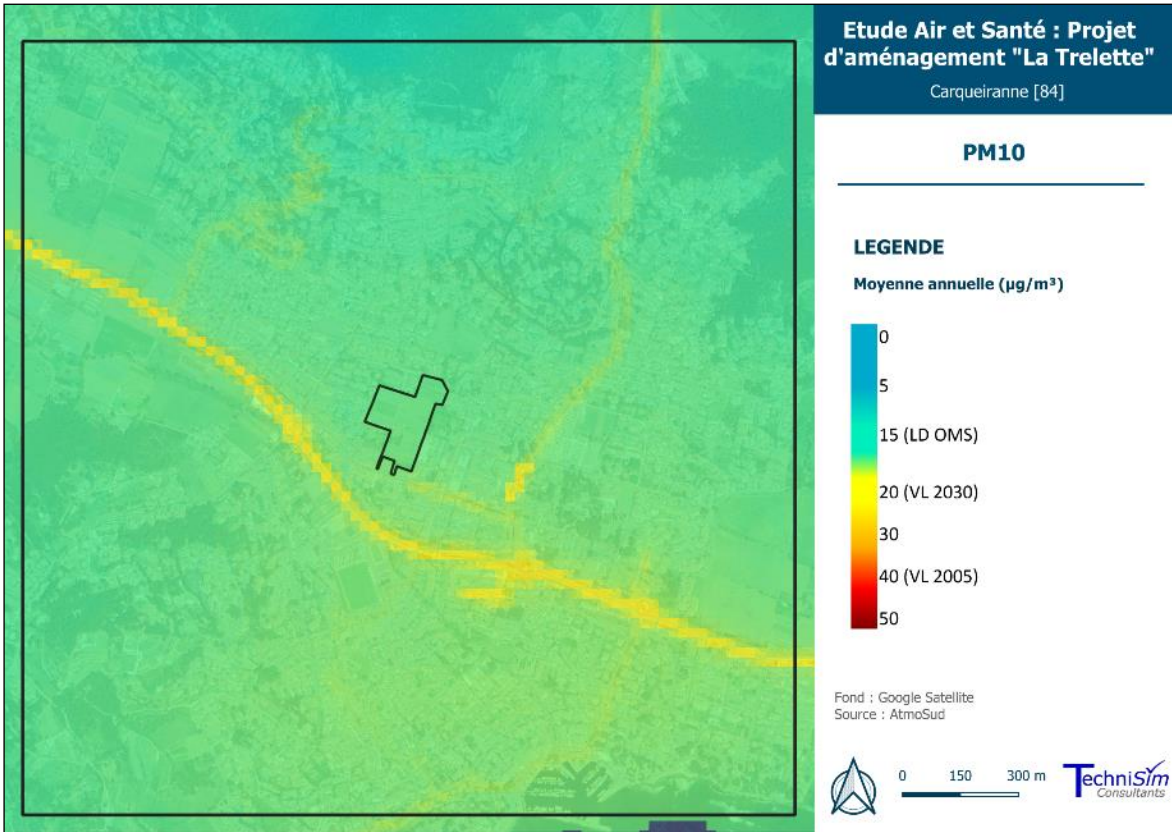


Figure 25 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM₁₀, 2022 (source : AtmoSud)

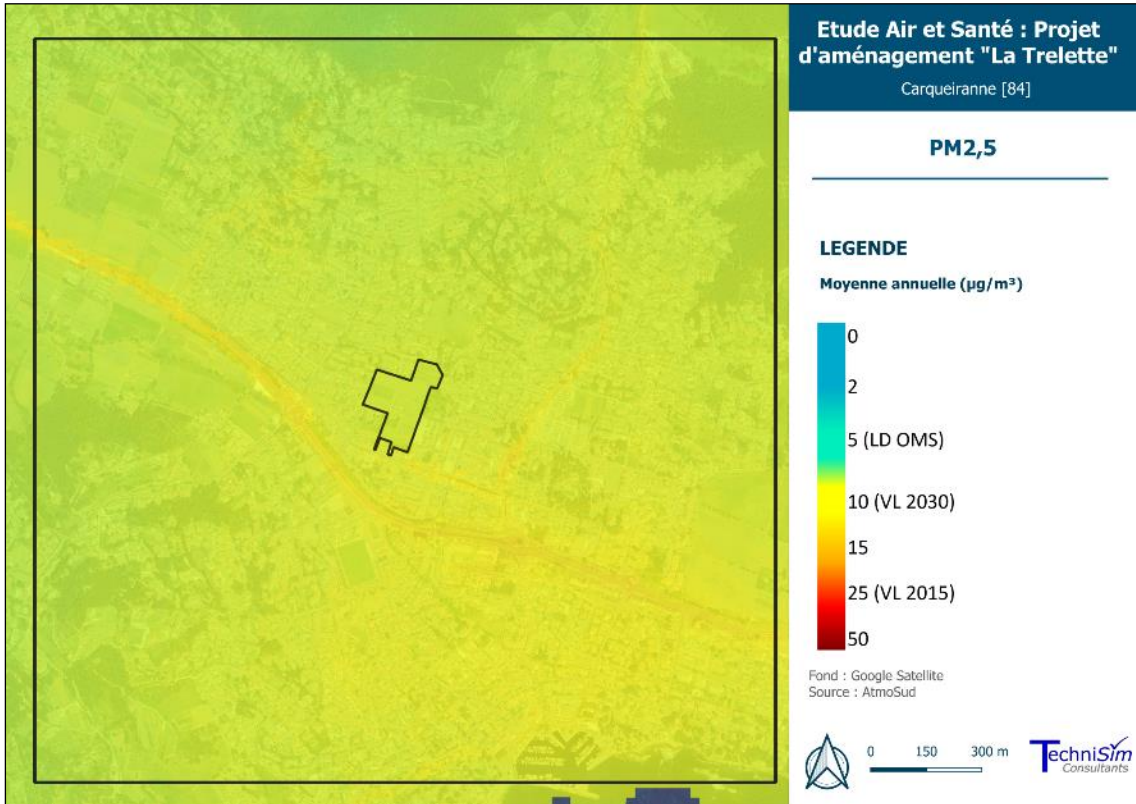


Figure 27 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5}, 2022 (source : AtmoSud)

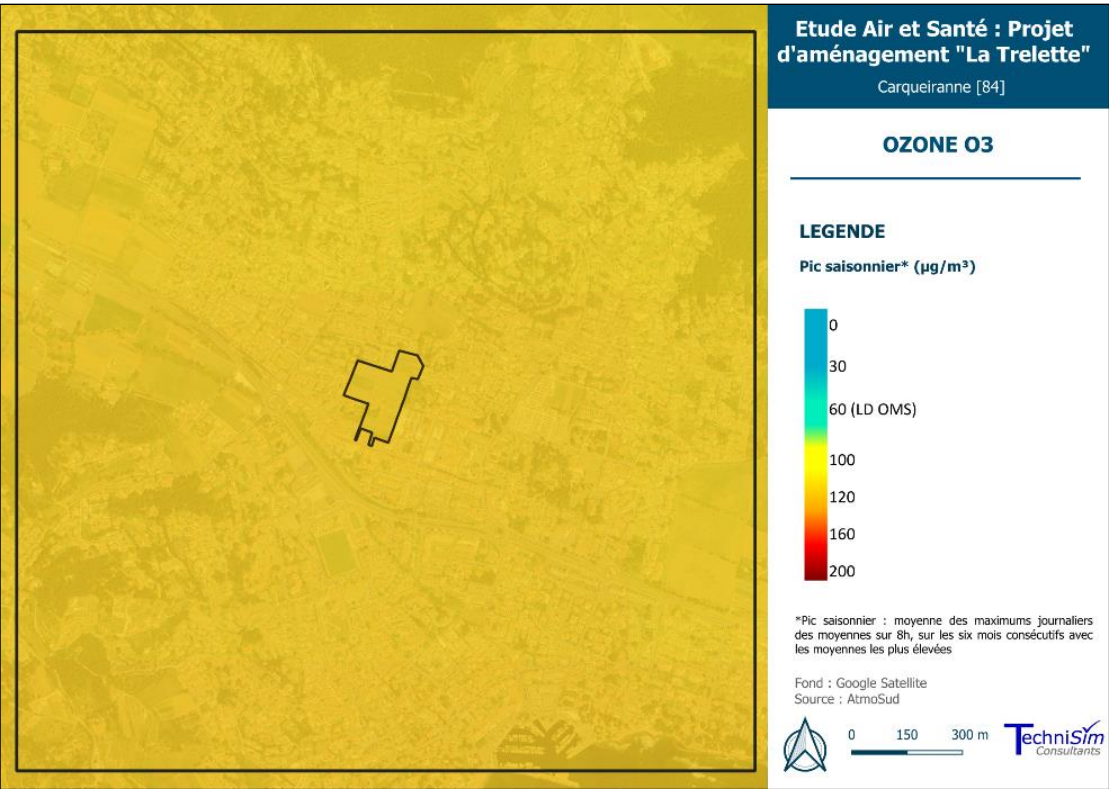


Figure 28 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes des maximums journaliers des moyennes sur 8h, sur les 6 mois consécutifs avec les moyennes les plus élevées pour l'ozone O₃ en 2022 (source : AtmoSud)

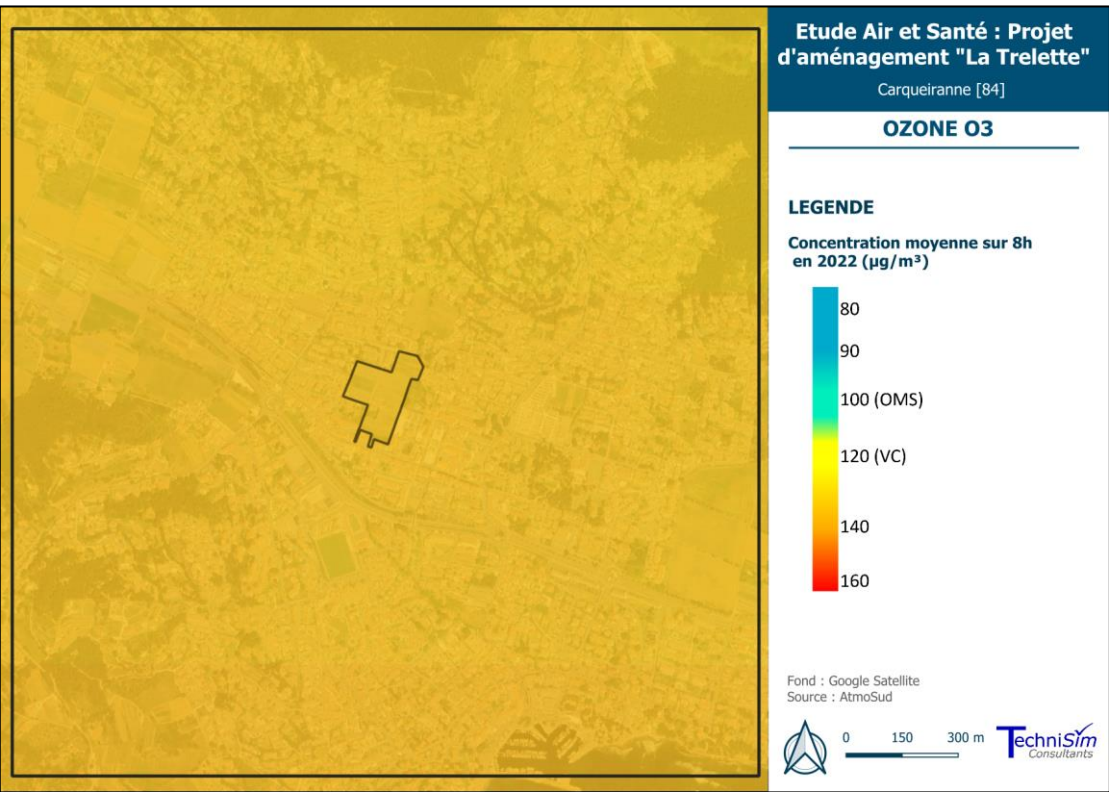


Figure 29 : Cartographie de la modélisation de la concentration en moyenne sur 8 h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé (120 µg/m³) pour l'ozone O₃, 2022 (source : AtmoSud)

❖ Modélisation de l'Indice Cumulé Air Annuel (ICAIR365)

L'exposition annuelle de la population aux polluants atmosphériques est représentée par le nouvel indicateur ICAIR365. Il remplace à partir de 2022 l'ancien Indice Synthétique de l'Air (ISA). Ce nouvel indicateur se base sur les nouvelles Lignes Directrices OMS de 2021. Il intègre les PM_{2,5} en plus des PM₁₀, du NO₂ et de l'O₃. La méthode de calcul a été ajustée pour exprimer un « équivalent nombre de lignes directrices dépassées » : par exemple, une valeur de 3 peut signifier que les concentrations d'ozone et de PM_{2,5} sont chacune à 1,5 fois leurs lignes directrices respectives ou que les concentrations en ozone, en PM_{2,5} et en NO₂ sont chacune au niveau de leurs lignes directrices respectives. Petite précision : pour éviter les doubles comptes, seule la valeur maximale entre les PM₁₀ et les PM_{2.5} est prise en compte (après normalisation par leurs Lignes Directrices respectives).

La modélisation de l'indice de pollution global pour l'année 2022 montre que celui-ci augmente en fonction de la proximité immédiate des axes de circulation, et d'autant plus que l'axe est important.

À l'échelle de la zone d'étude, selon l'indice ICAIR365, la qualité de l'air peut être qualifiée de dégradée dans l'ensemble ou mauvaise en bordure immédiate des axes routiers.

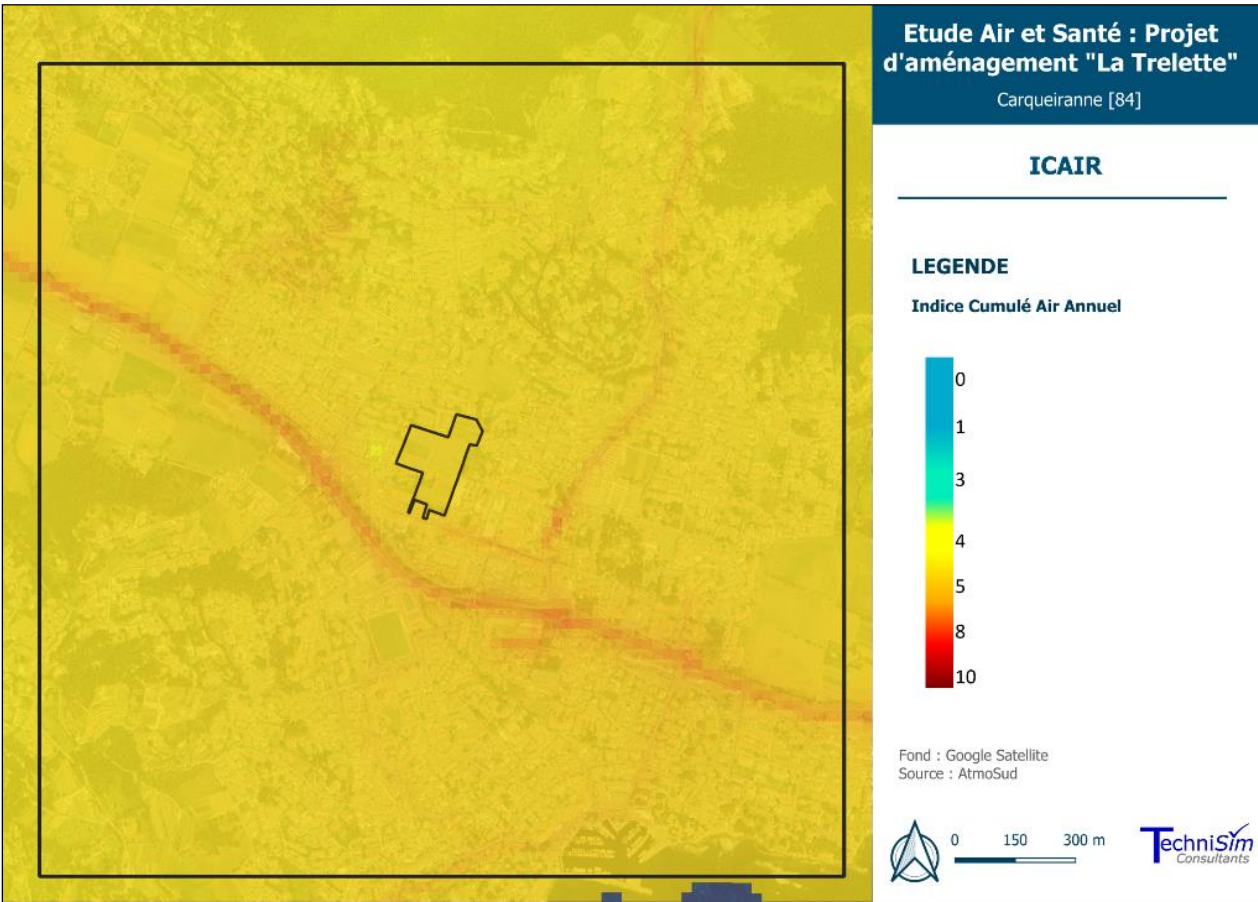


Figure 30 : Cartographie de la modélisation de l'Indice Cumulé Air Annuel ICAIR365, 2022 (source : AtmoSud)

L'Indice Cumulé Air (ICAIR365) communal moyen pour la commune de Carqueiranne est de 4,9, en 2022 (SIRSÉPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt dégradée.

9.8. EXPOSITION DE LA POPULATION

9.8.1. Impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population en Sud PACA

En 2019, l'ensemble des habitants de la région Sud PACA était exposé à des niveaux de pollution en ozone et en particules fines PM2,5 qui dépassent les nouveaux seuils OMS. C'est également le cas de 8 habitants sur 10 pour le dioxyde d'azote et les particules PM10. Ce constat met l'accent sur l'urgence d'améliorer la qualité de l'air, malgré les progrès accomplis depuis plus de 20 ans. Tous les moyens sont à mettre en œuvre tels que : évolutions technologiques, aménagement et révision des transports et de l'urbanisme, économies d'énergie, adaptation des comportements individuels ...

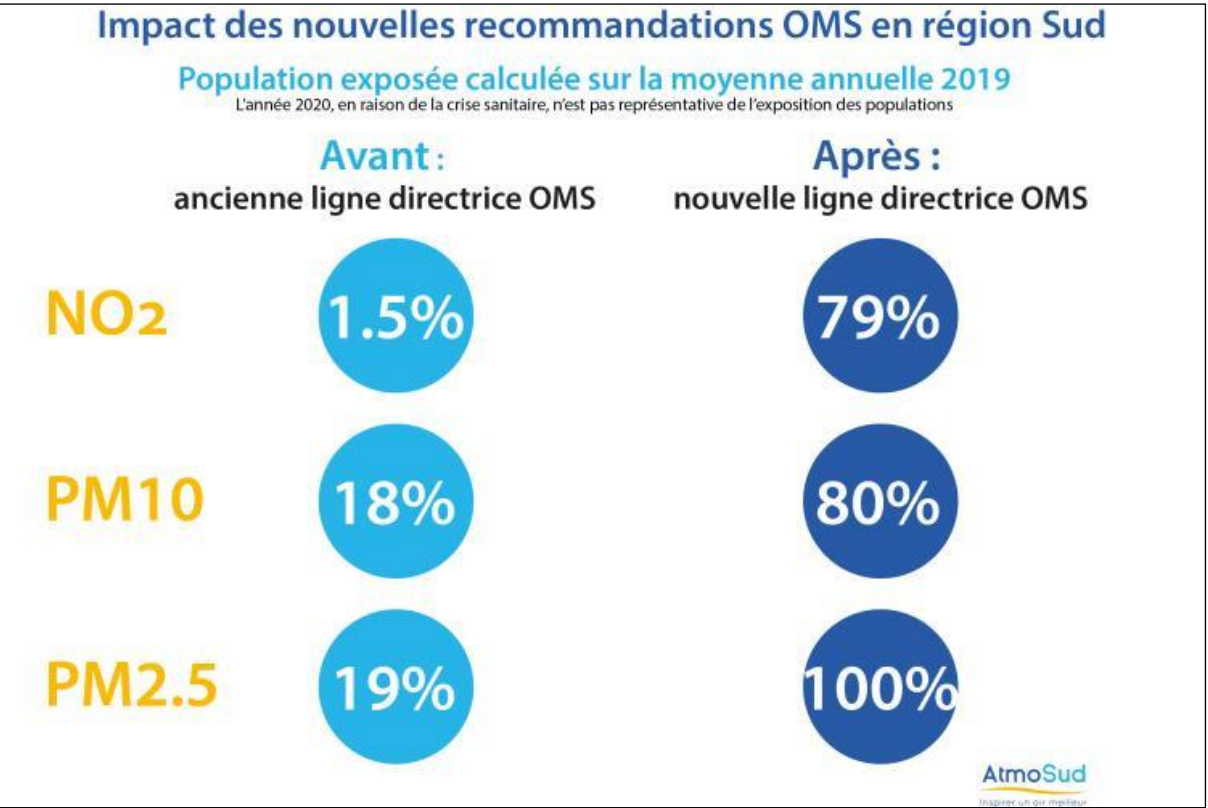


Figure 31 : Comparaison de la population exposée en Sud PACA à des dépassements des recommandations OMS selon la référence de 2005 et de 2021 (Source : AtmoSud)

Le détail par département et par polluant de l'évolution de la population exposée à des dépassements des recommandations de l'OMS selon le seuil de référence 2005 et 2021 est présenté en figures suivantes.

Pour le Var, en 2019, en considérant les nouvelles lignes directrices de l'OMS, 70 % des habitants étaient concernés par un dépassement de la recommandation OMS pour le NO₂, 75 % pour les PM10 et la totalité pour les PM2,5 ; contre 0,2 % pour le NO₂, 12 % pour les PM10 et 12 % pour les PM2,5 selon les anciennes valeurs guides de l'OMS.

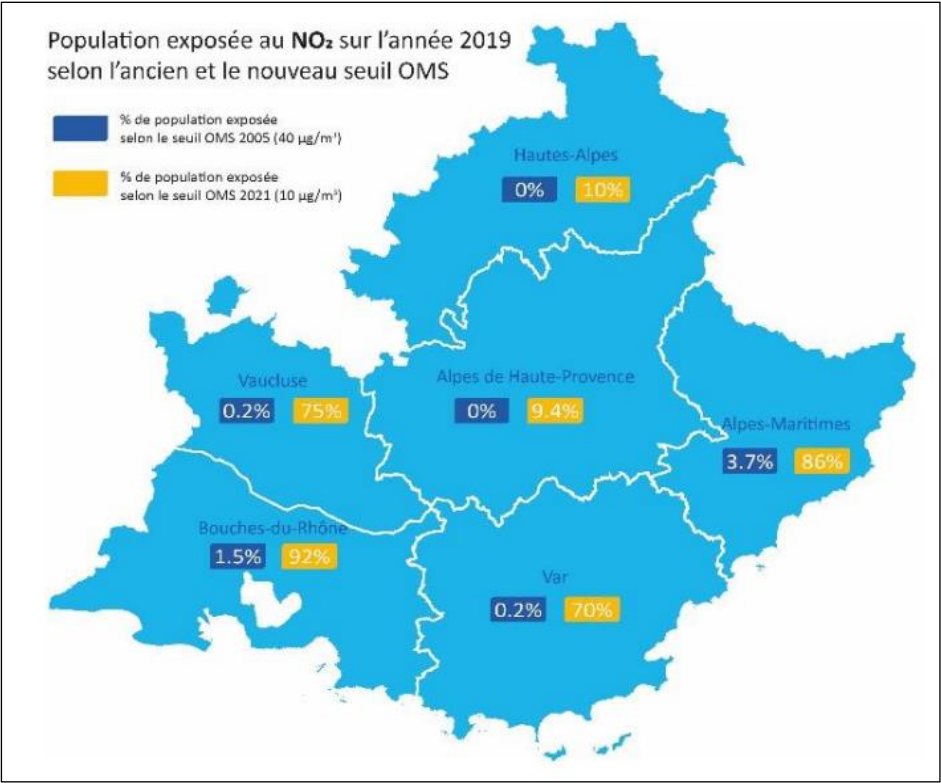


Figure 32 : Proportion de la population par département exposée au NO₂ en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud)

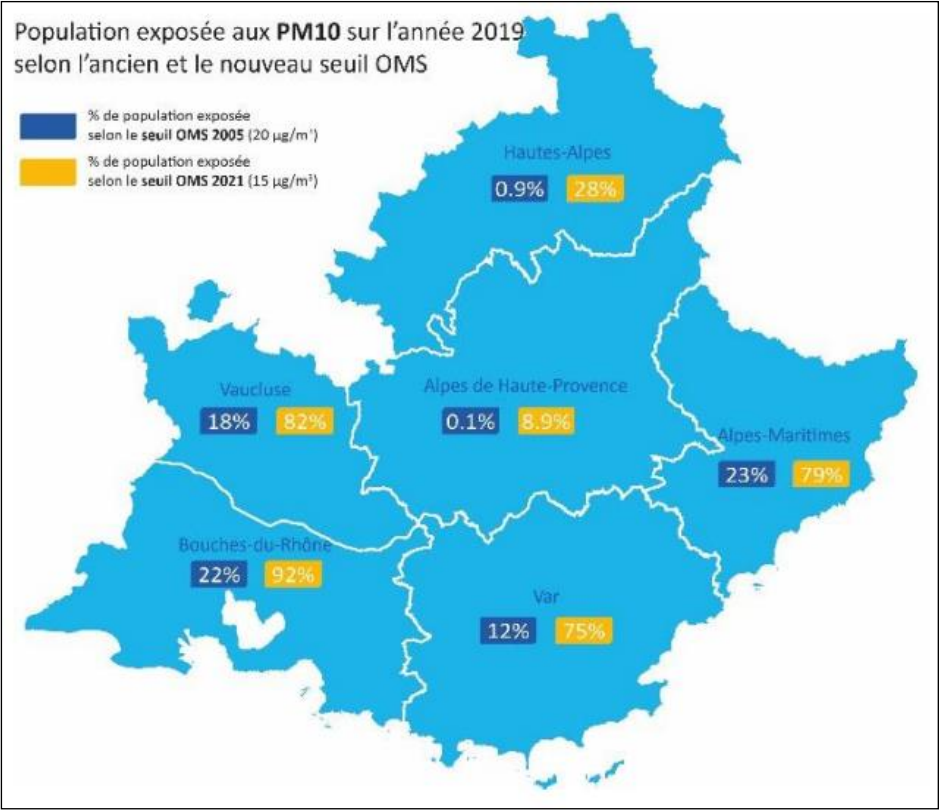


Figure 33 : Proportion de la population par département exposée au PM10 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud)

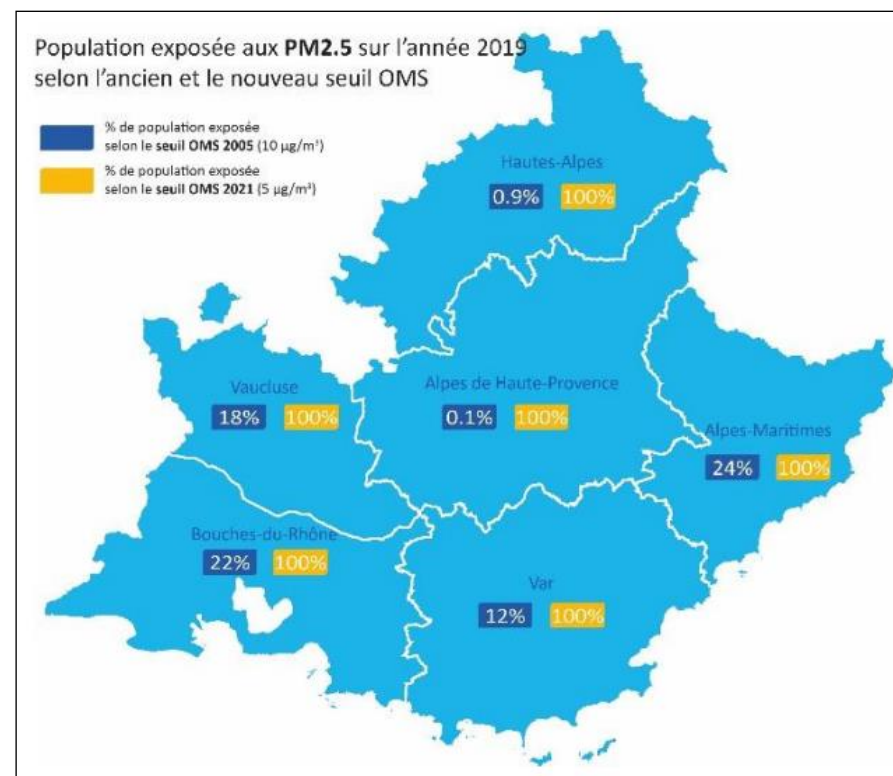


Figure 34 : Proportion de la population par département exposée au PM2,5 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud)

9.8.2. Exposition de la population de la région Sud PACA et du département du Var en 2021

Les données suivantes proviennent du bilan AtmoSud de la qualité de l'air 2021 pour la région Sud PACA¹⁵, de l'article AtmoSud résumant la qualité de l'air dans le département du Var¹⁶ et du SIRSéPACA¹⁷ pour les données chiffrées.

Il est important de retenir que 2020 a été une année particulière. En effet, la crise sanitaire a entraîné une réduction des activités qui a favorisé une amélioration de la qualité de l'air (notamment pour le dioxyde d'azote) et une diminution significative des populations exposées à la pollution.

En région, le nombre de personnes vivant au-dessus de la valeur limite (VL) pour le dioxyde d'azote (40 µg/m³) est d'environ 10 000 en 2021, soit 7 fois moins qu'en 2019, l'année 2020 étant atypique. Cette baisse est notamment liée aux mesures de limitation de déplacement et au maintien du télétravail, encore en vigueur en 2021. Aucun habitant de la région n'est concerné par le dépassement de la valeur limite pour les particules PM10 et PM2,5, depuis 2019. 15 % de la population soit 741 000 personnes vivent au-dessus de la valeur cible pour l'ozone, en chute par rapport aux années précédentes, notamment sur les départements alpins (04 et 05) et le Vaucluse avec 95 % de baisse. L'ozone reste une problématique chronique pour l'ensemble de la région. En effet la nouvelle Ligne Directrice relative au pic saisonnier, concernant la période la plus favorable à la production d'ozone, est dépassée sur l'ensemble du territoire.

En septembre 2021, l'OMS a modifié ses lignes directrices concernant la qualité de l'air. Il en résulte qu'en 2021, c'est désormais toute la population de la région Sud PACA qui se trouve exposée à des niveaux de pollution en ozone et en particules PM2,5 supérieurs aux nouveaux seuils. Pour le dioxyde d'azote, 65 % de la population régionale (soit plus de 3 millions de personnes) est exposée à des concentrations supérieures à la nouvelle recommandation annuelle de l'OMS et 75 % en ce qui concerne les particules PM10.

En région, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels et portuaires.

Les zones urbanisées, les réseaux routiers et autoroutiers denses, les pôles industriels, ports et aéroports ont un impact important sur les émissions de polluants atmosphériques.

Département du Var

La bande côtière très urbanisée (de la Métropole de Toulon jusqu'à Fréjus Saint-Raphaël) engendre une pollution liée aux transports toute l'année. L'arrière-pays est plutôt concerné par le chauffage au bois du résidentiel et les particules fines, essentiellement en hiver. L'ozone, lui, impacte la majeure partie du département en été, même si, du fait de ses conditions complexes de formation/destruction, en centre-ville les autres polluants présents conduisent à en consommer une partie. Enfin, les brûlages de déchets verts, bien qu'interdits, impactent l'intégralité du territoire par leurs émissions de particules.

En 2021, 100 % de la population réside dans une zone dépassant au moins une ligne directrice de l'OMS.

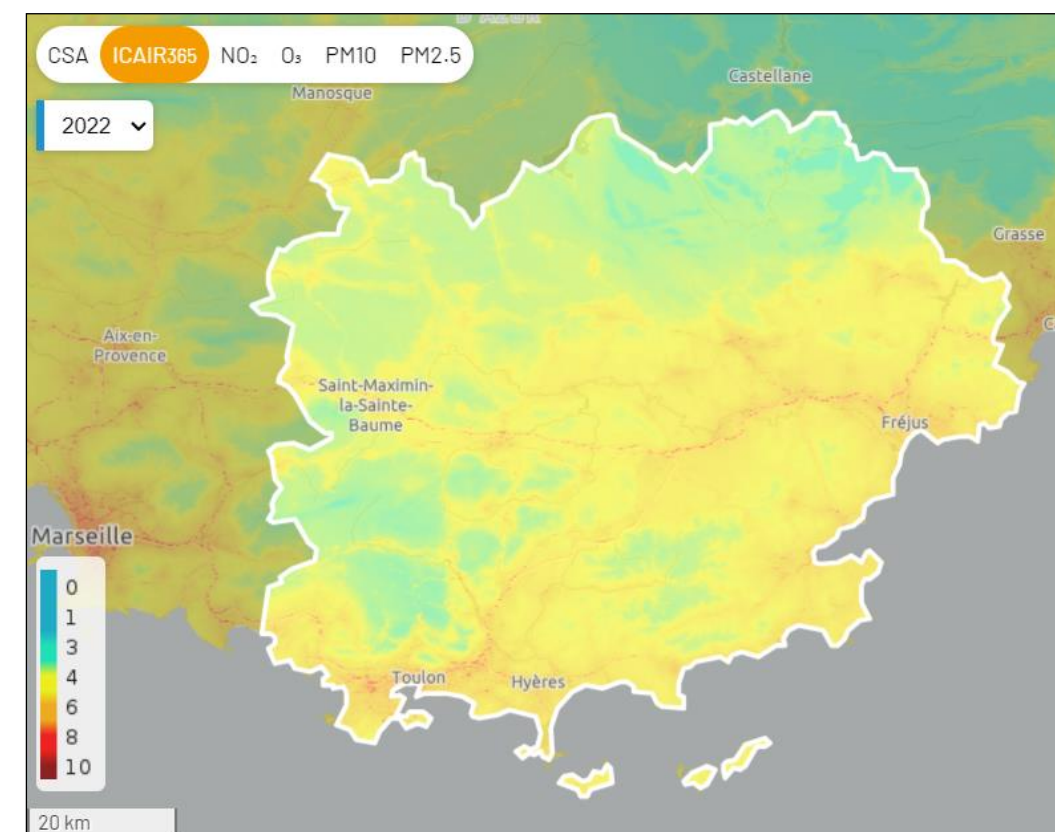


Figure 35 : Carte de l'indice cumulé Air (ICAIR365) en 2022 pour le Var (Source : AtmoSud)

¹⁵ <https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-de-la-region-le-constat-datmosud>

¹⁶ <https://www.atmosud.org/article/var>

¹⁷ <http://sirsepaca.org/>

❖ **Dioxyde d'azote**

Depuis 2012, les niveaux de NO₂ sont globalement en baisse et, de fait, il en va de même concernant l'exposition de la population (cf. figures suivantes).

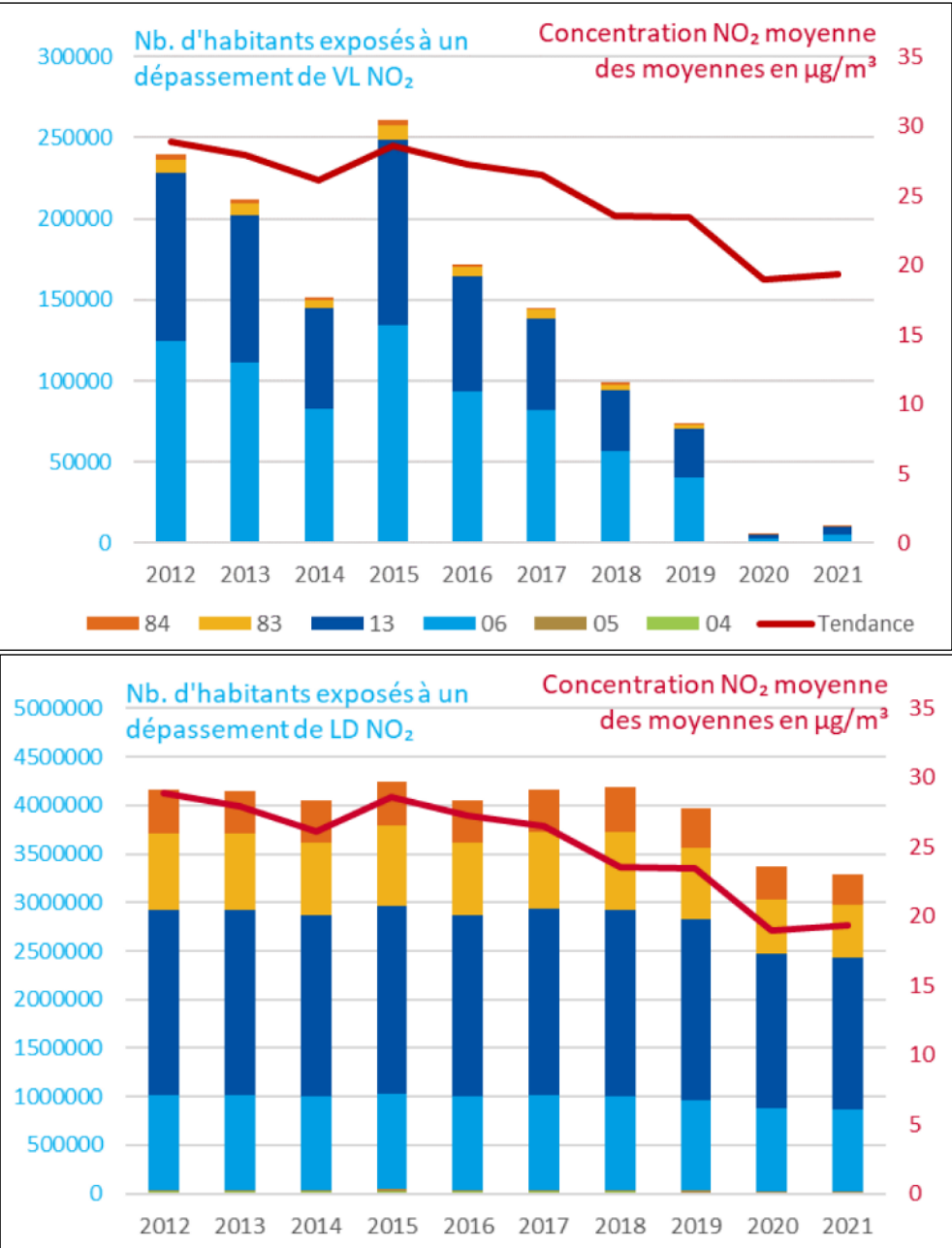


Figure 36 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur limite (VL) annuelle et de la ligne directrice (LD) de l'OMS (Réf.2021) pour le NO₂ et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud)

Dans le Var, depuis 2000, les niveaux de dioxyde d'azote ont baissé d'environ 40 %. Le transport routier est le principal émetteur d'oxydes d'azote du département avec 64 % des émissions en 2021 (source : CIGALE Inventaire v10.2).

En 2022 dans le Var, 687 019 personnes (63,7 %) résident dans une zone où la valeur guide OMS pour le NO₂ est dépassée.

❖ **Particules fines PM10 et PM2,5**

PM10

Depuis 2012, les niveaux de PM10 sont globalement en baisse et, de fait, il en va de même concernant l'exposition de la population (cf. figure suivante). Les particules sont issues principalement de l'activité industrielle, du transport routier et du chauffage domestique.

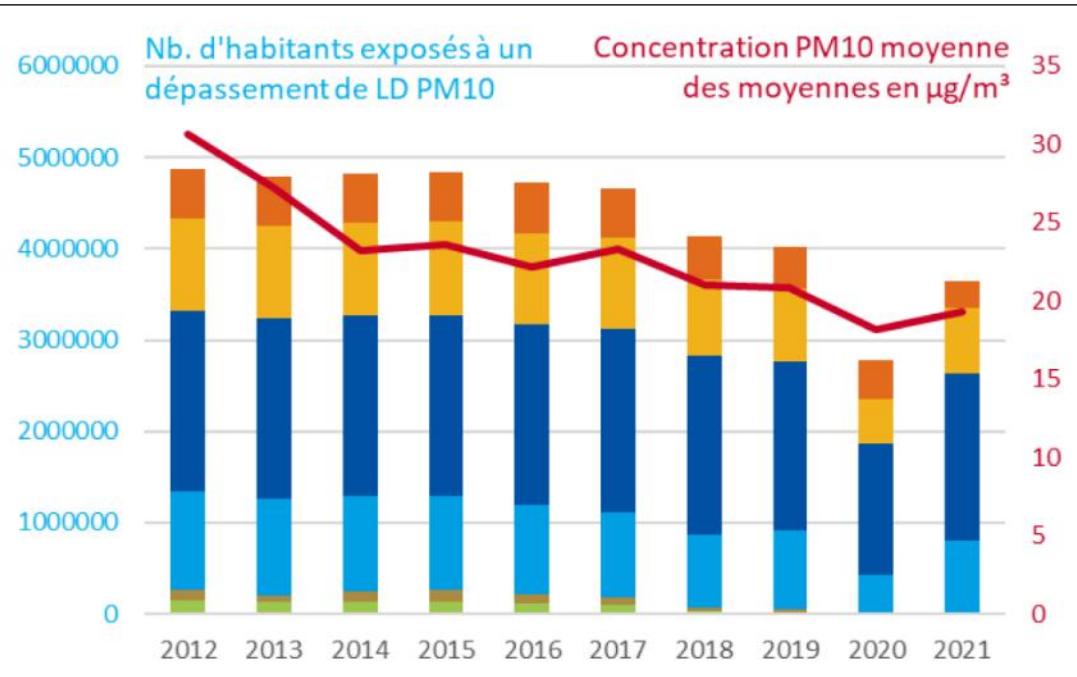


Figure 37 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) annuelle de l'OMS (réf.2021) pour les PM10 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud)

Dans le Var, depuis 2000, les niveaux de particules fines ont baissé d'environ 50 %. En 2021, le niveau des PM10 ont augmenté de 93 % par rapport à 2019 à cause des feux de forêt.

En 2022, 1 022 232 personnes (94,8 % de la population) résident dans une zone où la valeur guide OMS pour les PM10 est dépassée.

PM2.5

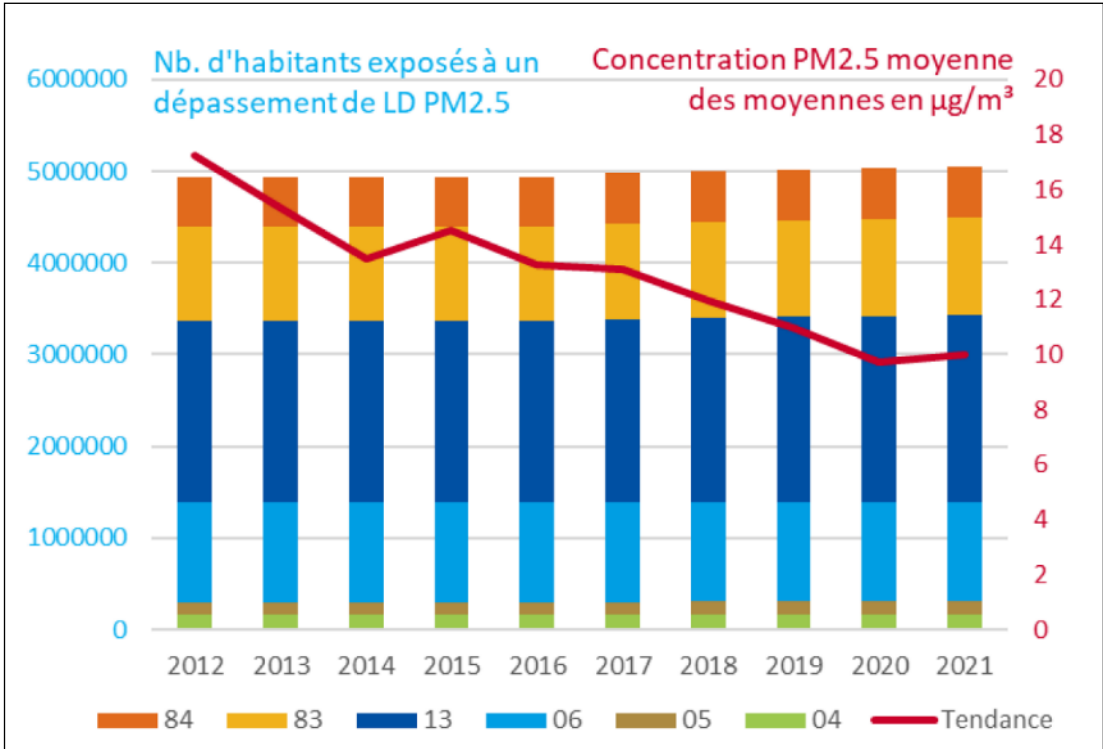


Figure 38 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) OMS (réf.2021) pour les PM2,5 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud)

En 2022, quasi toute la population du département réside dans une zone en dépassement de la ligne directrice de l’OMS pour les PM2,5 soit 1 077 954 personnes.

❖ Ozone

Pour ce polluant issu de réactions photochimiques sous l’effet du rayonnement solaire à partir de polluants primaires (émis sur le territoire), aucune tendance ne se dégage quant aux concentrations relevées depuis 2012. Il ne faut pas non plus négliger les apports extérieurs (ozone de l’est de la région) combinés aux spécificités météorologiques du territoire qui entraîne des variations d’exposition dans le temps. Durant la période estivale, l’ensemble du département est exposé à une pollution chronique à l’ozone. La région Sud PACA est l’une des régions d’Europe les plus touchées par la pollution photochimique à l’ozone. Parmi les précurseurs de l’ozone on retrouve avec certitude les polluants d’origine industrielle et automobile (NOx), mais aussi certains composés issus de la végétation (COV).

À l’échelle du Var, en 2022, 100 % (soit 1 077 964 personnes) de la population résident dans une zone dépassant la valeur guide de l’OMS relative au pic saisonnier ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$: moyenne de la concentration maximale journalière d’ozone en moyenne sur 8 heures pendant les six mois consécutifs où la concentration d’ozone en moyenne glissante sur six mois est la plus élevée). Cette dernière étant plus restrictive que la valeur cible (VC) pour la protection ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne sur 3 ans).

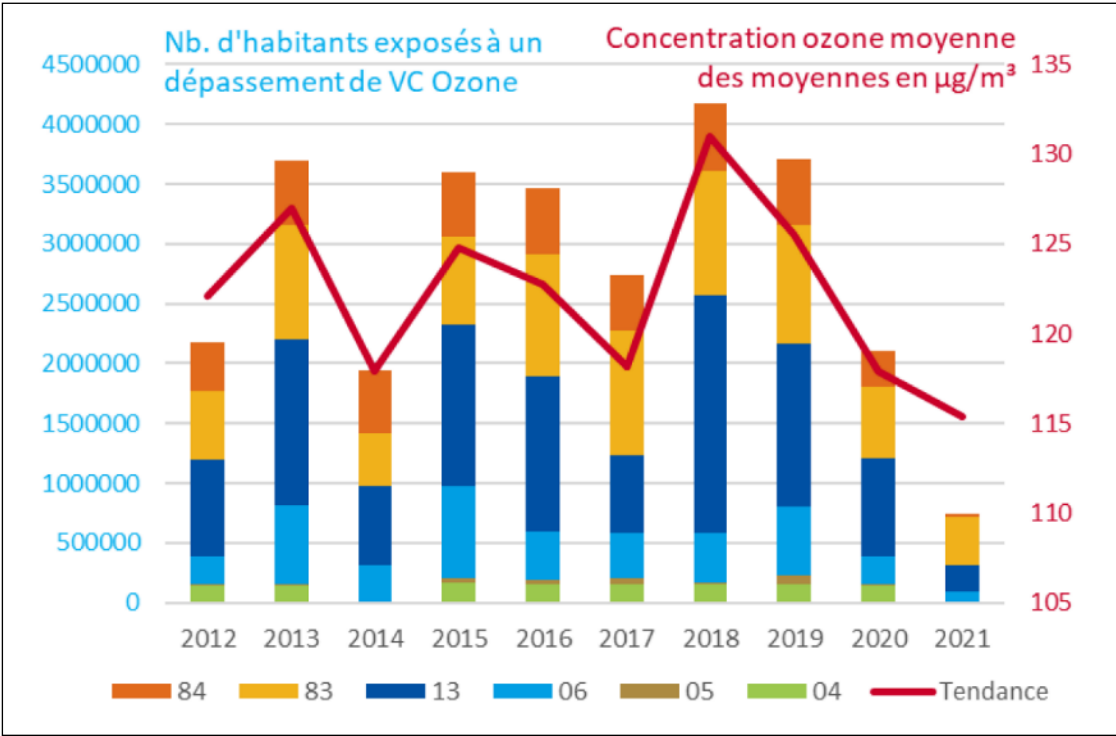


Figure 39 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur cible (VC) pour l’ozone en Sud PACA (source : AtmoSud)

❖ Tendance d’évolution des concentrations annuelles en polluants

La qualité de l’air s’améliore pour la plupart des polluants dans le Var, comme au niveau régional et national. Les améliorations technologiques dans les transports et l’industrie contribuent majoritairement à l’amélioration de la qualité de l’air depuis plusieurs décennies mais les actions locales sont nécessaires pour accélérer le mouvement. L’ozone est le seul polluant qui montre une stagnation de ses niveaux de pollution, ne permettant pas de diminuer la pollution chronique. Une amélioration de la pollution de pointe (épisodes) est toutefois constatée.

9.8.3. Commune de Carqueiranne

Le tableau ci-après synthétise la population exposée aux différents polluants atmosphériques sur le territoire de la ville de Carqueiranne pour les années 2020, 2021 et 2022.

En 2022, sur le territoire de la commune de Carqueiranne :

- ✓ 6 656 habitants (69,7 % de la population) sont exposés à des concentrations en NO₂ supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS ;
- ✓ 9 386 habitants (98,2 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM₁₀ supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS ;
- ✓ 9 553 habitants (100 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM_{2,5} supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS, et à des dépassements de la valeur guide de l’OMS pour l’ozone.

Tableau 13 : Nombre et proportion d’habitants exposés à des niveaux de polluants supérieurs aux recommandations OMS à Carqueiranne en 2020, 2021 et 2022 (source : SIRSéPACA, ORS)

CARQUEIRANNE Nombre d’habitants exposés [% d’habitants de la commune]	2020	2021	2022
NO2 Concentration supérieure à la valeur OMS 10 µg/m³	3 996 [41,1 %]	3 346 [65,2 %]	6 656 [69,7 %]
PM10 Concentration supérieure à la valeur OMS 15 µg/m³	n.r.	n.r.	9 386 [98,2 %]
PM2,5 Concentration supérieure à la valeur OMS 5 µg/m³	9 715 [100 %]	9 570 [100 %]	9 553 [100 %]
Ozone Dépassement valeur guide OMS (100 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans)	9 715 [100 %]	9 570 [100 %]	9 553 [100 %]

n.r. : non représentatif

9.9. SYNTHÈSE

Selon les résultats des mesures de la station AtmoSud Toulon Valette Université (fond périurbain) :

-**Pour l’ozone O₃** : en 2023, le nombre de dépassements de la limite journalière fixée par l’OMS est supérieur aux préconisations de l’OMS (5 contre 3 à 4 dépassements maximum annuels préconisés au maximum). Cependant aucun seuil de recommandation ou d’alerte n’a été dépassé.

-**Pour les PM2,5** : la concentration moyenne annuelle de 2023 est inférieure à la valeur limite réglementaire et à l’objectif de qualité ; en revanche, elle est supérieure aux préconisations de l’OMS (8,7 contre 5 µg/m³ préconisés). De plus, le nombre de dépassements par an de la limite journalière préconisée par l’OMS est supérieur au seuil de l’OMS (44 au lieu de 3 à 4 dépassements maximum par an).

Afin d’obtenir des informations sur la qualité de l’air à l’échelle de la zone d’étude, une campagne de mesures in situ sur la zone d’étude est mise en place.

Département du Var

À l’échelle du département du Var, 2020 marque la première année sans déclenchement de procédure d’alerte. En revanche les dépassements du seuil d’information-recommandation pour les PM10 (en hiver) et l’ozone (en été) sont encore récurrents chaque année. Le nombre d’épisode fluctue selon les années en lien avec les conditions météorologiques.

En 2023, le département a connu 10 dépassements du seuil d’information pour les PM10 et 9 pour l’ozone. Cela fait 4 années de suite qu’il n’y a pas eu dépassements entraînant une alerte. Mais c’est la première année depuis 2017 qu’il y a autant de pics de pollution.

Le Var, à l’instar de l’ensemble de la région Sud PACA, connaît des pics de pollutions à l’ozone à cause de son climat ensoleillé et des émissions de polluants précurseurs (oxydes d’azote notamment) émis principalement par le trafic automobile.

Commune de Carqueiranne

En 2022, sur le territoire de la commune de Carqueiranne :

✓ 6 656 habitants (69,7 % de la population) sont exposés à des concentrations en NO₂ supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS ;

✓ 9 386 habitants (98,2 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS ;

✓ 9 553 habitants (100 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM2,5 supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS, et à des dépassements de la valeur guide de l’OMS pour l’ozone.

L’Indice Cumulé Air (ICAIR365) communale moyen pour la commune de Carqueiranne est de 4,9, en 2022 (SIRSéPACA). Cela correspond à une qualité de l’air qualifiée de plutôt dégradée.

D’après l’indice ATMO, en 2023, à Carqueiranne, l’air était considéré comme « Bon » 0,8 % de la période, « Moyen » 68,8 % de la période, « Dégradé » 25,5 % de la période, et « Mauvais » 4,7 % de la période.

Zone d’étude

-La zone d’étude est, d’une part, incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l’Air en région Provence Alpes Côte d’Azur et, d’autre part, sous couvert du Plan de Protection de l’Atmosphère du Var.

-Dans l’ensemble, à l’échelle de la ville de Carqueiranne, la qualité de l’air est plutôt dégradée au niveau de la zone d’étude.

Des concentrations élevées prévalent aux abords des axes à fort trafic (D559). La qualité de l’air est fortement impactée par le NO₂ à proximité de ces axes. Les recommandations OMS sont non respectées en condition de fond (dioxyde d’azote, particules PM10 et PM2,5 et ozone). Néanmoins, les seuils réglementaires annuels sont respectés pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5.

Emprise projet

Parmi les polluants règlementés modélisés par AtmoSud en 2022, à l’échelle de l’emprise projet :

-Les seuils réglementaires annuels (PM10, PM2,5, et NO₂) sont respectés.

-Les objectifs de qualité pour le NO₂ et les particules PM10 sont respectés, excepté pour les particules le long de la D559. Les objectifs de qualité pour les particules PM2,5 ne sont pas respectés le long de la D559 ni sur l’emprise projet.

-La valeur cible (moyenne de la concentration sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé) de l’O₃ semble être atteinte. La formation est fortement dépendante des conditions météorologiques et la modélisation AtmoSud n’est pas assez précise.

-Les recommandations de l’OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂ (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées au niveau des axes routiers présentant un minimum de trafic, et en condition de fond (excepté pour le NO₂ qui semble respecté). Celle de l’O₃ (Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des 6 mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée) est dépassée également.

En tout état de cause, la qualité de l’air sur l’emprise projet peut être qualifiée de plutôt dégradée, compte-tenu des recommandations OMS non respectées en condition de fond (NO₂, PM10 et PM2,5 et O₃), bien que les seuils réglementaires soient respectés.

10. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

La pollution de l'air peut avoir des effets divers selon les facteurs d'exposition ci-dessous :

- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
- La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- La concentration des polluants ;
- La ventilation pulmonaire.

Il convient de distinguer deux types d'impact de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé :

- les impacts à court terme qui surviennent dans des délais brefs (quelques jours) après l'exposition et qui sont à l'origine de troubles tels que : irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthme, exacerbation de troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
- les impacts à long terme qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

De manière générale, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels près desquels l'effet "cocktail" (mélange de polluants) est le plus important.

❖ Cas des pics de pollution

D'un point de vue épidémiologique, il n'existe pas de définition des épisodes de pollution, les études épidémiologiques retrouvant une relation linéaire entre exposition à la pollution urbaine et effets sanitaires. Enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de seuils en-deçà duquel aucun effet sur la santé ne serait observé au niveau populationnel.

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge... Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins

fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air est donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.

Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1)¹⁸.

10.1. IMPACTS SANITAIRES DES PRINCIPAUX POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Les polluants chimiques qui suscitent les plus fortes préoccupations en termes de santé publique sont :

- Les particules fines de l'air extérieur : cancérogènes ; la toxicité de ces particules provient à la fois de leur composition et de leur taille. Les particules fines ont également un impact sur la mortalité et la morbidité cardio-respiratoire.
- L'ozone : composé ayant un fort pouvoir oxydant est un gaz agressif qui, à fortes concentrations peut pénétrer jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et causer de graves problèmes sanitaires.
- Le dioxyde d'azote : fortement irritant pour les voies respiratoires et dont les principaux effets respiratoires décrits chez l'Homme sont des essoufflements, des obstructions bronchiques, des crises d'asthme, ou encore des bronchites.
- Les composés organiques volatils (benzène, formaldéhyde, 1,3-butadiène, etc.).
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP tels que le benzo[a]pyrène).
- Les métaux (tels que l'arsenic, le chrome et le cadmium).
- Des agents biologiques, tels que les pollens et moisissures, peuvent également être responsables d'effets sur la santé.

Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.

En sus, il existe plusieurs types d'interactions entre polluants de l'air et pollens puisque certains polluants chimiques de l'air peuvent favoriser la réaction allergique en abaissant le seuil de réactivité bronchique et/ou en accentuant l'irritation des muqueuses nasales ou oculaires et peuvent également agir sur les grains de pollen, par exemple via la déformation ou la rupture de la paroi du grain de pollen, qui leur permettrait ensuite de pénétrer plus profondément dans le système respiratoire que les grains de pollen entiers.

¹⁸ <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique>

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les oxydes d'azote (NOx) regroupent essentiellement deux molécules : le monoxyde d'azote [NO] et le dioxyde d'azote [NO₂]. Les oxydes d'azote proviennent essentiellement de procédés fonctionnant à haute température.

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire. Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation) ...

La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité...) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles).

Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée car elle pénètre plus profondément dans le dans l'appareil trachéo-pulmonaire et dans l'organisme (cf. figure ci-après).

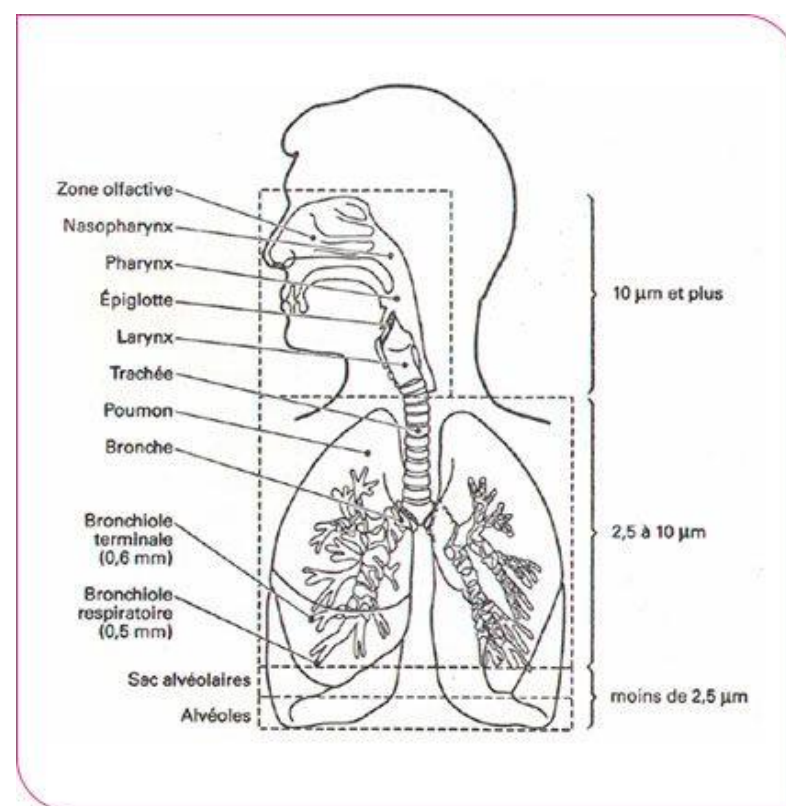


Figure 40: Pénétration des particules dans l'organisme

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM₁₀) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS

(Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.

L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons). Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.

Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel).

En octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM₁₀ n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM₁₀ et les PM_{2,5} ou entre les PM₁₀ et les PM₁), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM_{2,5} ou PM₁) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM₁₀ est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio-vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio-vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus.
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue.
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérigène.
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique. En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.

Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

L'ozone (O₃)

L'ozone dit 'troposphérique' est un polluant secondaire formé suite à des réactions chimiques entre COV et oxydes d'azote en présence d'ultra-violet (réaction photochimique).

Les enfants, les personnes âgées, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires sont particulièrement sensibles à la pollution par l'ozone. Des taux élevés de ce gaz irritant peuvent provoquer toux, inconfort thoracique, essoufflement, irritations nasale et oculaire. La présence importante d'ozone peut également augmenter la sensibilisation aux pollens.

En France, l'impact de l'ozone sur la mortalité a pu être évalué par plusieurs études. Santé publique France a montré que l'exposition chronique à l'ozone serait responsable de près de 500 décès pour causes respiratoires chaque année, avec un gradient croissant Nord-Sud très marqué.

Des études menées dans 18 villes françaises ont démontré que le risque de décès associé à l'ozone et aux particules fines était plus important les jours chauds. Il y a ainsi une synergie entre les effets négatifs des polluants et la température.

Le benzène

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.

L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation.

Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.

Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses.

Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pas d'effet.
- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie.
- À 500 ppm, les symptômes sont plus accentués.
- A 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes.
- A 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est produit à partir de la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.). Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre (production d'acide sulfurique, production de pâte à papier, raffinage du pétrole, etc.). Ils peuvent également être émis par la nature (volcans).

Ce polluant provoque une irritation des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques).

Les métaux lourds

La majorité des éléments métalliques (dont le fer, le zinc, le nickel et le chrome) est indispensable à faibles doses à la vie animale et végétale (leur absence entraîne des carences en oligo-éléments). Cependant, à des doses plus importantes, ils peuvent se révéler très nocifs. D'autres éléments (plomb, cadmium et mercure) n'ont aucun effet bénéfique et sont seulement préjudiciables à la vie.

Les métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'Homme ou ingérés par celui-ci lorsque la chaîne alimentaire est contaminée (sols, eau, aliments). Ils s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et long termes.

Chez l'Homme, ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, etc.

Certains, comme le cadmium, l'arsenic, le nickel et le chrome hexavalent sont cancérigènes.

Plomb

Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.

On distingue deux types d'intoxication au plomb : intoxication après inhalation (poussières ou fumées) ou intoxication par ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée).

Cadmium

Le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain. Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Il peut provoquer des lésions des voies respiratoires et du rein. Les composés de cadmium sont également cancérigènes.

Arsenic

La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de :

- L'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose).
- Système cardiovasculaire (maladie de Raynaud).
- La peau (hyperkératose et hyperpigmentation).
- Système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).

Nickel

Les études chez l'Homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont issus des combustions incomplètes, de l'utilisation de solvants, de dégraissants, et de produits de remplissage des réservoirs d'automobiles, de citernes, etc. Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérigènes (benzène, benzo-(a)pyrène).

L'ammoniac [NH₃]

L'ammoniac est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux).

C'est un gaz irritant qui possède une odeur piquante et qui brûle les yeux et les poumons.

10.2. MORBIDITÉ ET COÛTS ASSOCIÉS

D'une manière générale, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc.
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme.
- Hypersécrétion bronchique.
- Augmentation des irritations oculaires.
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines).
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes.
- Incidence sur la mortalité :
 - À court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
 - À long terme par effets mutagènes et cancérigènes (particules fines, benzène).

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable¹⁹ détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an.
- Bronchites chroniques, estimées à 72 millions €/an.
- Bronchites aiguës, estimées à 171 millions €/an.
- Asthme, estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an.
- Cancers, estimés entre 50 et 131 millions €/an.
- Hospitalisations, estimées à 155 millions €/an.

L'enjeu économique est important puisque le coût total de la pollution de l'air extérieur coûte chaque année entre 68 et 97 milliards d'euros à la France, soit deux fois plus que le tabac, selon un rapport de la Commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air²⁰. Ce rapport note également un bénéfice sanitaire net de plus de 11 milliards d'euros par an dû à la lutte contre la pollution atmosphérique.

¹⁹ CGDD - « Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air » - Avril 2015

²⁰ Sénat, Rapport fait au nom de la commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air, 2015

10.3. MORTALITÉ

Étude européenne

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude²¹ de l’Agence Européenne de l’Environnement (AEE) indique, pour l’année 2021, les nombres de décès prématurés en Europe et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques et l’estimations des décès prématurés pour l’Union Européenne (27 états) et la France en 2021, en fonction des polluants atmosphériques (tableau suivant).

Tableau 14 : Estimation du nombre de décès prématurés et nombre d’année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (source : EEA Air quality in Europe 2023)

Données 2021	Nombre de décès prématurés		Nombre d’années de vies perdues	
	Europe (27 états)	France	Europe (27 états)	France
POLLUANTS				
PM2,5	253 000	20 100	2 584 000 (584 ans/100 000 hab.)	214 200 (327 ans/100 000 hab.)
NO ₂	52 000	4 900	532 000 (120 ans/100 000 hab.)	52 700 (81 ans/100 000 hab.)
O ₃	22 000	2 400	234 000 (53 ans/100 000 hab.)	26 600 (41 ans/100 000 hab.)

En comparaison des données 2020, en 2021, le nombre de morts prématurées attribuables à la pollution atmosphérique a augmenté pour les PM2.5 et le NO₂ et diminué pour l’O₃. Ces différences ne sont pas significatives puisqu’elles se situent dans les incertitudes liées à la méthode de calcul de l’EEA. Néanmoins, la légère augmentation peut être expliquée par une légère modification de l’exposition des populations (les concentrations auxquelles les populations étaient soumises étaient légèrement plus importantes pour les PM2.5 et le NO₂ et légèrement inférieures pour l’ozone) ainsi qu’une légère augmentation de la mortalité en Europe, principalement du fait de l’impact de la pandémie de Covid-19.

Étude française

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France²² estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l’exposition aux particules fines PM2,5, ce qui correspondait à une perte d’espérance de vie estimée à 9 mois pour une personne âgée de 30 ans. Le pourcentage évitable de décès était de 9 % pour un scénario sans pollution anthropique aux particules fines.

Une actualisation publiée en 2021 de cette étude portant sur la période 2016-2019 a encore été réalisée par Santé Publique France²³.

Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM2,5 et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO₂, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.

Cela représente en moyenne une perte d’espérance de vie de 7,6 mois en raison d’une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d’une exposition au NO₂ pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement

²¹ <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/> (édition 2023)
²² Santé publique France – « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719

491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d’espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants. Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l’exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après présentent le poids total de l’exposition à long terme aux PM2,5 et au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l’échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

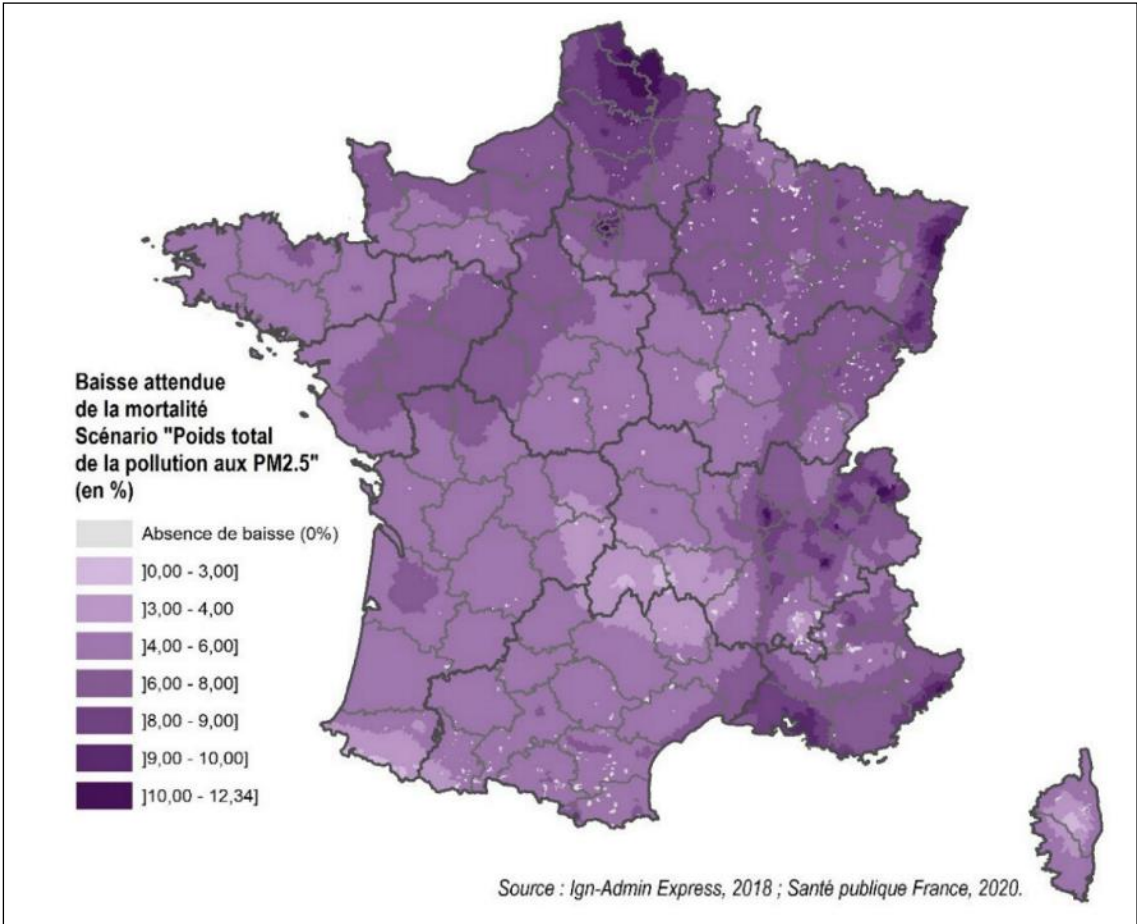


Figure 41 : Poids total de l’exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l’échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

²³ Santé publique France – « impact de la pollution de l’air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174
<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais>

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

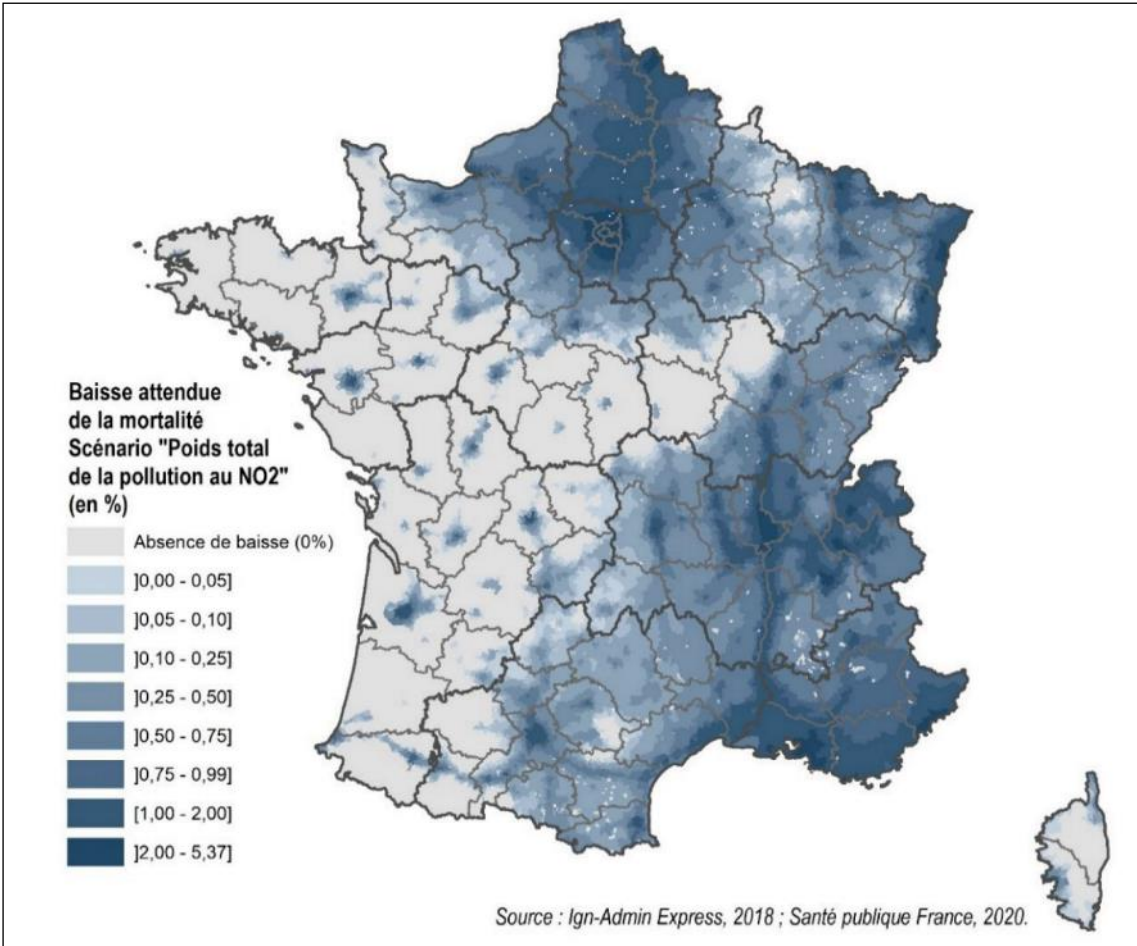


Figure 42 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

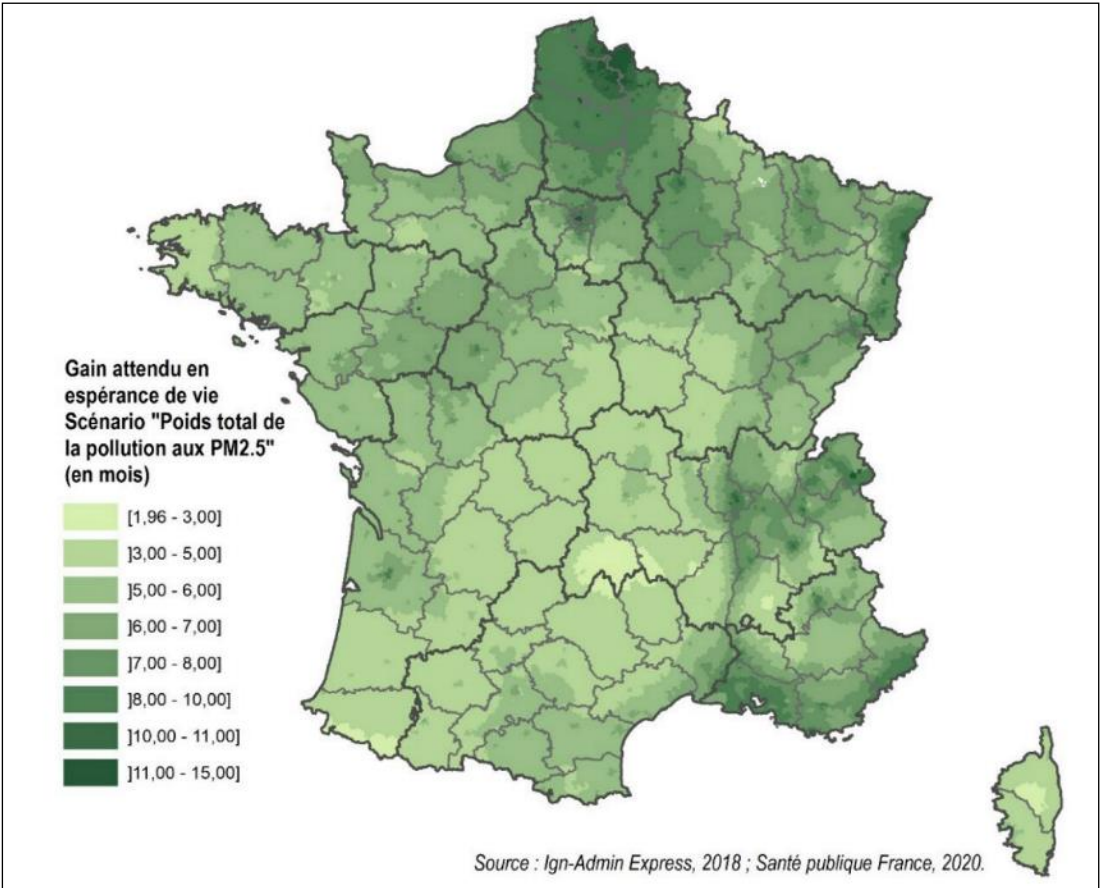


Figure 43 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

Le tableau suivant précise les estimations du poids total de l’exposition à long terme aux PM2,5 et au NO₂ sur la mortalité et l’espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (Intervalle de confiance de 95 %) par classe d’urbanisation des communes.

Tableau 15 : Poids total de l’exposition à long terme aux PM2,5 et au NO₂ sur la mortalité et l’espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

	Classe d’urbanisation	Nombre de décès évitables	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d’espérance de vie à 30 ans (mois)	Nombre total d’années vie gagnées
PM _{2,5}	Rurales (< 2 000 hab)	7 836 [2 793 ; 12 278]	5,9	5,9 [2,1 ; 9,4]	75 931 [26 562 ; 121 035]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	7 534 [2 688 ; 11 793]	6,3	6,3 [2,2 ; 10,0]	60 671 [21 224 ; 96 713]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	5 721 [2 044 ; 8 945]	6,6	6,9 [2,4 ; 11,0]	55 641 [19 464 ; 88 699]
	Urbaines (> 100 000 hab)	18 450 [6 635 ; 28 675]	8,4	8,7 [3,0 ; 13,9]	299 554 [104 636 ; 478 306]
	France métropolitaine	39 541 [14 160 ; 61 690]	7,1	7,6 [2,6 ; 12,1]	491 797 [171 886 ; 784 752]
NO ₂	Rurales (< 2 000 hab)	451 [159 ; 719]	0,3	0,4 [0,1 ; 0,6]	4 991 [1 749 ; 7 972]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	596 [210 ; 950]	0,5	0,6 [0,2 ; 0,9]	5 510 [1 931 ; 8 801]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	633 [223 ; 1 007]	0,7	0,8 [0,3 ; 1,3]	6 593 [2 311 ; 10 530]
	Urbaines (> 100 000 hab)	5 110 [1 809 ; 8 087]	2,3	2,6 [0,9 ; 4,1]	89 260 [31 276 ; 142 635]
	France métropolitaine	6 790 [2 400 ; 10 763]	1,2	1,6 [0,6 ; 2,6]	106 354 [37 268 ; 169 939]

À l’égard de la commune de Carqueiranne (classifiée en commune semi-rurale compte tenu de sa population) — il est estimé que l’exposition à long terme :

- aux PM2,5 : est à l’origine de 6,3 % de la mortalité annuelle et d’une baisse d’espérance de vie à 30 ans de 6,3 mois.
- au NO₂ : est à l’origine de 0,5 % de la mortalité annuelle et d’une baisse d’espérance de vie à 30 ans de 0,6 mois.

Impact de la pollution de l’air ambiant : réduction sur la mortalité en France métropolitaine en lien avec le confinement du printemps 2020

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l’activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l’efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.

Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l’air ambiant observées durant ce premier confinement.

Les résultats de l’évaluation quantitative d’impact sur la santé (EQIS) montrent que les bénéfices d’une moindre exposition à la pollution de l’air ambiant durant le premier confinement peuvent être évalués à environ :

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l’exposition aux particules PM2,5, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond.
- 1 200 décès évités corrélés avec une diminution de l’exposition au dioxyde d’azote (NO₂), liée principalement au trafic routier.

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).

Ces résultats mettent en évidence qu’une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l’air se traduit par une diminution sensible de l’impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés de cette évaluation pour le scénario à court terme et le scénario à long terme.

Scénario 1 : IMPACT À COURT TERME (Tous âges ; PM10 et NO₂)

Impact à court terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations journalières de pollution de l’air ambiant occasionnée par les restrictions d’activité et modélisée à partir d’hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Périodes d’étude :

- Confinement strict : 16 mars au 11 mai 2020.
- Déconfinement progressif : 11 mai au 22 juin 2020.
- Période totale : 16 mars au 22 juin 2020.

Tableau 16 : Impact des PM10 et du NO2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)

	Classe d'urbanisation	PM10		NO2	
		Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)
Confinement strict (16 mars au 11 mai 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	13 [6 ; 21]	0,07	41 [22 ; 60]	0,2
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	12 [5 ; 19]	0,07	43 [23 ; 63]	0,3
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	9 [4 ; 14]	0,07	35 [19 ; 52]	0,3
	Urbaines (> 100 000 hab)	27 [12 ; 43]	0,09	124 [66 ; 182]	0,4
	France métropolitaine	61 [26 ; 97]	0,08	243 [130 ; 357]	0,3
Déconfinement progressif (11 mai au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [2 ; 9]	0,04
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [3 ; 9]	0,1
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	1 [0 ; 2]	0,01	5 [2 ; 8]	0,1
	Urbaines (> 100 000 hab)	3 [0 ; 6]	0,01	22 [9 ; 35]	0,1
	France métropolitaine	8 [1 ; 14]	0,01	39 [16 ; 61]	0,1
Période totale (16 mars au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	15 [6 ; 24]	0,04	47 [24 ; 69]	0,1
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	14 [5 ; 22]	0,04	49 [26 ; 72]	0,2
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	10 [4 ; 16]	0,04	40 [21 ; 60]	0,2
	Urbaines (> 100 000 hab)	31 [11 ; 50]	0,05	146 [75 ; 217]	0,3
	France métropolitaine	69 [26 ; 111]	0,05	282 [146 ; 418]	0,2

Scénario 2 : IMPACT À LONG TERME (âge ≥ 30 ans ; PM2,5 et NO2)

Impact à plus long terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations annuelles de pollution de l’air ambiant, occasionnée par les restrictions d’activité et modélisée à partir d’hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Période d’étude : 1^{er} juillet 2019 au 30 juin 2020.

Tableau 17 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO2 sur la mortalité et l’espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
PM2,5	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	2 274 [793 ; 3 636]	0,4	13 [5 ; 21]	27 815 [9 709 ; 44 414]
NO2	Rurales (< 2 000 hab)	150 [52 ; 239]	0,1	4 [1 ; 6]	1 490 [522 ; 2 380]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	156 [54 ; 249]	0,1	4 [1 ; 6]	1 290 [452 ; 2 062]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	128 [45 ; 204]	0,2	5 [2 ; 8]	1 252 [439 ; 2 001]
	Urbaines (> 100 000 hab)	460 [161 ; 735]	0,2	6 [2 ; 10]	7 231 [2 534 ; 11 553]
	France métropolitaine	893 [313 ; 1 427]	0,2	5 [2 ; 8]	11 263 [3 946 ; 17 995]

11. ANALYSE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Après l'examen des données disponibles sur la qualité de l'air et des données sanitaires, il convient de s'intéresser à la population et à la composition géographique de la zone d'étude.
Cette démarche a pour objectif principal d'identifier les lieux vulnérables et de définir la fragilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphérique (sachant que les enfants et les personnes âgées sont les plus fragiles).

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS POUVANT INDUIRE DES EFFETS CUMULÉS

Les opérations d'aménagement aux alentours du projet, peuvent éventuellement entraîner des effets cumulés avec le projet faisant l'objet de cette étude, selon leur calendrier de réalisation.

Aucun projet induisant des effets cumulés avec le projet étudié n'est recensé sur la zone d'étude (cf. étude de desserte et d'impact circulatorio ; Horizon Conseil).

11.2. DONNEES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ Normales climatiques

Les données présentées (sauf celles relatives aux vents) proviennent des stations Météo-France « Hyères – Le Palyvestre »²⁴ (coordonnées : 43,10°N | 6,15°E) située à environ 6,1 km à l'Est du projet et « Six-Fours-les-Plages » (coordonnées : 43,10°N | 5,82°E) située à environ 20 km à l'Ouest du projet ; pour l'ensoleillement. Il s'agit des normales annuelles officielles [1991-2020].

Paramètre	Normales 1991-2020 Données officielles
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	15,7°C [11,0 : 20,4°C]
Ensoleillement annuel (Station à Six-Fours-Les-Plages) [moyenne mensuelle]	2 220 h [185 h]
Cumul des précipitations annuelles	668,8 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	55,6 jours [15,2 %]
Intervalle de pression atmosphérique	
Pression minimale enregistrée	977,4 hPa le 25 février 1989
Pression maximale enregistrée	1041 hPa le 4 mars 1990

Les figures suivantes représentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (Nota : ces données sont issues de modélisations et non d'observations)²⁵.

²⁴<https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/hyeres-le-palyvestre/valeurs/07667.html>

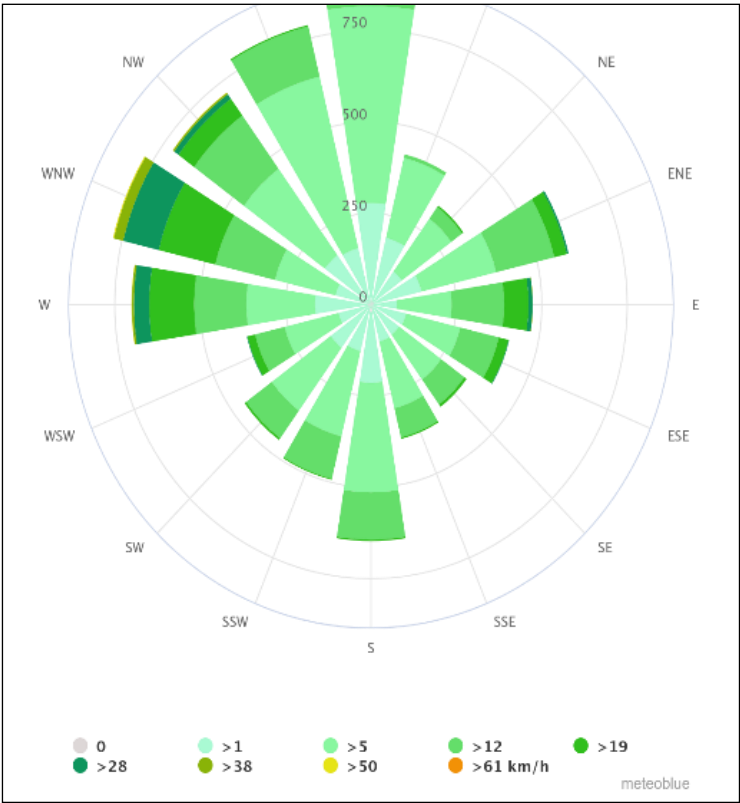


Figure 44 : Rose des vents (source : meteoblue)

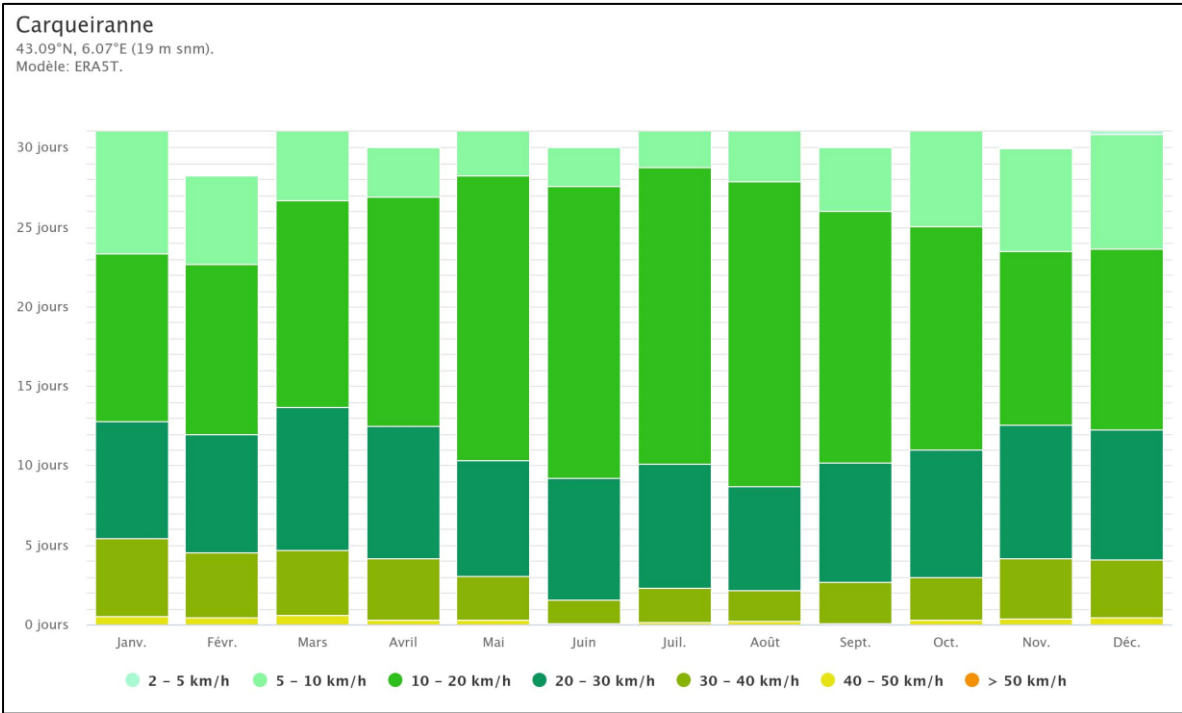


Figure 45 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

²⁵ https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/carqueiranne_france_3028534

Les vents dominants soufflent majoritairement de l'Ouest-Nord-Ouest vers l'Est-Sud-Est. La dispersion des polluants par le vent est efficace à partir d'une vitesse de 20 km/h. Les vents présentant de telles vitesses sont assez peu fréquents sur le secteur (de 8,7 à 13,7 jours par mois). La période printanière est celle produisant le plus fréquemment des vents forts.

Le projet est donc situé majoritairement dans un secteur où l'accumulation des polluants atmosphériques est favorisée par les conditions météorologiques.

❖ **Topographie**

La figure suivante illustre la topographie aux alentours du site d'étude.

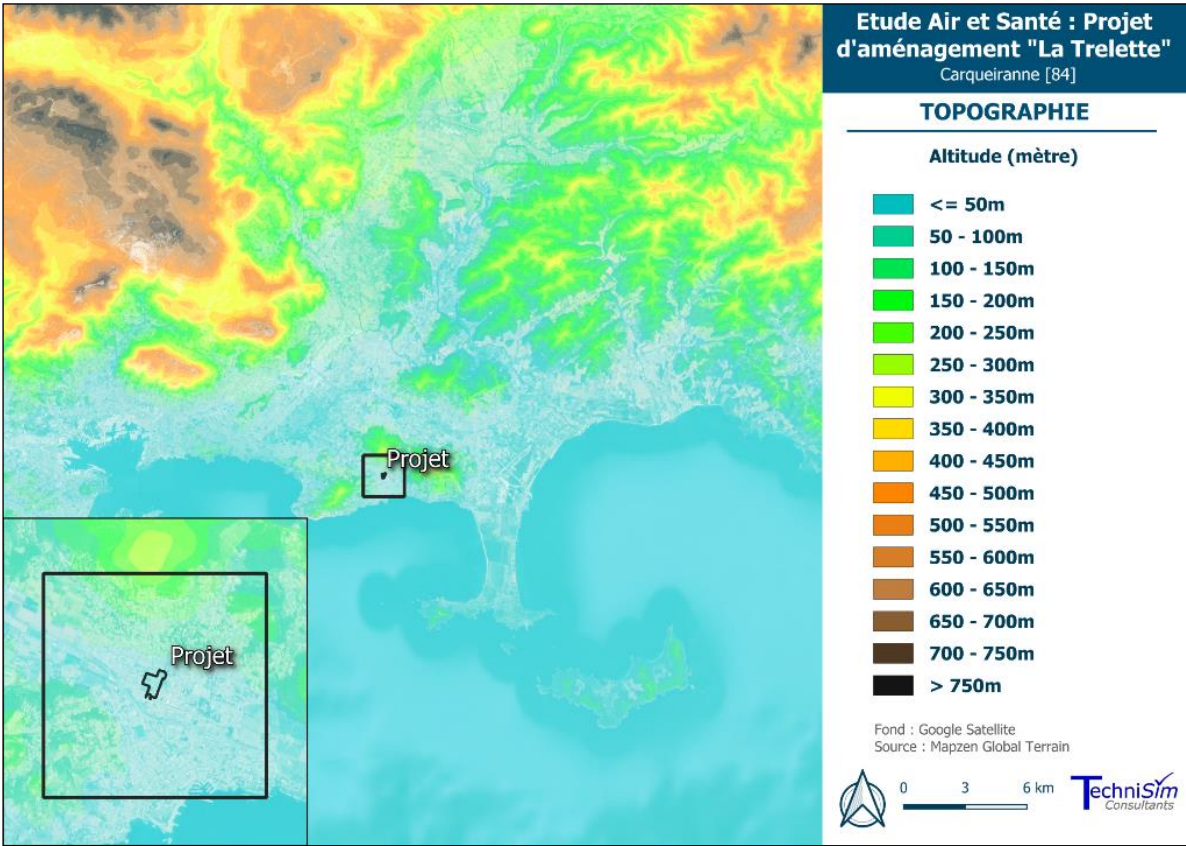


Figure 46 : Topographie autour du projet

Des reliefs légers avec une altitude entre 250 et 300 m apparaissent à moins de 1 km au Nord du projet, dans la zone d'étude. Ceux-ci peuvent favoriser l'accumulation de polluants lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion (absence de vent).

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques est assez faible. Par ailleurs, les précipitations annuelles sont, elles aussi, faibles et peu fréquentes. L'ensoleillement très important favorise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est en conséquence sujet à des conditions météorologiques plutôt favorables à l'accumulation des polluants. Ce phénomène pouvant être légèrement majoré par la présence des reliefs modérés aux alentours du projet, faisant un léger obstacle à la dispersion des polluants atmosphériques.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

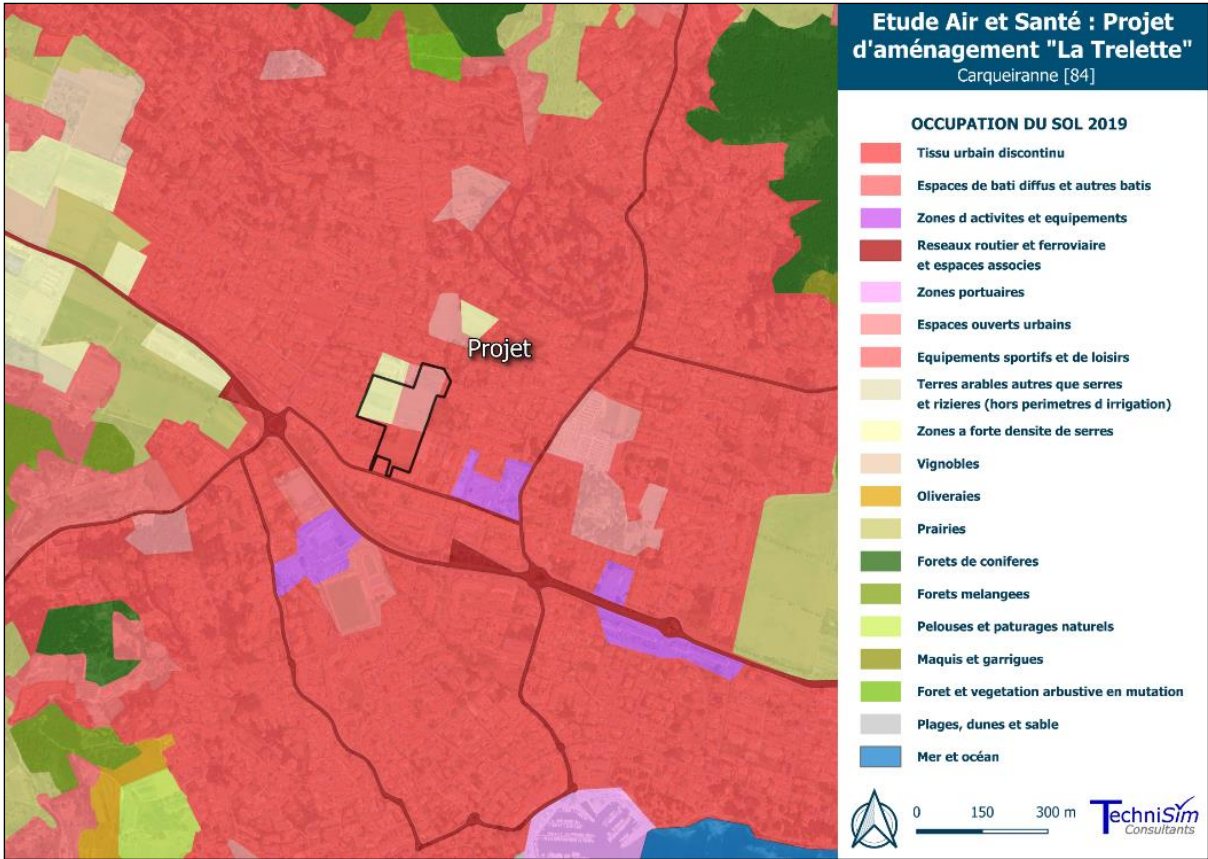


Figure 47 : Occupation du sol 2019 sur la zone d'étude (source : DataSud – Région PACA)

Le tableau ci-dessous liste les différents types d'occupation de sol présent sur la zone d'étude ainsi que la surface totale associée en hectare.

Tableau 19 : Types d'occupation du sol présents sur la zone d'étude en 2019 (source : DataSud - Région PACA)

Type d'occupation du sol 2019	Surface en hectare	Pourcentage d'occupation
Espaces ouverts urbains	10,5	2,6 %
Forêts de conifères	19,2	4,8 %
Mers et Océans	3,0	0,7 %
Oliveraies	2,2	0,6 %
Vignobles	6,7	1,7 %
Plages, dunes et sable	0,1	0,0 %
Forêts mélangées	10,4	2,6 %
Forêt et végétation arbustive en mutation	1,1	0,3 %
Prairies	33,0	8,3 %
Zones portuaires	4,0	1,0 %
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	8,6	2,2 %
Terres arables autres que serres, et rizières (hors périmètres d'irrigation)	2,1	0,5 %

Type d'occupation du sol 2019	Surface en hectare	Pourcentage d'occupation
Équipements sportifs et de loisirs	3,3	0,8 %
Zones d'activités et équipements	6,0	1,5 %
Pelouses et pâturages naturels	3,1	0,8 %
Maquis et garrigues	0,5	0,1 %
Tissu urbain discontinu	254,7	63,7 %
Zones à forte densité de serres	11,0	2,8 %
Espaces de bâti diffus et autres bâtis	20,4	5,1 %
Total	399,7	100,0 %

Selon les dernières données disponibles (2019) de l'occupation des sols de la région PACA :
La **zone d'étude** est majoritairement couverte de tissu urbain discontinu (64 %) c'est-à-dire des habitats individuels et collectifs, et des infrastructures de transports (routes et parkings).

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES A ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de culture à même de présenter un enjeu sanitaire par ingestion ont été recherchées sur la zone d'étude, c'est-à-dire :

- Production alimentaire : jardins potagers, vergers, zones maraichères, terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes AOC, cultures biologiques, etc.), ... ;
- Zones de jeux avec terrains meubles susceptibles d'être ingérés par les enfants : aires de jeux, cours d'école, ... ;
- Jardins familiaux, partagés et collectifs.

La commune de Carqueiranne possède des jardins familiaux / partagés / potagers mais aucun n'est situé dans la zone d'étude.
Concernant les zones de jeux pour enfants, plusieurs sont situées dans la zone d'étude : parc saint Vincent, Jardin du petit Prince et Place de l'Europe.
Les parcelles agricoles situées dans la zone d'étude sont composées de vignobles (6,7 ha), d'oliveraies (2,2 ha), de serres (11 ha) ainsi que d'autres terres arables (2,1 ha) mais aucune de ces parcelles n'est à forte valeur ajoutée.

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ETUDE – DONNÉES INSEE

La planche suivante indique la population du domaine d'étude, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2019 publiées en 2023). Les tableaux suivants caractérisent la population de la zone d'étude.

La zone d'étude comprend 7 466 personnes, soit une densité moyenne de population estimée à 1 623 hab./km² pour la zone d'étude.

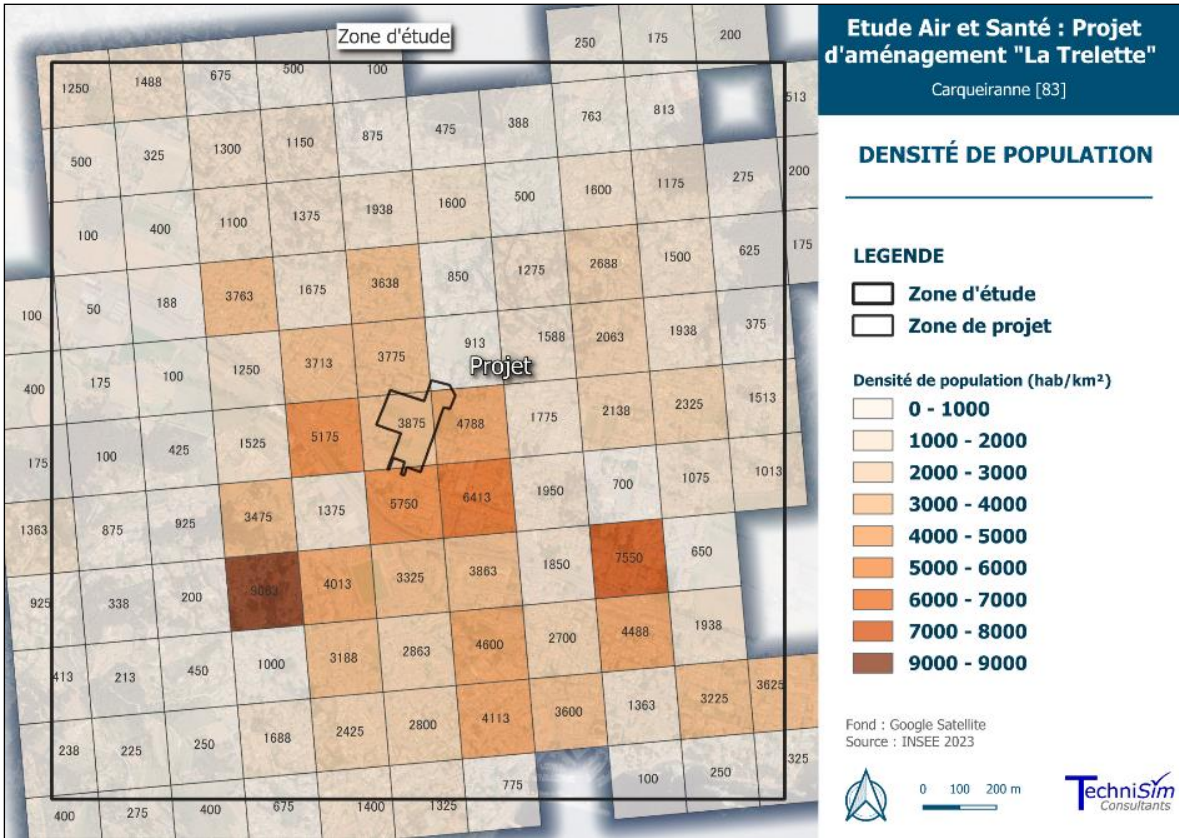


Figure 48 : Population en 2019 dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (source : données carroyées INSEE publiées en 2023)

Tableau 20 : Caractéristiques des ménages habitant dans la zone d'étude et des carreaux d'appartenance du projet en 2019 (données carroyées INSEE publiées en 2023)

Paramètres	Zone d'étude
Nombre de ménages résidant dans la zone	3 793
Nombre moyen de personnes par ménage	2
Nombre total de ménages propriétaires	2 271
Surface cumulée des résidences principales [m²]	309 322,4
Nombre de ménages en logements collectifs	2 233
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	94
Nombre de ménages de 1 personne	1 518
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60% de la médiane des niveaux de vie	421

Tableau 21 : Population par tranches d'âges sur les carreaux d'appartenance de la zone d'étude en 2019 (données carroyées INSEE publiées en 2023)

	Ensemble	âge inconnu	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	Moins de 11 ans	11 à 17 ans
Effectif	7 466	2	167	286	286	550	460
Proportion	100,0 %	0,0 %	2,2 %	3,8 %	3,8%	7,4 %	6,2%
	18 à 24 ans	25 à 39 ans	40 à 54 ans	55 à 64 ans	65 à 79 ans	65 ans et plus	80 ans et plus
Effectif	492	905	1 356	1 117	1 765	2 585	820
Proportion	6,6%	12,1%	18,2%	15,0%	23,6%	34,6 %	11,0 %
Total de la population la plus vulnérable à la pollution atmosphérique (moins de 11 ans et plus de 65 ans)						3 134	42,0 %

Au niveau de la zone d’étude : **59,9** % des ménages sont propriétaires. Le nombre moyen de personnes par ménage est de **2,0**. La population est majoritairement logée en habitat collectifs (**58,9** % des ménages).

Les deux classes d’âges les plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus). Ces catégories représentent respectivement **7,4** % (soit 550 individus) et **34,6** % (soit 2 585 individus) de la population des carreaux de la zone d’étude.

Au niveau des carreaux de la zone d’étude sont décomptés 7 466 individus dont 3 134 (soit 42,0 %) dits les plus vulnérables à la pollution atmosphérique.

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

Les personnes vulnérables à la pollution atmosphérique sont, d’après la *Note Technique NOR:TRET1833075N du 22 février 2019* :

- Les jeunes enfants (dont l’appareil respiratoire n’est pas encore mature) ;
- Les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l’air ;
- Les personnes adultes ou enfants présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ces populations dites ‘vulnérables’ ont un risque plus important de présenter des symptômes corrélés avec la pollution atmosphérique.

D’après le ministère des Solidarités et de la Santé²⁶, l’âge à partir duquel le système respiratoire peut être considéré comme mature varie d’un enfant à un autre. La vitesse de multiplication alvéolaire au cours de la première année de la vie est très rapide, encore rapide jusqu’à l’âge de 3 ans, puis plus lente jusqu’à 8 ans environ. Après cela, il y a une augmentation continue du diamètre des voies aériennes et un remodelage des alvéoles jusqu’à ce que la croissance physique soit terminée, vers l’adolescence.

L’OMS²⁷ considère que l’adolescence est la période de croissance et de développement humain qui se situe entre l’enfance et l’âge adulte, entre les âges de 10 et 19 ans. Elle représente une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n’est supérieur que pendant la petite enfance.

Il a été recherché la présence d’établissements dits ‘vulnérables’ à la pollution atmosphérique sur la zone d’étude. Par lieux ‘vulnérables’, on entend toutes les structures fréquentées par des personnes considérées vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique, c’est-à-dire :

- Établissements accueillant des enfants : maternités, crèches, écoles maternelles et élémentaires, établissements accueillant des enfants handicapés, etc.

²⁶ <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/article/les-personnes-sensibles-ou-vulnerables-a-la-pollution-de-l-air>

- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

Pour davantage de clarté, ces lieux sont indiqués dans le tableau et la planche qui vont suivre.

Au total, 6 établissements vulnérables sont recensés dans la zone d’étude (crèche, écoles et résidence senior) en l’état actuel.
La programmation projet inclut des locaux d’activités dont la nature n’est pas définie. Par défaut, ils seront considérés comme lieu vulnérable à la pollution atmosphérique de manière majorante.

Tableau 22 : Liste des établissements vulnérables						
	N°	Nom	Capacité	Adresse	Coordonnées UTM31	
Crèches - Lieux d'accueil petite enfance	1	Maison Municipale de la Petite Enfance	65 places	Chemin de Saint-Pons	750554	4775824
	1	École maternelle Romain Rolland	n.d.	Rue Victoire Mangot	750363	4775926
	2	École maternelle Saint Exupéry	n.d.	Chemin du Hameau	749908	4775751
École élémentaire	1	École élémentaire Marcel Pagnol	n.d.	Chemin des Écoliers	749866	4775707
	2	École élémentaire Jules Ferry	n.d.	Place de la République	750272	4775887
Locaux d'activités en projet	1	n.d.	n.d.	n.d.	750122	4775962
Résidence personnes âgées	1	Résidence Wetzell	35 studios	Rue Pierre Victor Peyron	750329	4775950

²⁷ https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

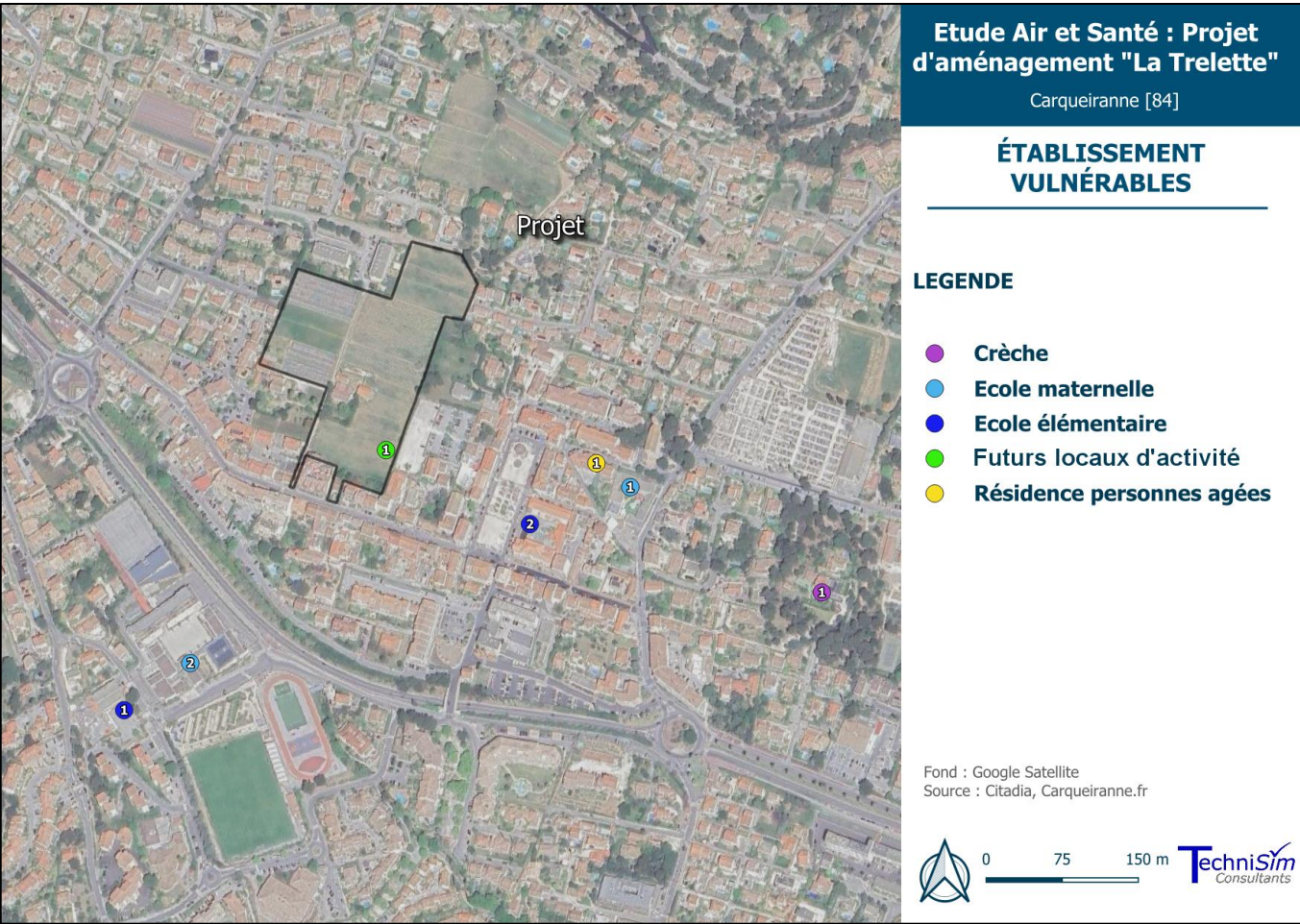


Figure 49 : Localisation des lieux vulnérables à proximité du projet

11.7. SYNTHÈSE

Le projet s’inscrit au sein du territoire de la ville de Carqueiranne (Var/83).

En l’état actuel, selon les dernières données disponibles (2019) de l’occupation des sols de la région PACA, la zone d’étude est majoritairement couverte de tissu urbain discontinu (64 %) c’est-à-dire des habitats individuels et collectifs, et des infrastructures de transports (routes et parkings).

Les données météorologiques indiquent des vents dominants soufflant majoritairement du Ouest-Nord-Ouest vers le Est-Sud-Est. Compte-tenu de l’orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques est assez faible. Par ailleurs, les précipitations annuelle sont, elle aussi, faibles et peu fréquentes. L’ensoleillement très important favorise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est en conséquence sujet à des conditions météorologiques plutôt favorables à l’accumulation des polluants. Ce phénomène pouvant être légèrement majoré par la présence des reliefs modérés (entre 250 et 300 m) aux alentours du projet, faisant un léger obstacle à la dispersion des polluants atmosphériques.

Recherche des enjeux sanitaires par inhalation

*La zone d’étude comprend 7 466 individus dont 3 134 (42,0 %) dits les plus vulnérables à la pollution atmosphérique. (« Moins de 11 ans » et « Plus de 65 ans »), selon les données carroyées de l’INSEE, millésime 2019.

*Au total, 6 établissements vulnérables sont recensés dans la zone d’étude (crèche, écoles et résidence senior) en l’état actuel.

La programmation projet inclut des locaux d’activités dont la nature n’est pas définie. Par défaut, ils seront considérés comme lieu vulnérable à la pollution atmosphérique de manière majorante.

Recherche des enjeux sanitaires par ingestion

Aucune zone à enjeu sanitaire par ingestion n’est considérée au sein de la zone d’étude.

12. MESURE *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air au sein de la zone d'étude, il a été réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO₂) ;
- Les poussières PM10 et PM2,5.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO₂. Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la Directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO₂ dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

Les mesures des particules (PM10 et PM2,5) sont réalisées à l'aide de micro-capteurs laser autonomes. Les micro-capteurs laser relèvent les concentrations toutes les 5 minutes.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-dessous.



Figure 50 : Réceptacle, tube passif pour le NO₂ et micro-capteur laser pour les particules

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesures et d'analyse sont disponibles en détail en annexe.

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures s'est déroulée du 15 mai au 13 juin 2024 (conditions estivales), soit 30 jours de mesure. Au sein de la zone d'étude, les prélèvements de NO₂ ont été effectués sur 7 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des répliques ont été réalisés sur les points n°4 et n°7. Un 'blanc' a été réalisé pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (point n°5). Les mesures de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°1 et 7.

Les emplacements des points de mesures ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet. Chaque point de mesures est repéré sur une carte géoréférencée et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, ...), description de l'environnement immédiat du point de mesures (habitations, ...). L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

Avertissement important : les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

Le tableau suivant indique la typologie de chaque point de mesures ; la carte suivante indique leur localisation au sein de la zone d'étude. La campagne se déroule en milieu urbain.

Tableau 23 : Typologie des points de mesure	
POINTS	Remarque Typologie
N°1	Emprise projet / Fond urbain
N°2	Emprise projet / Fond urbain / à proximité des futurs locaux d'activité
N°3	Emprise projet / Fond urbain / à proximité des habitations
N°4	Emprise projet / Fond urbain / à proximité des habitations
N°5	Emprise projet / Fond urbain / à proximité des habitations
N°6	Emprise projet / Fond urbain
N°7	Fond urbain

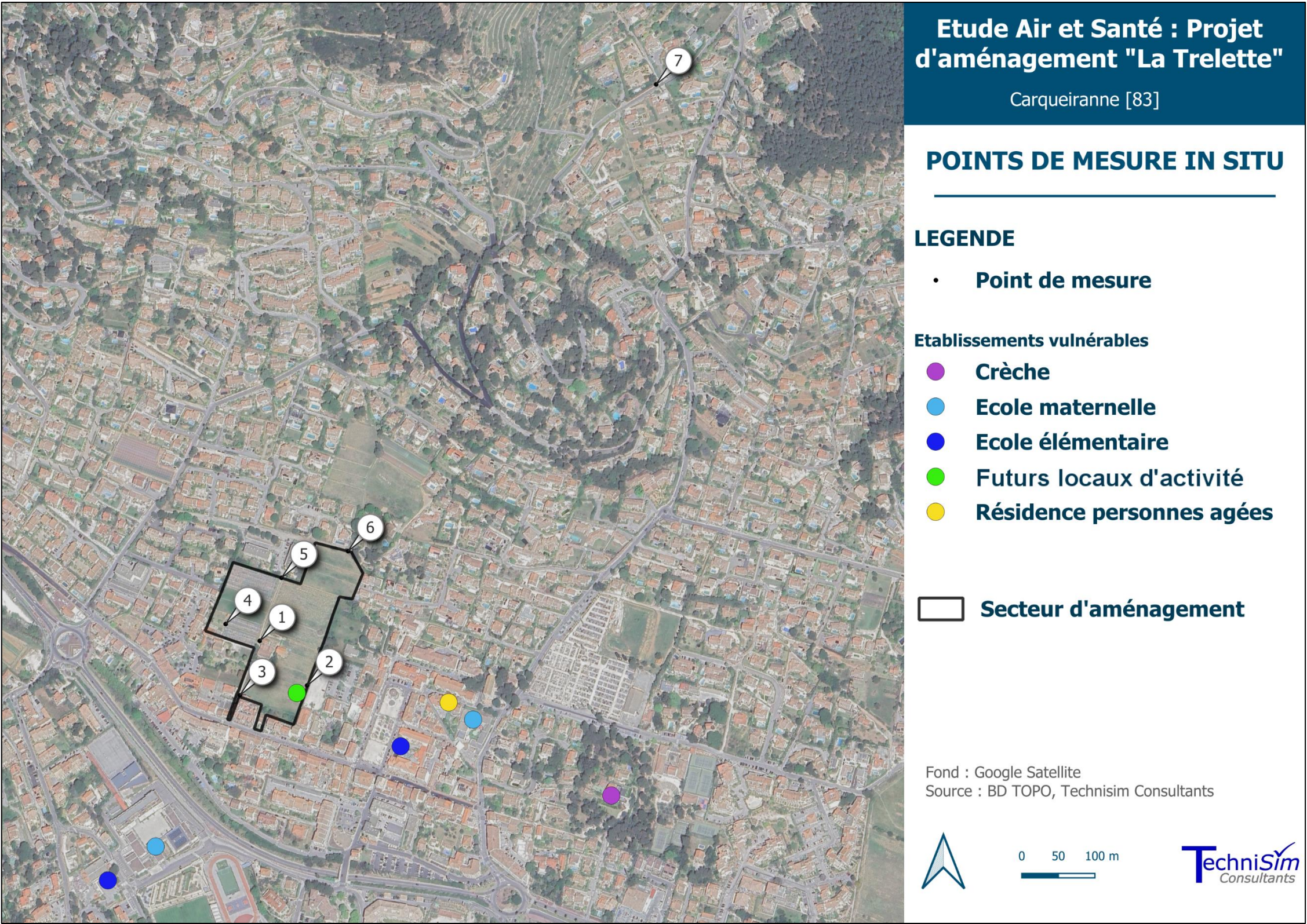


Figure 51 : Emplacement de l'ensemble des points de mesure au sein de la ville de Carqueiranne

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE

Les conditions météorologiques détaillées observées au cours de la campagne de mesures sont disponibles en annexe.

Le tableau suivant synthétise les normales [1991-2020] pour les stations Météo France « Hyères– Le Palyvestre »²⁸ et « Six-Fours-les-Plages » (ensoleillement), concernant la période de mesures ainsi que les données relevées pendant la période de mesure.

Tableau 24 : Comparaison des condition météorologiques en normales et celles mesurées sur la période de mesures

Synthèse Condition météorologique	Normales sur période de mesures [1991-2020]	Sur la période de mesures en 2024	Écart aux normales
Température (°C)	18,7	19,4	+0,7°C (+3,7 %)
Vitesse du vent (km/h)	12,96	14,21	+9,6 %
Ensoleillement journalier (station à Six-Fours-Les-Plages)	7h 44min	9h 36min	+ 24,2 %
Hauteur de précipitations (mm/j)	1,3	0,7	-46,1 %
Nombre de jours de précipitations ≥ 1 mm	3,5	3	-14,3 %

Lors de la campagne de mesure, les précipitations ont été inférieures aux normales de saison en termes de hauteurs mais relativement dans les normales pour le nombre de jours de précipitations. Les vents ont été faibles sur 74,6 % de la campagne. La température moyenne est supérieure à la normale proratisée de mai/juin et l'ensoleillement a été important favorisant une dégradation photochimique des polluants primaires (NO₂) mais entrainant en corollaire une augmentation de l'ozone (polluant secondaire).

Les températures les plus basses de la campagne ont été observées les 17, 24 et 26 mai 2024. Les conditions de pression atmosphérique ont été anticycloniques du 23 mai au 28 mai et du 05 juin au 07 juin et ont été dépressionnaires du 30 mai au 31 mai ainsi que du 09 juin au 11 juin. De plus, aucune précipitation n'a été enregistrée les 23, 24, 26, 27 et 28 mai ainsi que le 05, 06 et 07 juin, et la vitesse du vent a été en moyenne inférieure à 20 km/h.

Au contraire, du 21 au 23 mai et du 30 au 31 mai, les vents les plus forts sur la période de mesures ont été enregistrés avec une moyenne de 23,5 km/h sur ces cinq jours et les conditions étaient dépressionnaires du 30 au 31 mai. On rappelle que le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h.

On observe également des précipitations le 15, 16 mai et le 02 juin qui participent au lessivage de l'air en dissolvant les polluants les plus solubles et en rabattant les particules vers le sol. Ces conditions permettent une amélioration de la qualité de l'air.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 30 jours ont alterné entre épisodes favorisant l'accumulation et épisodes favorisant la dispersion des polluants.

²⁸ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/hyeres-le-palyvestre/valeurs/07667.html>

12.3. RÉSULTATS DES MESURES

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées :

- du 15 mai 2024 à 10h03 au 13 juin 2024 à 10h13 pour le point n°1 ;
- du 15 mai 2024 à 10h59 au 13 juin 2024 à 09h47 pour le point n°7 ;

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations instantanées en PM10 et PM2,5 mesurées aux points n°1 et 7 lors de la campagne de mesure.

Remarque : Les pics fins et intenses peuvent provenir du passage d'un véhicule polluant (diesel) et/ou de piétons en train de fumer.

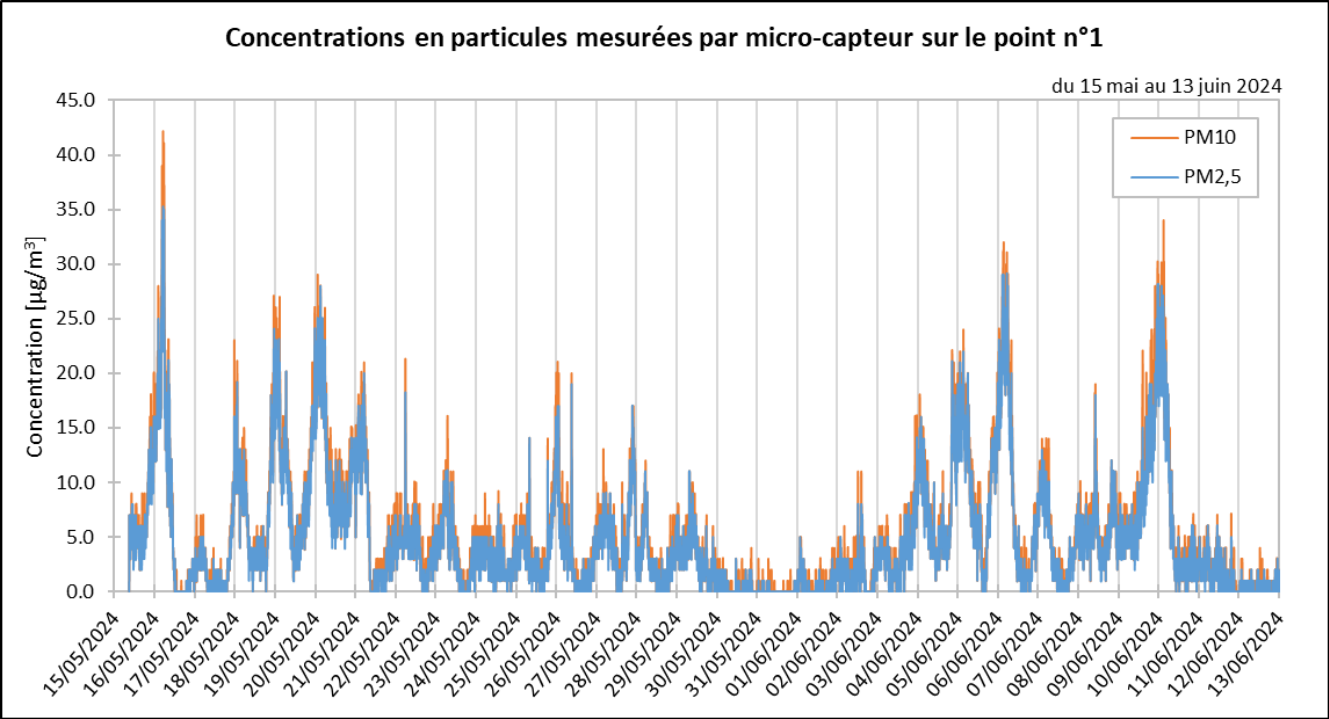


Figure 52 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 au point n°1 lors de la campagne de mesures (fréquence de mesures : toutes les 5 minutes)

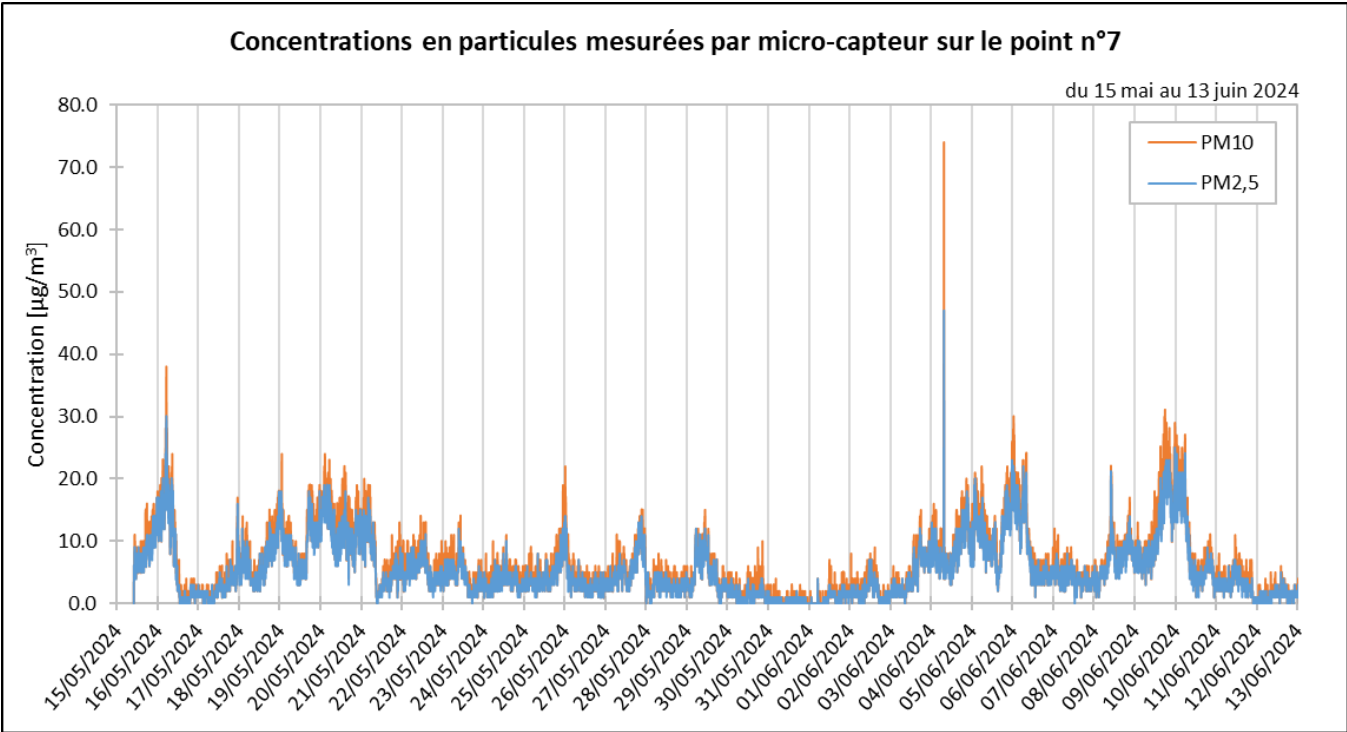


Figure 53 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 lors de la campagne de mesures (fréquence de mesures : toutes les 5 minutes)

Les résultats en moyennes journalières et sur la période de mesures sont disponibles dans les tableaux et les graphiques ci-après. La dernière ligne du tableau présente les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5, le pourcentage de couverture des données et le rapport PM2,5/PM10 moyens pour l’ensemble de la campagne de mesures.

❖ Point n°1 (Fond urbain/ Emprise projet)

Tableau 25 : Résultats des mesures des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°1 lors de la campagne de mesure

Date	PM ₁₀ (µg/m ³) Concentration moyenne	PM _{2,5} (µg/m ³) Concentration moyenne	Rapport PM2,5/PM10	Couverture des mesures
15/05/2024	8	7	91,1 %	63,2 %
16/05/2024	8	8	93,0 %	100,0 %
17/05/2024	3	2	88,6 %	100,0 %
18/05/2024	8	7	92,5 %	100,0 %
19/05/2024	10	10	93,2 %	100,0 %
20/05/2024	12	11	92,6 %	100,0 %
21/05/2024	6	5	88,0 %	100,0 %
22/05/2024	4	4	87,7 %	100,0 %
23/05/2024	4	3	87,4 %	100,0 %
24/05/2024	3	3	85,6 %	100,0 %
25/05/2024	5	4	88,8 %	100,0 %
26/05/2024	3	3	86,7 %	100,0 %
27/05/2024	6	5	89,8 %	100,0 %
28/05/2024	3	3	88,9 %	100,0 %
29/05/2024	3	3	90,4 %	100,0 %
30/05/2024	0	0	66,9 %	100,0 %
31/05/2024	0	0	29,7 %	100,0 %
01/06/2024	1	1	73,6 %	100,0 %
02/06/2024	2	1	79,5 %	100,0 %
03/06/2024	4	4	87,7 %	100,0 %
04/06/2024	8	8	93,0 %	100,0 %
05/06/2024	10	10	93,1 %	100,0 %
06/06/2024	9	9	93,3 %	100,0 %
07/06/2024	4	4	89,6 %	100,0 %
08/06/2024	6	5	91,8 %	100,0 %
09/06/2024	11	9	88,6 %	100,0 %
10/06/2024	7	7	90,9 %	100,0 %
11/06/2024	2	2	82,5 %	100,0 %
12/06/2024	1	0	61,3 %	100,0 %
13/06/2024	1	1	90,0 %	38,9 %
Période	5	5	90,3 %	98,7 %

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°1 est de 98,7 % sur 30 jours (28 jours complets, 2 journées partielles).

À noter qu’il n’y a eu aucun dépassement des valeurs guides journalières de l’OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

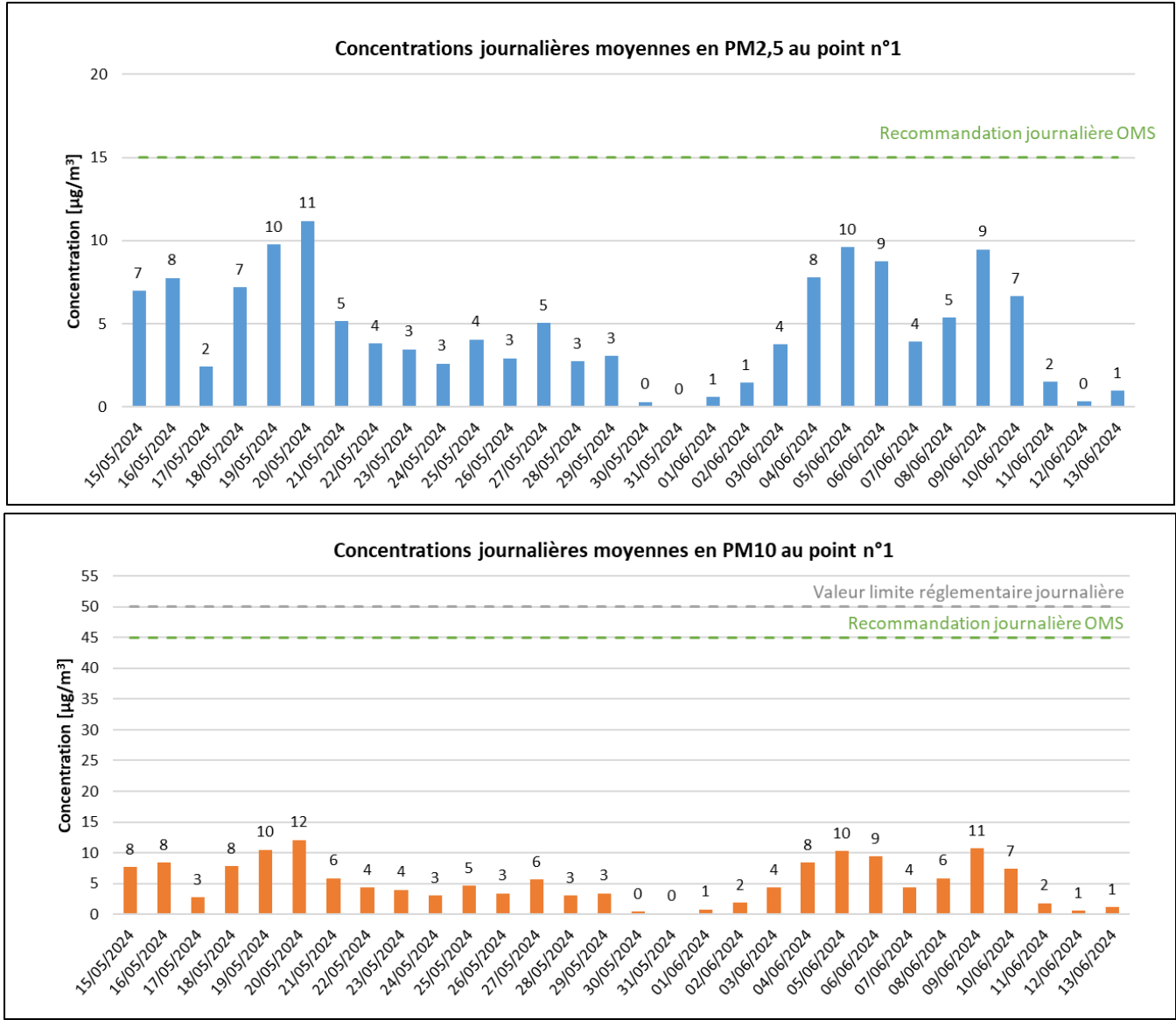


Figure 54 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°1 lors de la campagne de mesure

❖ Point n°7 (fond urbain)

Tableau 26 : Résultats des mesures des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7 lors de la campagne de mesure

Date	PM10 (µg/m³) Concentration moyenne	PM2,5 (µg/m³) Concentration moyenne	Rapport PM2,5/PM10	Couverture des mesures
15/05/2024	9	8	88,6 %	58,3 %
16/05/2024	8	7	89,6 %	100,0 %
17/05/2024	3	2	87,5 %	100,0 %
18/05/2024	8	7	87,8 %	100,0 %
19/05/2024	10	9	88,9 %	100,0 %
20/05/2024	14	12	87,6 %	100,0 %
21/05/2024	7	6	86,2 %	100,0 %
22/05/2024	6	5	85,5 %	100,0 %
23/05/2024	5	4	83,8 %	100,0 %
24/05/2024	4	3	82,4 %	100,0 %
25/05/2024	5	4	84,2 %	100,0 %
26/05/2024	4	3	82,0 %	100,0 %
27/05/2024	6	5	87,4 %	100,0 %
28/05/2024	3	3	82,0 %	100,0 %
29/05/2024	5	5	89,7 %	100,0 %
30/05/2024	2	1	63,2 %	100,0 %
31/05/2024	0	0	45,5 %	100,0 %
01/06/2024	1	1	68,6 %	100,0 %
02/06/2024	2	2	78,0 %	100,0 %
03/06/2024	5	4	89,2 %	100,0 %
04/06/2024	10	8	86,8 %	100,0 %
05/06/2024	12	11	89,0 %	100,0 %
06/06/2024	10	9	89,3 %	100,0 %
07/06/2024	4	4	89,5 %	100,0 %
08/06/2024	8	7	90,4 %	100,0 %
09/06/2024	13	11	86,0 %	100,0 %
10/06/2024	9	8	87,8 %	100,0 %
11/06/2024	4	3	82,3 %	100,0 %
12/06/2024	2	1	76,2 %	100,0 %
13/06/2024	2	1	76,6 %	36,8 %
Période	6	5	86,6 %	98,6 %

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°7 est de 98,6 % sur 30 jours (28 jours complets, 2 journées partielles).

À noter qu’il n’y a eu aucun dépassement des valeurs guides journalières de l’OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

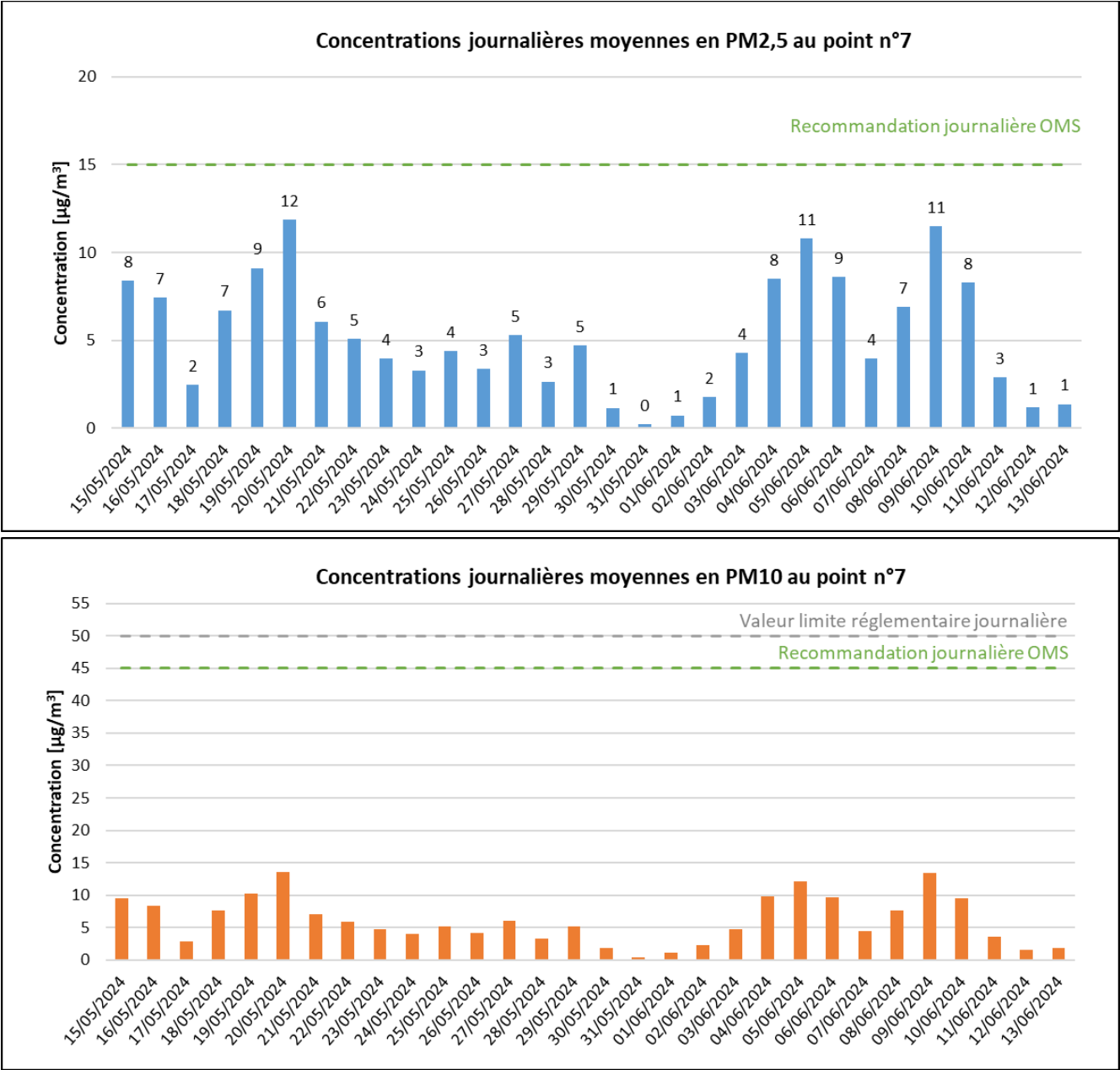


Figure 55 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2.5 au point n°7 lors de la campagne de mesure

❖ Interprétation des résultats

Sur la période de mesures effective, les teneurs moyennes en particules sont de :

- Point n°1 : 5 µgPM10/m³ et 5 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 90,3 % PM10) ;
- Point n°7 : 6 µgPM10/m³ et 5 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 86,6 % PM10).

Note : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesures, ces concentrations ne sont bien entendu pas comparables à des moyennes annuelles.

Les concentrations moyennes journalières en particules ont été comprises :

- Point n°1 :
 - Entre 0 µgPM10/m³ (les 30/05/2024 et 31/05/2024) et 12 µgPM10/m³ (le 20/05/2024) ;
 - Entre 0 µgPM2,5/m³ (les 30/05/2024, 31/05/2024 et 12/06/2024) et 11 µgPM2,5/m³ (le 20/05/2024).
- Point n°7 :
 - Entre 0 µgPM10/m³ (le 31/05/2024) et 14 µgPM10/m³ (le 20/05/2024) ;
 - Entre 0 µgPM2,5/m³ (le 31/05/2024) et 12 µgPM2,5/m³ (le 20/05/2024).

Comparaison avec les seuils réglementaires

Pour les PM10, la réglementation française autorise 35 jours par an de dépassement du seuil de 50 µgPM10/m³ en moyenne journalière. Ce seuil n'est pas dépassé pour les deux points.

La réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5.

Comparaison avec les seuils OMS

Concernant les PM10, le seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Ce seuil n'est pas dépassé pour les deux points.

L'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 15 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 à 4 jours par an pour les PM2,5. Ce seuil n'est pas dépassé pour les deux points.

❖ Comparaison avec les mesures d'AtmoSud

À titre purement informatif, les résultats des concentrations moyennes journalières des stations de fond périurbain et urbain AtmoSud « Toulon Valette Université » pour les PM2,5 et « Toulon Claret » pour les PM2,5 et PM10, sont présentés dans le tableau suivant. Bien que les mesures soient effectuées dans des sites de typologie similaire au point n°1 et 7 des mesures *in situ* (fond urbain), il n'est pas possible de comparer strictement les résultats à ceux des stations AtmoSud en termes de valeurs numériques. En effet, les distances sont trop importantes comparativement à l'influence de cette composante sur la mesure. Néanmoins, cela permet d'évaluer les ordres de grandeur.

Tableau 27 : Résultats des mesures en particules des stations AtmoSud de typologie « fond urbain » du 15 mai au 13 juin 2024 en moyennes journalières et en moyenne sur la période

AtmoSud	Toulon Valette Université	Toulon Claret		
	Fond périurbain	Fond urbain		
	PM _{2,5} (µg/m³)	PM ₁₀ (µg/m³)	PM _{2,5} (µg/m³)	Rapport PM _{2,5} /PM ₁₀
15/05/2024	5,8	13,2	5,5	41,7 %
16/05/2024	4,5	9,2	2,9	31,5 %
17/05/2024	4,2	9,8	2,9	29,6 %
18/05/2024	5,6	12,2	3,8	31,1 %
19/05/2024	6,8	13,3	5,3	39,8 %
20/05/2024	8,8	19,1	7,8	40,8 %
21/05/2024	5,7	11,9	2,5	21,0 %
22/05/2024	4,4	12,3	3,2	26,0 %
23/05/2024	4,7	12,5	2,9	23,2 %
24/05/2024	4,9	10,0	3,1	31,0 %
25/05/2024	4,9	9,0	3,1	34,4 %
26/05/2024	3,9	10,6	3,0	28,3 %
27/05/2024	5,4	12,2	4,7	38,5 %
28/05/2024	5,3	12,5	4,2	33,6 %
29/05/2024	5,6	13,2	3,4	25,8 %
30/05/2024	1,9	9,3	1,1	11,8 %
31/05/2024	1,7	7,8	0,0	0,0 %
01/06/2024	2,4	8,0	0,9	11,3 %
02/06/2024	3,3	8,6	2,9	33,7 %
03/06/2024	4,2	10,0	3,4	34,0 %
04/06/2024	6,1	11,5	5,8	50,4 %
05/06/2024	7,4	12,3	4,4	35,8 %
06/06/2024	5,5	10,1	4,7	46,5 %
07/06/2024	5,3	10,1	4,5	44,6 %
08/06/2024	5,8	13,1	6,4	48,9 %
09/06/2024	7,8	19,2	6,4	33,3 %
10/06/2024	6,1	11,5	4,1	35,7 %
11/06/2024	3,6	9,0	3,0	33,3 %
12/06/2024	3,1	8,6	2,2	25,6 %
13/06/2024	4,2	8,7	3,0	34,5 %
Période	5,0	11,3	3,7	31,9 %

PM2,5 aux stations « Toulon Valette Université » et « Toulon Claret »

Sur la période correspondant aux mesures in situ, la concentration moyenne est de 5,0 µgPM2,5/m³ à Toulon Valette Université et de 3,7 µgPM2,5/m³ à Toulon Claret. Les concentrations moyennes journalières ont été comprises entre 1,7 µgPM2,5/m³ (le 31/05/2024) et 8,8 µgPM2,5/m³ (le 20/05/2024) à Toulon Valette Université et entre 0,0 µgPM2,5/m³ (le 31/05/2024) et 7,8 µgPM2,5/m³ (le 20/05/2024) à Toulon Claret.

Aucun dépassement de la valeur guide OMS journalière (15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) n’est constaté.

PM10 à la station « Toulon Valette Université »

Sur la période correspondant aux mesures in situ, la concentration moyenne est de 11,3 µgPM10/m³. Les concentrations moyennes journalières ont été comprises entre 7,8 µgPM10/m³ (le 31/05/2024) et 19,2 µgPM10/m³ (le 09/06/2024).

Aucun dépassement de la valeur limite réglementaire (50 µgPM10/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) ni de la valeur guide journalière de l’OMS (45 µgPM10/m³ pour 3 à 4 jours par an) n’est constaté.

Cette comparaison montre que, sur la période des mesures *in situ* (du 15/05/2024 au 13/06/2024), la valeur moyenne mesurée de PM2,5 est égale à celle mesurée par AtmoSud à la station « Toulon Valette Université » (la plus proche du site d’étude). En revanche, la valeur moyenne mesurée de PM10 est 2 fois plus petite que celle donnée par AtmoSud à la station « Toulon Claret » mais qui est présente dans un lieu plus dense en circulation. Il est cependant intéressant de noter que les mesures *in situ* et les mesures d’AtmoSud suivent les mêmes tendances, comme le montre les graphes ci-dessous :

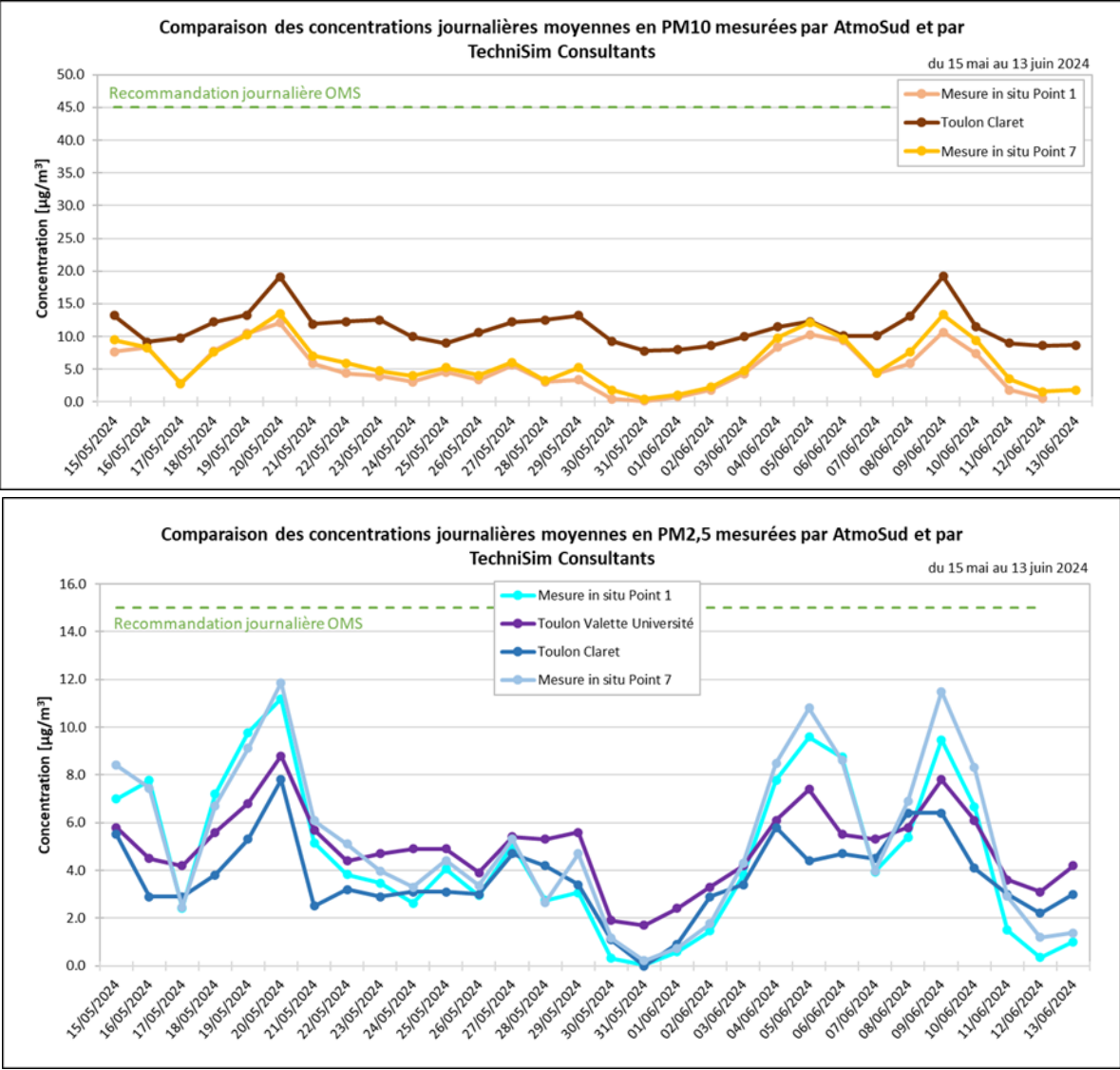


Figure 56 : Comparaison des mesures *in situ* et des données AtmoSud pour les particules

Les mesures de particules ont été effectuées au point n°1 (en situation de fond urbain / emprise projet) et au point n° 7 (situation de fond urbain, du 15 mai au 13 juin 2024. Durant cette période :

*Pour les PM10 : la valeur seuil réglementaire en moyenne journalière fixé à 50 µg/m³ et la valeur guide en moyenne journalière de l'OMS de 45 µg/m³ sont respectées pour les deux points sur l'ensemble de la période de mesures.

*Pour les PM2.5 : la valeur recommandée par l'OMS de 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an n'a jamais été dépassée pour les deux points sur l'ensemble de la période de mesures.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les collecteurs passifs ont été exposés du 15 mai au 13 juin 2024 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse. Les résultats des mesures sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 28 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]

Nom	Début		Fin		Durée d'expo. h	Concentration NO ₂	Écart relatif %
	Date	Heure	Date	Heure		µg/m³	
Point 1	15/05/2024	10:03	13/06/2024	10:13	696,2	6,0	3,8 %
Point 1	15/05/2024	10:03	13/06/2024	10:13	696,2	5,7	
Point 2	15/05/2024	10:28	13/06/2024	10:18	695,8	5,6	
Point 3	15/05/2024	9:44	13/06/2024	10:13	696,5	6,4	
Point 4	15/05/2024	9:51	13/06/2024	10:13	696,4	6,1	1,0 %
Point 4	15/05/2024	9:51	13/06/2024	10:13	696,4	6,0	
Point 5	15/05/2024	10:04	13/06/2024	10:13	696,2	5,0	
Point 5 (blanc)	15/05/2024	10:04	13/06/2024	10:13	696,2	< LD	
Point 6	15/05/2024	10:41	13/06/2024	9:56	695,3	4,6	
Point 7	15/05/2024	10:59	13/06/2024	9:47	694,8	5,4	0,6 %
Point 7	15/05/2024	10:59	13/06/2024	9:47	694,8	5,4	

LD (Limite Détection) = 0,2 µg/m³

❖ Validité des mesures

Les écarts relatifs entre les duplicatas d'un point de mesures de NO₂ sont calculés selon la formule suivante :

$$ER[\%] = 100 \times \left| \frac{m - a}{m} \right|$$

avec :
$$m = \frac{a + b}{2}$$

a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A
b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Les écarts relatifs informent de la dispersion des résultats.

Pour les points de mesures ayant été doublés, l'écart relatif est inférieur à 5 %, ce qui confirme une bonne répétabilité de la méthode de mesure.

La valeur du blanc (n°5) est inférieure à la limite de détection.

❖ Interprétation des résultats

Le graphe suivant illustre les teneurs mesurées en dioxyde d'azote pendant la campagne de mesure au sein de la zone d'étude. Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une teneur moyenne annuelle, ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO₂ entre les différents points de mesures.

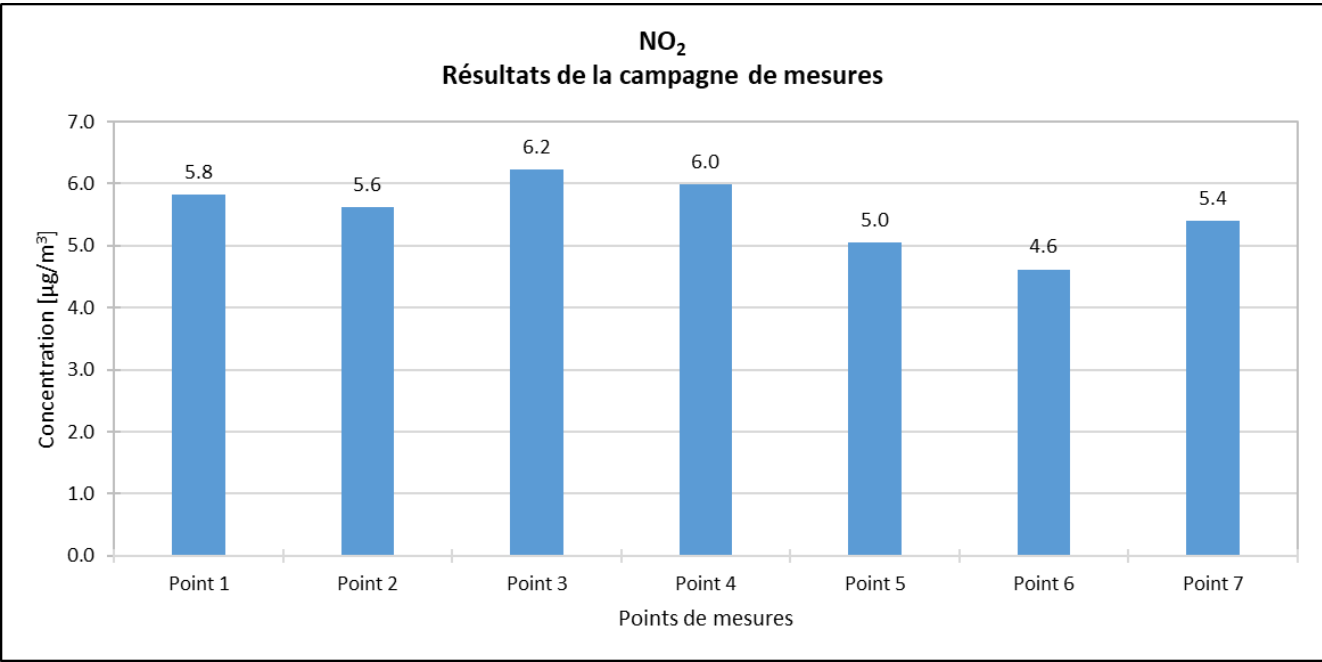


Figure 57 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote lors de la campagne de mesure

Au sein de la **zone d'étude**, Les teneurs en NO₂ relevées au niveau des points de mesure sont comprises entre 4,6 µg/m³ au point n°6 et 6,2 µg/m³ au point n°3, en moyenne sur la période de mesure.

Les valeurs des concentrations moyennes en NO₂ ne diffèrent pas beaucoup entre les points.

On rappelle que les points à proximité de **l'emprise du projet** sont les points n°1 à n°6. Les teneurs mesurées en ces points sont faibles, ce qui représente un enjeu relativement faible. Les concentrations sont du même ordre de grandeur que celle de « fond » mesurée au point n°7. Cela signifie que l'emprise projet est très peu impactée par le trafic routier.

Les résultats des mesures in situ en NO₂ font ressortir l'influence faible du trafic routier sur la qualité de l'air de l'emprise projet. Les concentrations moyennes mesurées sont du même ordre de grandeur que la valeur de fond hors emprise projet et sont faibles.

12.4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Afin de qualifier la qualité de l’air au sein de la **zone d’étude**, il a été réalisé une campagne de mesures in situ du dioxyde d’azote sur 7 points et des particules sur deux points (n°1 et n°7) sur la période du 15 mai au 13 juin 2024. Les points représentant particulièrement la qualité de l’air au niveau de **l’emprise du projet** sont les points n° 1 à n°6. Le point n°7 correspond à un point de référence de fond urbain sur la zone d’étude.

Conditions météorologiques pendant la campagne :

Dans l’ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 30 jours ont alterné entre épisodes favorisant l’accumulation et épisodes favorisant la dispersion des polluants.

Pour les particules PM10 et PM2,5

Les mesures de particules ont été effectuées au point n°1 (en situation de fond urbain / emprise projet) et au point n° 7 (situation de fond urbain, du 15 mai au 13 juin 2024. Durant cette période :

*Pour les PM10 : la valeur seuil réglementaire en moyenne journalière fixé à 50 µg/m³ et la valeur guide en moyenne journalière de l'OMS de 45 µg/m³ sont respectées pour les deux points sur l’ensemble de la période de mesures.

*Pour les PM2.5 : la valeur recommandée par l'OMS de 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an n’a jamais été dépassée pour les deux points sur l’ensemble de la période de mesures.

Pour le dioxyde d’azote

Les résultats des mesures in situ en NO₂ font ressortir l’influence faible du trafic routier sur la qualité de l’air de l’emprise projet. Les concentrations moyennes mesurées sont du même ordre de grandeur que la valeur de fond hors emprise projet et sont faibles.

Les concentrations en polluants relevées au niveau des différents points de mesures *in situ* sont reportées sur la planche suivante.

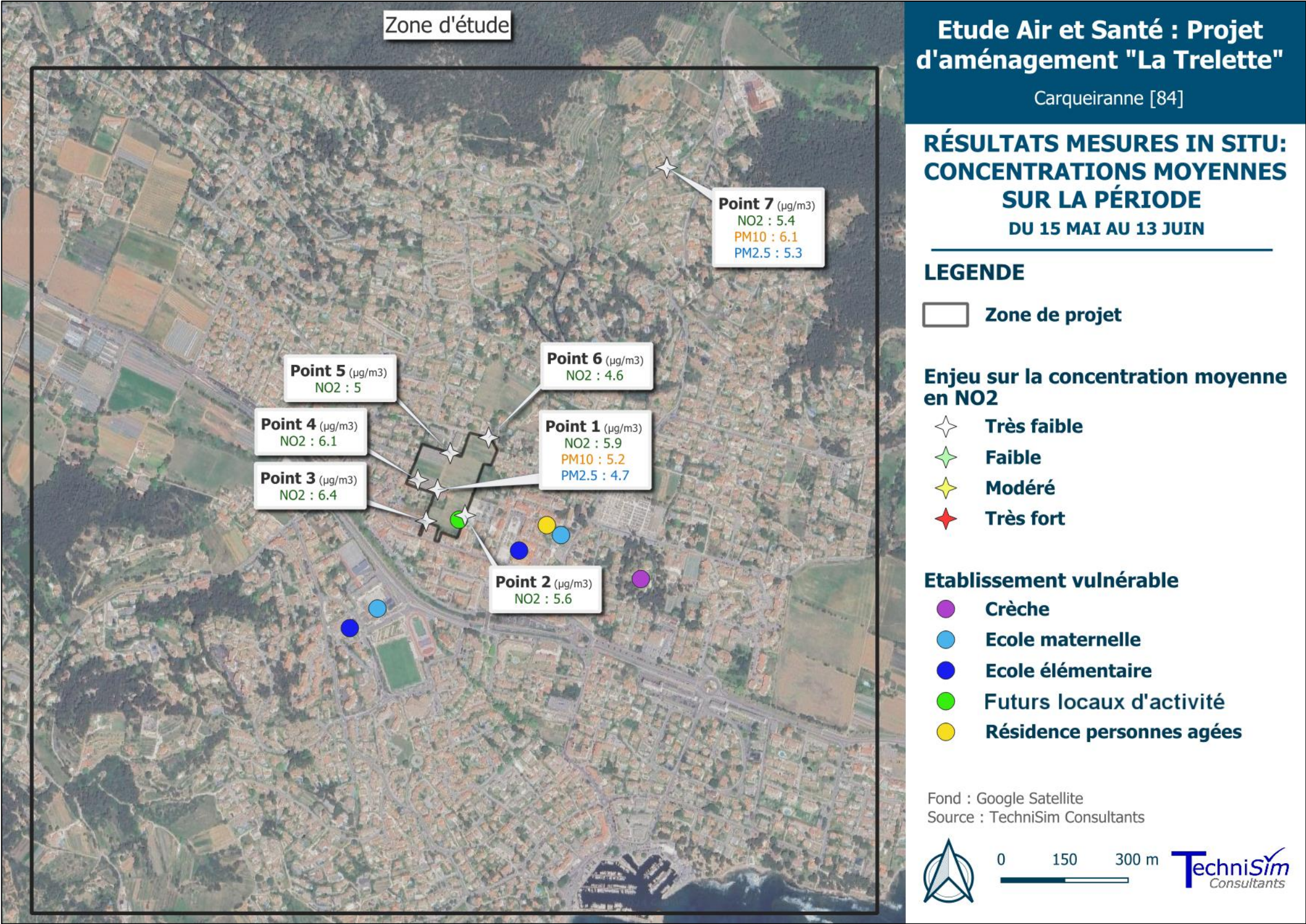


Figure 58 : Résultats des mesures in situ (concentrations moyennes sur la période de mesures, 15 mai au 13 juin 2024)

Conclusion État Actuel

13. PERSPECTIVE D’ÉVOLUTION DE L’ÉTAT ACTUEL

La commune de Carqueiranne affiche une qualité de l’air plutôt mauvaise si l’on se réfère à l’Indice Cumulé Air Annuel (ICAIR365).
Les teneurs en particules fines NO₂, PM10 et PM2,5 sur l’emprise projet respectent les seuils réglementaires.

Aucun projet connexe n’est recensé aux alentours du projet (cf. §11.1) ainsi la qualité de l’air devrait suivre l’évolution tendancielle des politiques publiques de réduction des émissions.

La qualité de l’air a tendance à s’améliorer graduellement ces dernières années (malgré un ralentissement de l’amélioration constaté entre 2021 et 2022) et devrait conserver cette évolution, d’autant plus que les années à venir vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, etc.), l’abandon progressif du carburant diesel et l’arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM) ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l’Europe) votée le 8 juin 2022.
Pour l’ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violets solaires et les températures élevées que l’on retrouve en région Sud PACA favorisent des teneurs importantes en ozone sur l’ensemble de son territoire.

14. CONCLUSION DE L’ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel s’inscrit dans le cadre de l’étude Air & Santé du projet d’aménagement « La Trelette » sur le territoire de la commune de Carqueiranne [Var].

L’état actuel a été mené en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l’air dans les études d’impact des infrastructures routières et adapté à une opération d’aménagement urbain.

Les zones à enjeux en termes de pollution atmosphérique sont les voies de circulation à fort trafic et leurs abords proches (cf. Indice Cumulé Air Annuel AtmoSud, qui tient compte des valeurs guide OMS pour le NO₂, les PM10, les PM2.5 et l’O₃).

Les **zones à enjeux en termes de population** sont les habitants des zones en dépassement (ou potentiellement en dépassement) des seuils sanitaires de l’OMS sur la zone d’étude, ainsi que les lieux vulnérables à la pollution atmosphérique (Nombre et localisation des habitants du domaine d’étude par carreaux INSEE de 200m x 200m ; localisation des lieux vulnérables existants).
Selon les modélisations AtmoSud, le périmètre projet n’est pas concerné par un dépassement réglementaire mais les seuils OMS le sont.

Il n’est pas recensé de zone à enjeu sanitaire par ingestion sur la zone d’étude. À noter que la programmation du projet n’inclut pas la création de potagers individuels ou partagés permettant une consommation exclusive de végétaux auto-produits.

Le tableau et la figure immédiatement suivants synthétisent l’état actuel du projet et ses enjeux.

Tableau 29: Synthèse de l’état actuel

D O M A I N E S		Sensibilité
COMPATIBILITÉ DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION / PLANS ET PROGRAMMES AIR		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification en lien avec la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	Le projet est localisé sur le territoire de la ville de Carqueiranne (Var/83). <u>L'emprise projet</u> est constituée majoritairement de terres agricoles en l'état actuel incluant quelques bâtiments agricoles (serres) et quelques bâtiments résidentiels.	
	En l'état actuel, la zone d'étude comprend est majoritairement couverte de tissu urbain discontinu (64 %) c'est-à-dire des habitats individuels et collectifs, et, des infrastructures de transports (routes et parkings).	
	La population de la <u>zone d'étude</u> , était, en 2019 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), de 7 466 personnes, soit une densité moyenne de population estimée à 1 623 hab./km².	
	La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air en région Sud PACA et est sous couvert du Plan de Protection de l'Atmosphère du Var.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	Niveau départemental :À l'échelle du département du Var, 2020 marque la première année sans déclenchement de procédure d'alerte. En revanche les dépassements du seuil d'information-recommandation pour les PM10 (en hiver) et l'ozone (en été) sont encore récurrents chaque année. Le nombre d'épisode fluctue selon les années en lien avec les conditions météorologiques. En 2023, le département a connu 10 dépassements du seuil d'information pour les PM10 et 9 pour l'ozone. Cela fait 4 années de suite qu'il n'y a pas eu dépassements entraînant une alerte. Mais c'est la première année depuis 2017 qu'il y autant de pics de pollution. Le Var, à l'instar de l'ensemble de la région Sud PACA, connaît des pics de pollutions à l'ozone à cause de son climat ensoleillé et des émissions de polluants précurseurs (oxydes d'azote notamment) émis principalement par le trafic automobile.	
	Station de mesures AtmoSud : Selon les résultats des mesures de la station AtmoSud Toulon Valette Université (fond périurbain : mise en service le 01/12/22 : - Pour l'ozone O₃ : en 2023, le nombre de dépassements de la limite journalière fixée par l'OMS est supérieur aux préconisations de l'OMS (5 contre 3 à 4 dépassements maximum annuels préconisés au maximum). Cependant aucun seuil de recommandation ou d'alerte n'a été dépassé. - Pour les PM_{2,5} : la concentration moyenne annuelle de 2023 est inférieure à la valeur limite réglementaire et à l'objectif de qualité ; en revanche, elle est supérieure aux préconisations de l'OMS (8,7 contre 5 µg/m³ préconisés). De plus, le nombre de dépassements par an de la limite journalière préconisée par l'OMS est supérieur au seuil de l'OMS (44 au lieu de 3 à 4 dépassements maximum par an).	
	D'après l'indice ATMO , en 2023, à Carqueiranne, l'air était considéré comme « Bon » 0,8 % de la période, « Moyen » 68,8 % de la période, « Dégradé » 25,5 % de la période, et « Mauvais » 4,7 % de la période.	
	Modélisations AtmoSud : Selon les modélisations en 2022 d'AtmoSud : À l'échelle de la zone d'étude : Des concentrations élevées prévalent aux abords des axes à fort trafic (D559). La qualité de l'air est fortement impactée par le NO ₂ à proximité de ces axes. Les recommandations OMS sont non respectées en condition de fond (dioxyde d'azote, particules PM10 et PM2,5 et ozone). Néanmoins, les seuils réglementaires annuels sont respectés pour le NO ₂ , les PM10 et les PM2,5. À l'échelle de l'emprise projet : -Les seuils réglementaires annuels (PM10, PM2,5, et NO ₂) sont respectés. Les objectifs de qualité pour le NO ₂ et les particules PM10 sont respectés, excepté pour les particules le long de la D559. Les objectifs de qualité pour les particules PM2,5 ne sont pas respectés le long de la D559 ni sur l'emprise projet. La valeur cible (moyenne de la concentration sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé) de l'O ₃ semble être atteinte. La formation est fortement dépendante des conditions météorologiques et la modélisation AtmoSud n'est pas assez précise. Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO ₂ (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées au niveau des axes routiers présentant un minimum de trafic, et en condition de fond (excepté pour le NO ₂ qui semble respecté). Celle de l'O ₃ (Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des 6 mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée) est dépassée également. En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'emprise projet peut être qualifiée de plutôt dégradée, compte-tenu des recommandations OMS non respectées en condition de fond (NO₂, PM10 et PM2,5 et O₃), bien que les seuils réglementaires soient respectés.	

D O M A I N E S		Sensibilité
Mesures <i>in situ</i>	Afin de qualifier la qualité de l'air au sein de la zone d'étude, il a été réalisé une campagne de mesures in situ du dioxyde d'azote sur 7 points et des particules sur deux points (n°1 et n°7) sur la période du 15 mai au 13 juin 2024. Les points représentant particulièrement la qualité de l'air au niveau de l'emprise du projet sont les points n° 1 à n°6. Le point n°7 correspond à un point de référence de fond urbain sur la zone d'étude. Conditions météorologiques pendant la campagne : Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 30 jours ont alterné entre épisodes favorisant l'accumulation et épisodes favorisant la dispersion des polluants. Pour les particules PM10 et PM2,5 Les mesures de particules ont été effectuées au point n°1 (en situation de fond urbain / emprise projet) et au point n° 7 (situation de fond urbain, du 15 mai au 13 juin 2024. Durant cette période : *Pour les PM10 : la valeur seuil réglementaire en moyenne journalière fixé à 50 µg/m³ et la valeur guide en moyenne journalière de l'OMS de 45 µg/m³ sont respectées pour les deux points sur l'ensemble de la période de mesures. *Pour les PM2.5 : la valeur recommandée par l'OMS de 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an n'a jamais été dépassée pour les deux points sur l'ensemble de la période de mesures. Pour le dioxyde d'azote Les résultats des mesures in situ en NO₂ font ressortir l'influence faible du trafic routier sur la qualité de l'air de l'emprise projet. Les concentrations moyennes mesurées sont du même ordre de grandeur que la valeur de fond hors emprise projet et sont faibles.	Modérée
Sources d'émission de polluants atmosphériques	Sur le territoire de la commune de Carqueiranne, en 2021, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier (NOx, GES, PM10, PM2.5, NH₃, CO), le résidentiel (CO, SO₂, PM10, PM2.5, COVNM, GES, NOx), le tertiaire (SO₂), l'industrie (COVNM, NOx) et l'agriculture (NH₃). Les émissions naturelles constituent le contributeur majoritaire des émissions de COVNM. Au niveau de la zone d'étude, les principaux secteurs émetteurs de polluants sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. Le transport maritime et l'agriculture contribuent également mais de manière minoritaire comparativement secteurs précités. La principale voie routière aux alentours du projet est la D559 (12 887 véh/jour en 2021, aucun comptage récent). Un port de plaisance et un port de pêche sont présents à la limite de la zone d'étude au sud. Le mix énergétique 2021 du résidentiel / tertiaire à Carqueiranne comprend de l'électricité (70,9 % du secteur résidentiel et 80,5 % du secteur tertiaire), du gaz naturel (11,8 % du secteur résidentiel et 14,1 % du secteur tertiaire), des produits pétroliers (8,1 % du secteur résidentiel et 5,2 % du secteur tertiaire) et du bois-énergie (9,1 % du secteur résidentiel et 0,2 % du secteur tertiaire). Ces deux derniers combustibles contribuent de façon importante aux émissions de polluants, et notamment de particules. Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est implanté dans la zone d'étude. Quelques parcelles agricoles sont retrouvées à l'Ouest et à l'Est de la zone d'étude, principalement des vignes et prairies.	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	Les effets de la pollution sur la santé sont variés : l'exposition à court terme peut entraîner des irritations oculaires ou des voies respiratoires, des crises d'asthme ; une exacerbation des troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès ; l'exposition chronique entraîne quant à elle le développement ou l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux de pollution. En outre, il existe des connexions potentielles entre les pics de pollution (notamment O₃, NOx, PM10 et PM2,5) et la progression des cas d'asthme, notamment chez les enfants. D'après l'actualisation de l'étude EQIS (Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire) menée par Santé Publique France, la pollution atmosphérique en France peut engendrer une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans de près de 9 mois dans les villes les plus exposées. Les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus). À l'égard de la commune de Carqueiranne (classifiée en commune semi-urbaine compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme : -aux PM2,5 : est à l'origine de 6,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 6,3 mois. -au NO₂ : est à l'origine de 0,5 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 0,6 mois.	Forte

	DOMAINES	Sensibilité
Exposition de la population	En 2022, sur le territoire de la commune de Carqueiranne, 6 656 habitants (69,7 % de la population) sont exposés à des concentrations en NO₂ supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS ; 9 386 habitants (98,2 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS ; 9 553 habitants (100 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM2,5 supérieures à la recommandation annuelle de l’OMS, et à des dépassements de la valeur guide de l’OMS pour l’ozone. L’Indice Cumulé Air (ICAIR365) communale moyen pour la commune de Carqueiranne est de 4,9, en 2022 (SIRSéPACA). Cela correspond à une qualité de l’air qualifiée de plutôt dégradée. Les données météorologiques indiquent des vents dominants soufflant majoritairement de l’Ouest-Nord-Ouest vers l’Est-Sud-Est. Compte-tenu de l’orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques est assez faible. Par ailleurs, les précipitations annuelle sont, elle aussi, faibles et peu fréquentes. L’ensoleillement très important favorise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est en conséquence sujet à des conditions météorologiques plutôt favorables à l’accumulation des polluants. Ce phénomène pouvant être légèrement majoré par la présence des reliefs modérés (entre 250 et 300 m) aux alentours du projet, faisant un léger obstacle à la dispersion des polluants atmosphériques.	
Populations et lieux vulnérables	<u>Au niveau de la zone d’étude</u> : 59,9 % des ménages sont propriétaires. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,0 et la population est majoritairement logée en habitat collectifs (58,9 % des ménages). Concernant les enjeux sanitaires par inhalation : *La zone d’étude comprend 7 466 individus dont 3 134 (42,0 %) dits les plus vulnérables à la pollution atmosphérique. (« Moins de 11 ans » et « Plus de 65 ans »), selon les données carroyées de l’INSEE, millésime 2019. * Au total, 6 établissements vulnérables sont recensés dans la zone d’étude (crèche, écoles et résidence senior) en l’état actuel. La programmation projet inclut des locaux d’activités dont la nature n’est pas définie. Par défaut, ils seront considérés comme lieu vulnérable à la pollution atmosphérique de manière majorante. Aucune zone à enjeu sanitaire par ingestion n’est considérée au sein de la zone d’étude.	



Analyse des Impacts

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet (constructions de logements majoritairement et de locaux d'activités) va induire la modification des flux de déplacement sur la zone d'étude (flux des habitants et des usagers des locaux d'activités) et donc des trafics, dont les conséquences sur la qualité de l'air sont diverses :

- Lors de la phase chantier, les machines, l'utilisation de solvants et les opérations de construction sont autant de sources de pollution.
- Lors de la phase exploitation :
 - Émissions des véhicules, liées aux modifications des trafics sur le secteur ;
 - Émissions des bâtiments résidentiels et tertiaires corrélées avec les systèmes de chauffage utilisés.

Le contenu de l'analyse des impacts de l'opération d'aménagement « La Trelette » sur le territoire de la commune de Carqueiranne est basé et adapté à partir de la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau I, c'est-à-dire :

- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après pour rappel) sur le réseau d'étude ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des estimations concentrations modélisées en NO₂, PM10 et PM2,5 sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Les impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des résidents et lieux vulnérables présents sur la zone d'étude ainsi que des futurs résidents du projet.

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO ₂) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Impacts du projet sur la santé)		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO ₂)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO ₂) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale <i>(Si le risque par ingestion est présent)</i>	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphène, acénaphylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)peryène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

16. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L’AIR EN PHASE CHANTIER

Les travaux de construction peuvent polluer l’environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s’avérer importants.

Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d’émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- **Les émissions à l’échappement des machines et engins** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d’azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- **Les émissions de poussières** : les poussières sont générées lors des travaux d’excavation et d’aménagement, mais également lors du transport, de l’entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L’utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d’objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- **Les émissions des solvants** : l’emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- **Les émissions d’Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP]** : le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

16.1. ÉMISSIONS POLLUANTES LIÉES AUX ACTIVITÉS DE CHANTIER

16.1.1. Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent en majorité du document de l’ADEME « Qualité de l’air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des connaissances et mesures d’atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l’air » (mars 2017).

Le tableau suivant inventorie les principaux polluants émis par type d’activité. Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l’air sur les chantiers » (2016) qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes, ainsi que leur importance relative.

Ce tableau s’appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 31: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction			
Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO ₂ , particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d’eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d’entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+
+ Faible ++ Moyenne +++Forte			

16.1.2. Approche quantitative des émissions du chantier du projet

Il est relativement malaisé de quantifier les émissions d'un chantier. La quantification des émissions appelant un nombre important de données, il n'est pas possible, au niveau actuel de l'étude, de quantifier les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude.

Il est néanmoins possible d'évaluer les principales émissions sous condition de disponibilité des données *ad hoc*.

❖ Émissions de poussières

Les travaux de démolition et de construction sont générateurs de poussières. Selon le document de l'US EPA - AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources - Heavy Construction Operations, les chantiers produisent :

2,69 tonnes de poussières totales [TSP] par hectare et par mois d'activité.

Par défaut, il est utilisé ce facteur d'émission pour calculer les émissions de poussières générées par les chantiers de démolition/construction.

Les durées des opérations de démolition / construction étant par ailleurs indisponibles à ce stade, les émissions de poussières concernant ces opérations sont difficilement chiffrables.

❖ Émissions issues du trafic des poids lourds

Les engins de chantier génèrent des gaz d'échappement, en réalité négligeables par rapport à ceux émis par le trafic des poids lourds lié au chantier.

En l'absence de données accessibles sur le nombre de poids lourds induit par le chantier, le calcul des émissions générées par ce trafic n'est pas quantifiable à ce jour.

16.2. MESURES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures.

16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s'agit de mesures d'ordre :

- Technique ;
- Comportemental.

Les moteurs diesel et à allumage installés sur les engins mobiles non routiers (EMNR) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du

²⁹ L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)

monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA²⁹ propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

Enfin l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs. Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions. Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.

Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis³⁰ en a ainsi identifiées cinq :

- Les opérations de démolition ;
- La circulation des différents engins de chantier ;
- Les travaux de terrassement et de remblaiement ;

Et, dans une moindre mesure :

- La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux) ;
- Les travaux de soudure.

³⁰ Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes, pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP

Les émissions de composés organiques volatils (COV) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir des préparations thermiques des revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que de solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faibles émanations de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage, afin que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

16.2.4. Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement d'un chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants d'un chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, c'est-à-dire :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette 'charte' fait partie des pièces contractuelles devant être intégrée au marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun.

En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des d'études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

16.3. SYNTHÈSE

De manière générale, les principales émissions atmosphériques sont les poussières, ainsi que les gaz d'échappement produits par les engins de chantier.

Le calcul des émissions d'un chantier peut s'avérer complexe (connaissance préalable des durées réelles de la phase chantier, des matériaux utilisés, du nombre d'engins et de passages de poids lourds, de la sensibilisation des opérateurs aux mesures de réduction des émissions, etc.).

La quantification des émissions d'un chantier appelant un nombre important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, d'évaluer l'ensemble des émissions atmosphériques du chantier.

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantiers, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures de réduction, dont la charte « Chantiers Verts ».

17. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L’AIR EN PHASE EXPLOITATION

17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques du secteur résidentiel-tertiaire

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent toutes des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA).

Selon ces études, la participation des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de particules en France Métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2023 pour les particules en suspension (TSP), une relative stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1,0 et une hausse pour le carbone suie (cf. graphiques ci-après).

Il est également observé que le secteur résidentiel est beaucoup plus émetteur que le secteur tertiaire.

Selon les estimations de l'année 2023, en France métropolitaine, il est constaté que ces secteurs représentent environ :

- 47 % des émissions de particules PM10 ;
- 66 % des émissions de carbone suie ;
- 68 % émissions de particules PM2,5 ;
- 83 % des émissions de particules PM1,0 (ultra fines) ;
- 15 % des émissions de particules TSP ;
- 11 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- 14 % des émissions de dioxyde de soufre ;
- 33 % des émissions de COVNM ;
- 51 % des émissions de monoxyde de carbone ;
- 13 % des émissions des métaux avec :
 - 29 % des émissions d'arsenic ;
 - 21 % des émissions de zinc ;
 - 24 % des émissions de chrome ;
 - 11 % des émissions de cadmium et de nickel ;
 - 13 % des émissions de sélénium ;
 - 9 % des émissions de mercure ;
 - 2 % des émissions de cuivre ;
 - 20 % des émissions de plomb.

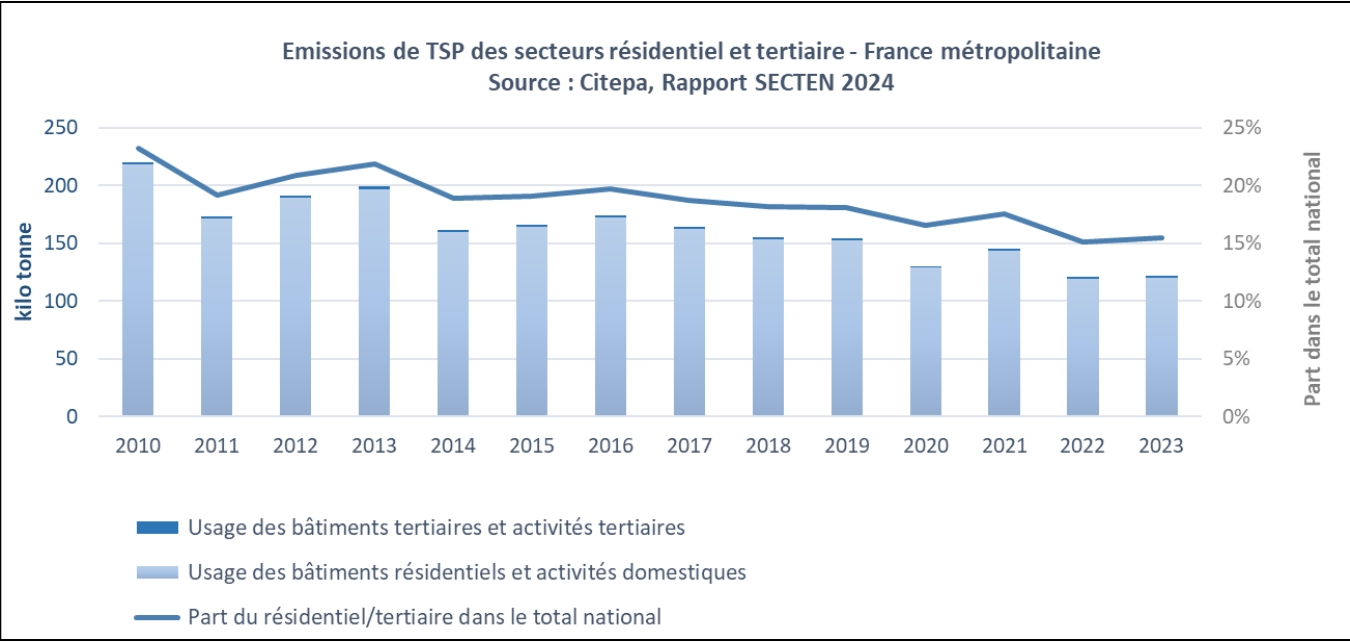


Figure 60 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – TSP

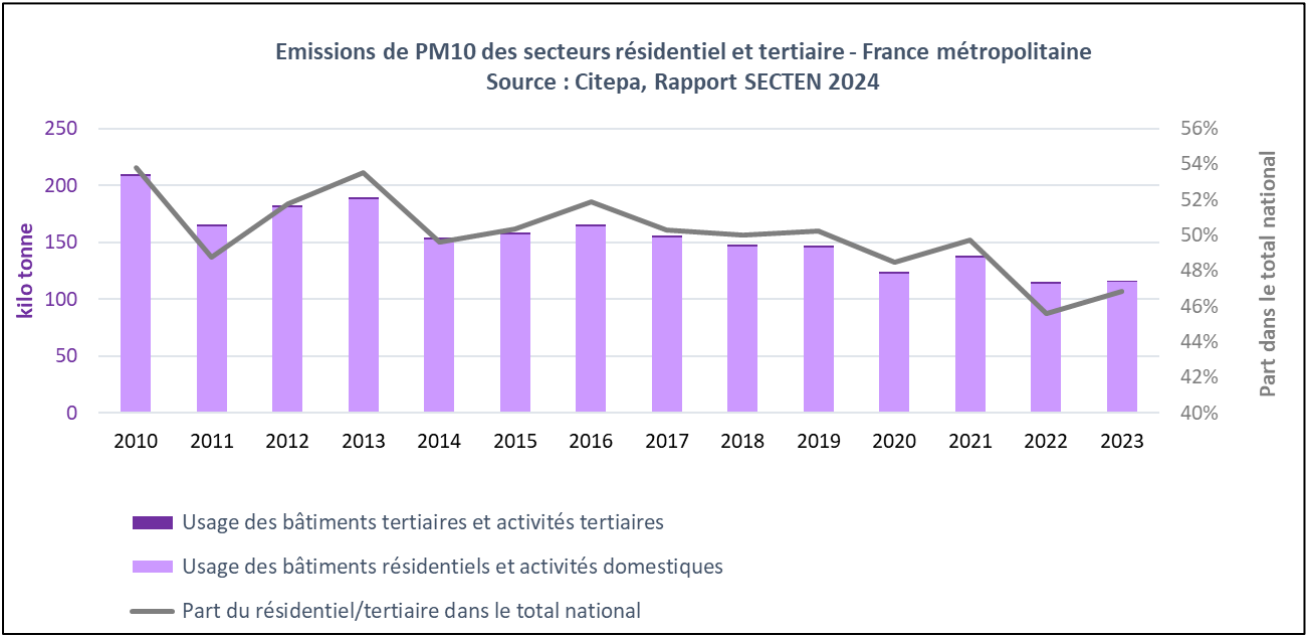


Figure 61 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM10

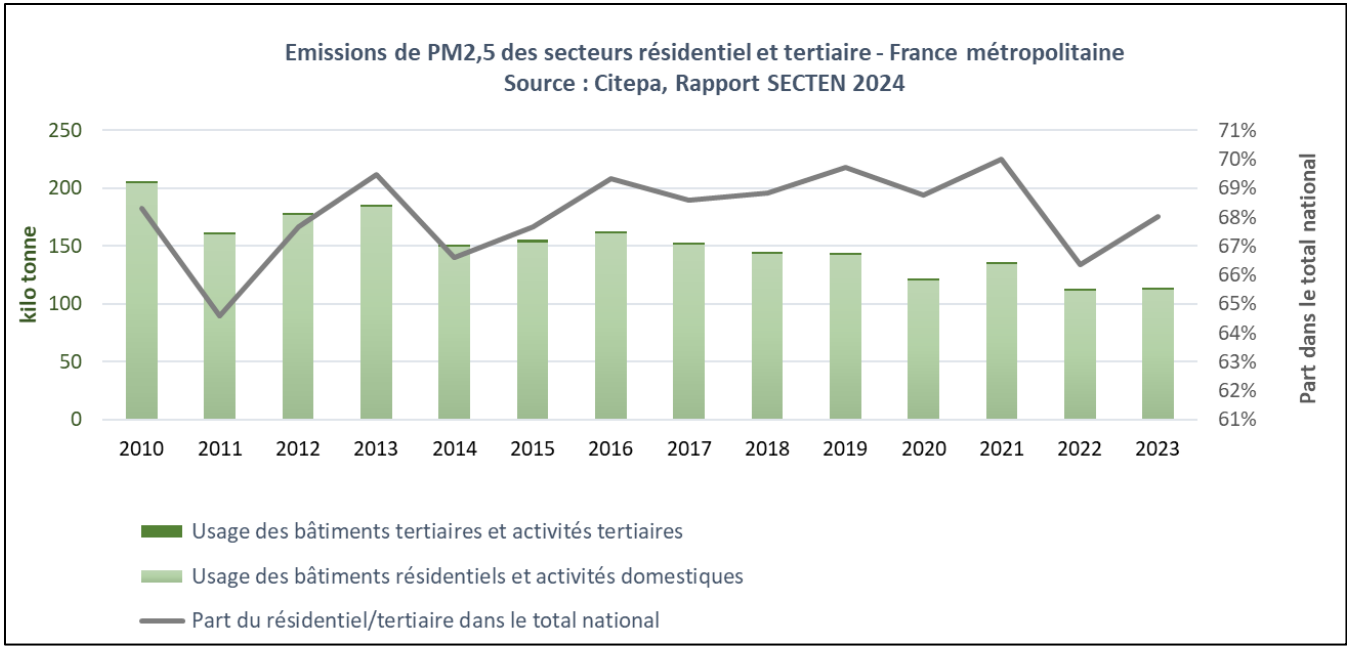


Figure 62 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM_{2,5}

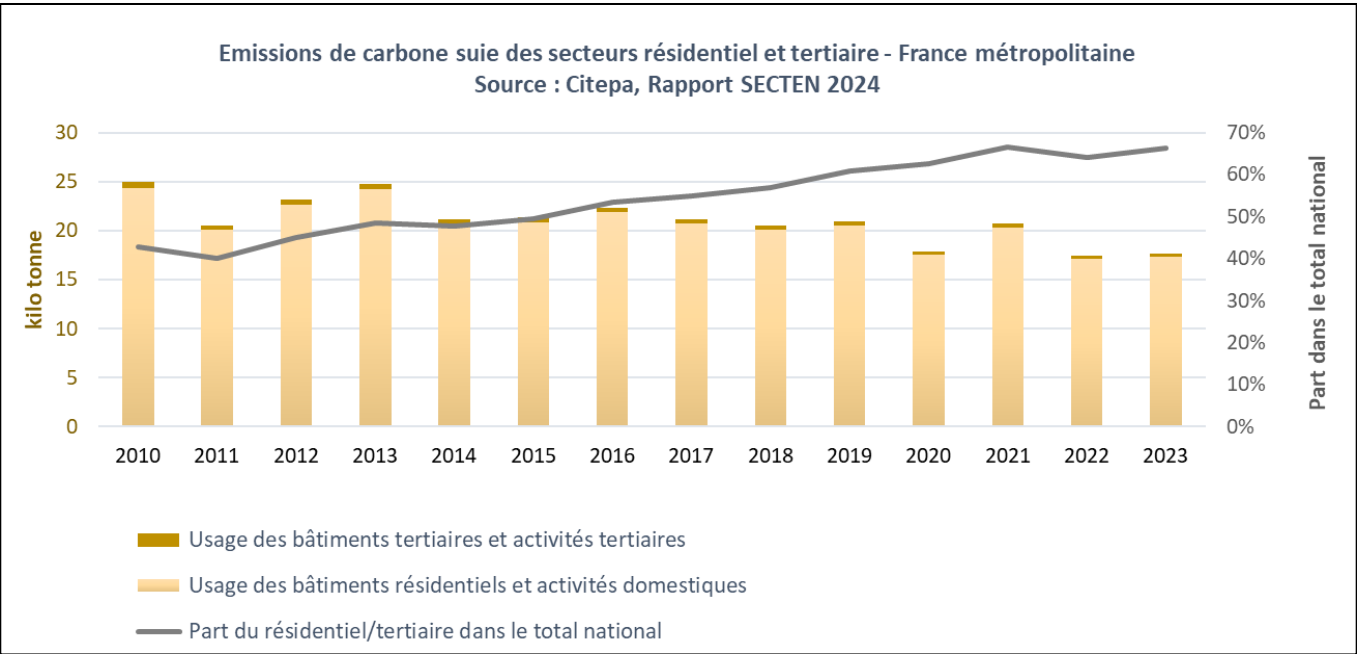


Figure 64 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Carbone suie

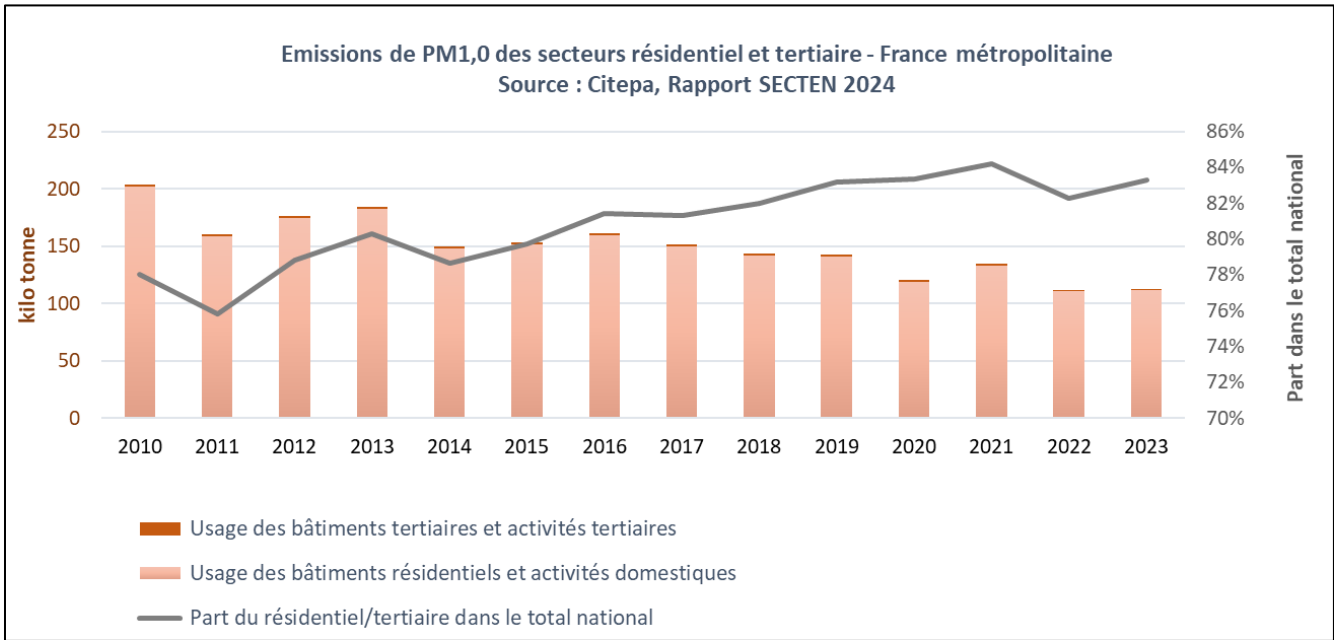


Figure 63 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – PM_{1,0}

Les graphiques qui suivent représentent les émissions des substances acidifiantes (oxydes d'azote, dioxyde de soufre, composés organiques volatils non méthaniques et monoxyde de carbone) et à l'origine de l'eutrophisation, qui contribuent à la pollution photochimique et celles des métaux.

Ils représentent aussi la participation du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales en France métropolitaine.

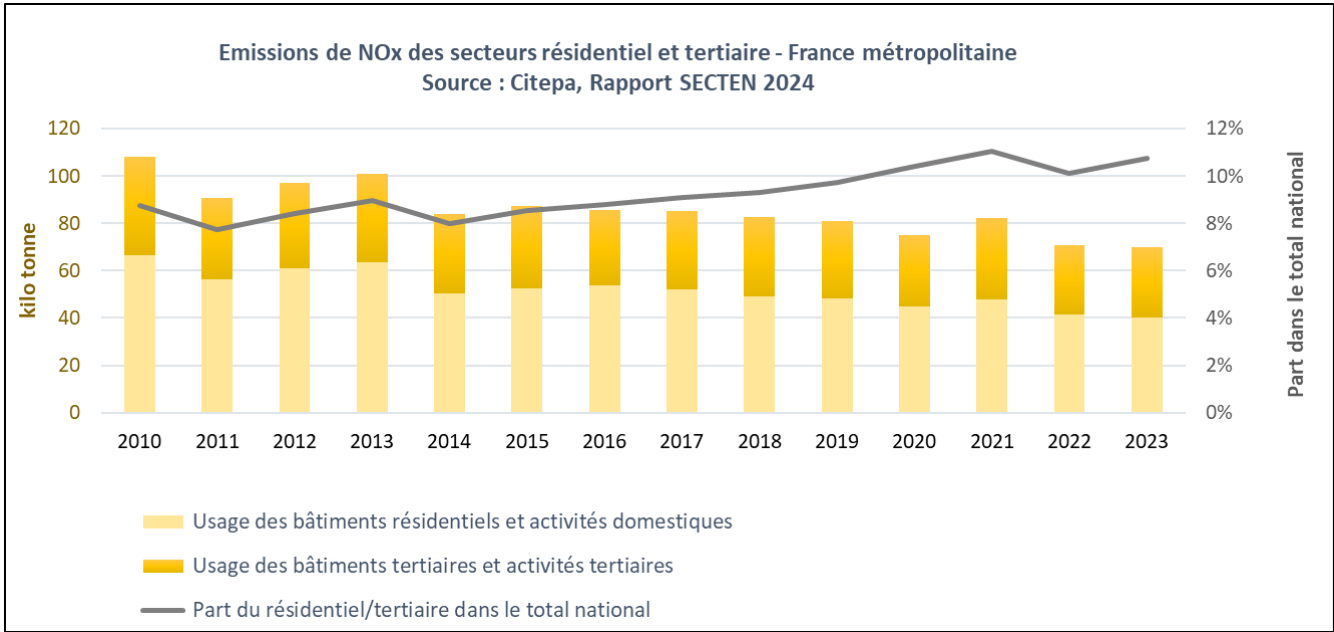


Figure 65 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – NOx

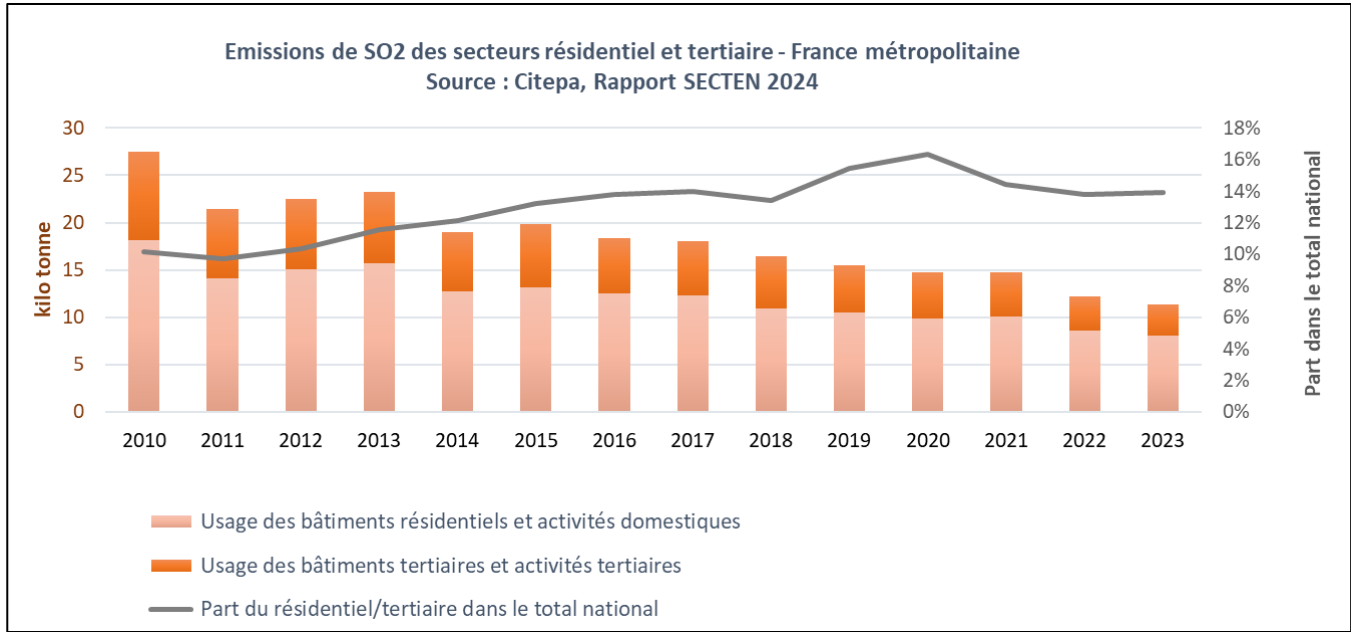


Figure 67 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – SO₂

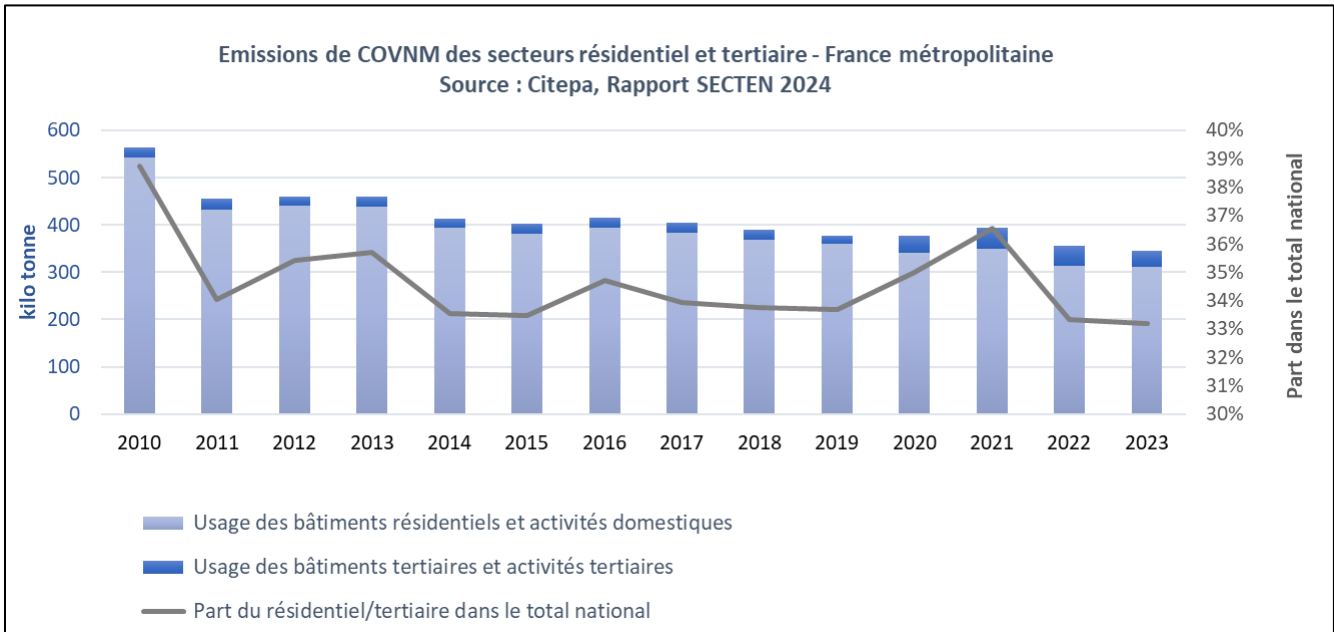


Figure 66 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – COVM

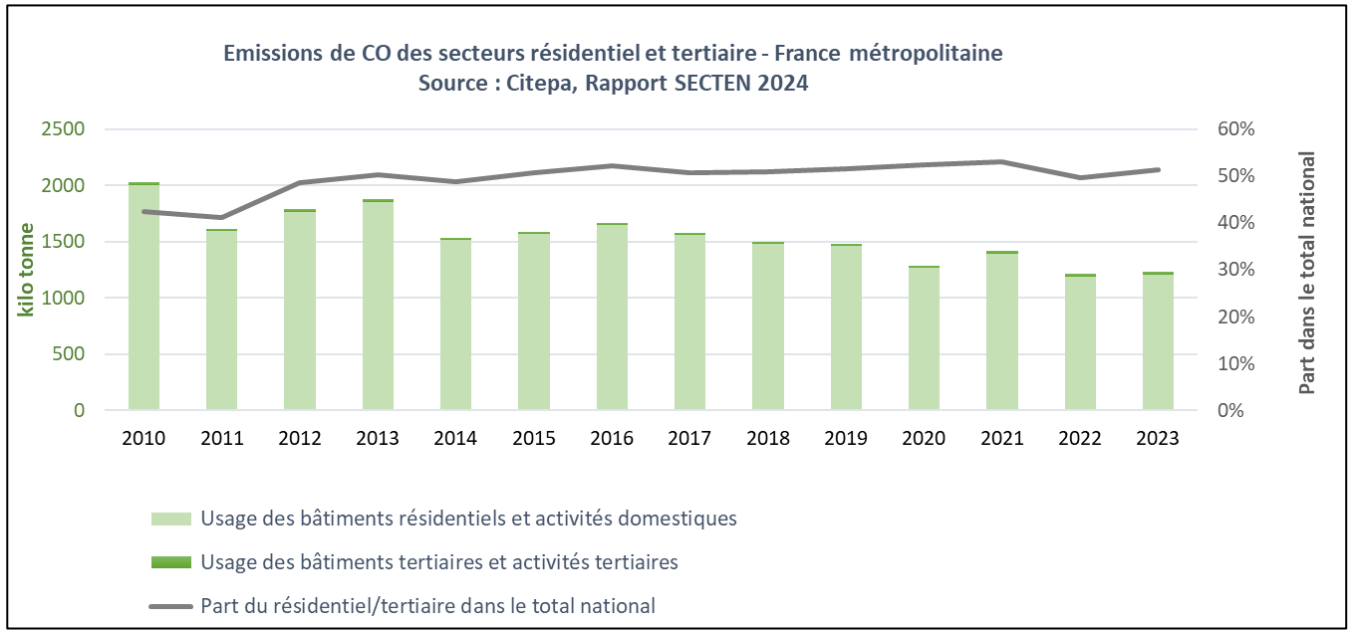


Figure 68 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – CO

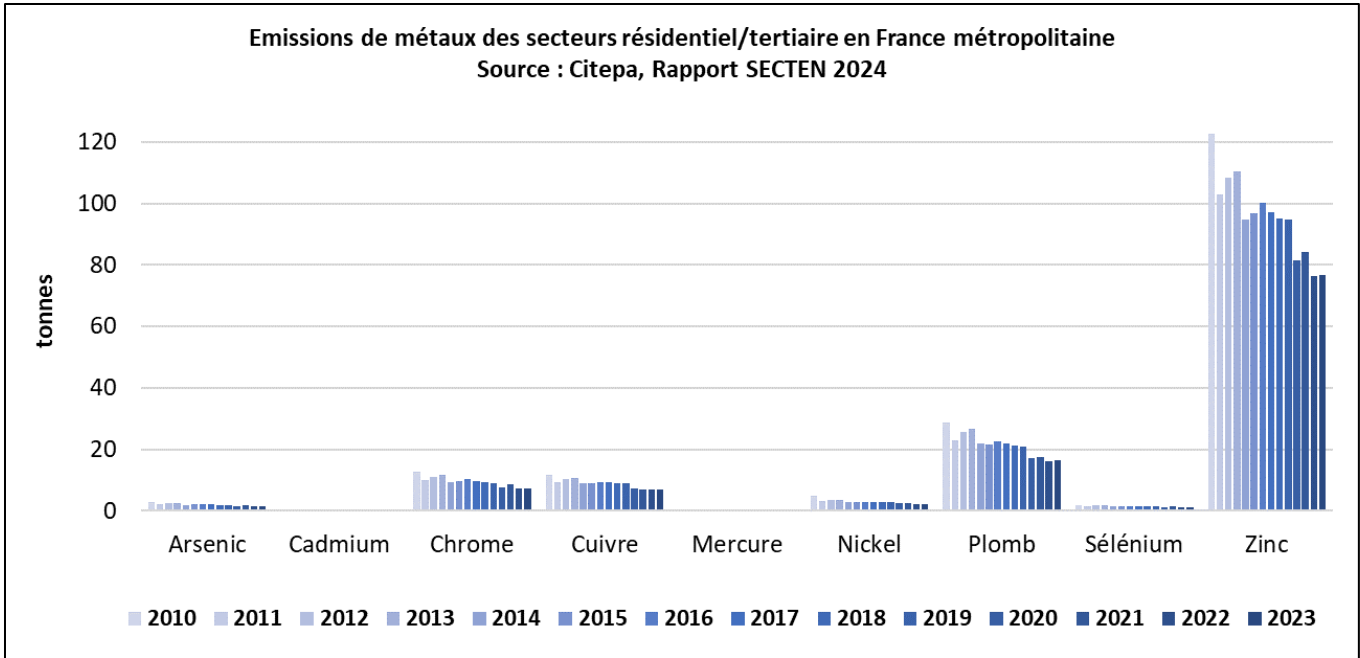


Figure 69 : Inventaire des émissions 2023 des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux

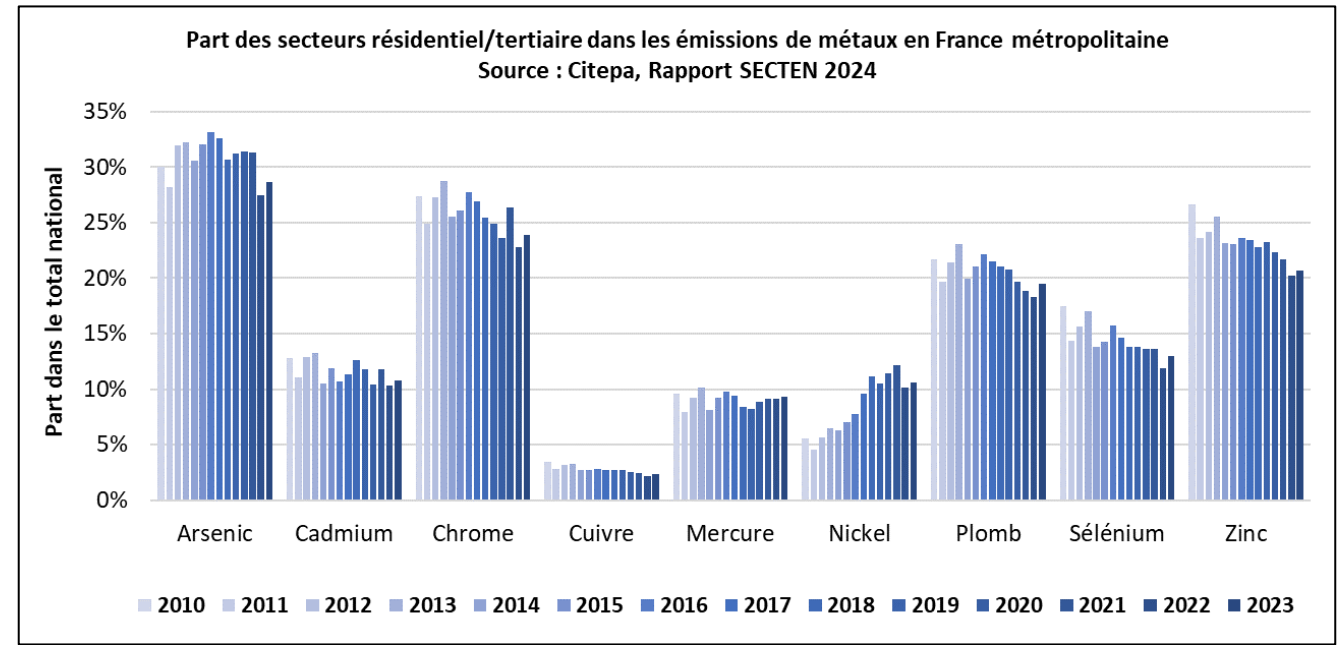


Figure 70 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine (source : CITEPA) – Métaux

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes, en majorité *via* les systèmes de

- Chauffage (combustion d’énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions proviennent de la combustion d’énergie fossile et diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n’en émet pratiquement pas. Seuls les oxydes d’azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu’ils se forment à haute température à partir de l’azote de l’air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l’extérieur l’air « pollué » issu de l’intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l’air intérieur sont multiples.

Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de constructions ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilations/d’aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d’humidité.

Tous ces facteurs expliquent qu’il n’est pas possible de se prononcer sur la composition-type d’un rejet issu des ventilations. Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser. Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mises en place en vue de réduire à la fois la pollution à l’intérieur des bâtiments (comme par exemple, celle limitant le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés seront conformes, *a priori* à la RE2020 (ou à la RT2012 pour les locaux d'activités), applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire.

La RE2020 s'applique complètement ou avec des exigences adaptées, en fonction des configurations exactes, aux extensions de ces constructions, aux constructions et extensions de petite surface à partir du 1^{er} janvier 2023, et aux constructions provisoires et aux habitations légères de loisirs (HLL) exonérées de permis de construire ou de déclaration préalable à partir du 1^{er} juillet 2023.

Pour les autres constructions de bâtiments (hôtels, commerces, gymnase, université, hospitalier, restaurant, établissement d'accueil de la petite enfance, etc.), le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012 (un futur décret, introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments).

Les projets de rénovation n'entrent pas dans le périmètre d'application de la RE 2020.

Le principal objectif de la RE2020 est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ». Cela sous-entend que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique. Ainsi, les émissions liées aux systèmes de chauffage seront limitées.

De même, compte tenu des réglementations visant à réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées au bâti devraient être restreintes et leurs impacts seront minimes, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

17.2. IMPACT DU TRAFIC LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

17.2.1. Méthodologie

❖ Données d'entrée

Afin d'évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs. Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- Situation N°1 - Horizon actuel (année **2024**).
- Situation N°2 - Mise en service – Sans projet (année **2028**) – Situation Fil de l'Eau.
- Situation N°3 - Mise en service – Avec projet (année **2028**) – Situation Projet.
- Situation N°4 - Mise en service – Sans projet (année **2048**) – Situation Fil de l'Eau.
- Situation n°5 – Mise en service – Avec projet (année **2048**) – Situation Projet.

Les données de circulation (fournies par le BE Horizon Conseil) exploitées ont été transmises par un courriel daté du 06/12/2024.

Nota : Le détail des données concernant le trafic est disponible en annexe.

Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT **V** pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le trafic pour chaque tronçon exprimé en Trafic Moyen Journalier Annuel (**TMJA**) ;
- La vitesse de circulation ;
- La longueur des brins routiers.

Au sens strict, le réseau d'étude est composé des voies créées et/ou supprimées par le projet et des voies dont le trafic varie de +/- 10 % [axes dont le trafic est supérieur à 5 000 véh/jour] ou +/- 500 véhicules [axes dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour] à l'horizon d'étude le plus lointain.

Dans le cadre de ce projet d'aménagement urbain, le réseau d'étude sera composé de tous les brins dont les trafics ont été fournis pour la modélisation et l'évaluation sanitaire du projet.

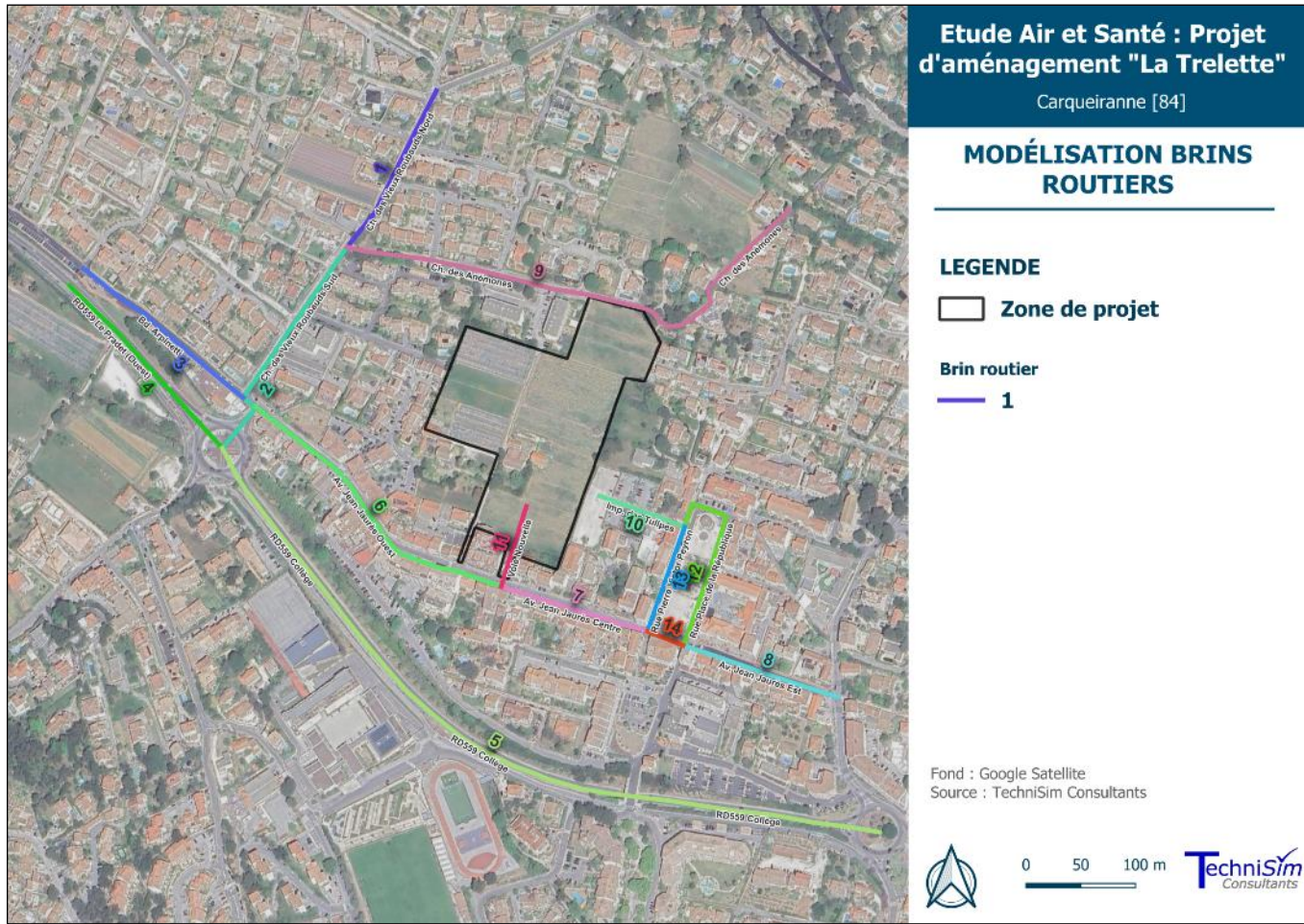


Figure 71 : Réseau d'étude

❖ **Méthodologie du calcul des consommations énergétiques et des émissions dans l'air de polluants et GES liées à la circulation automobile sur le réseau d'étude**

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques (en kg/jour) est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET³¹, CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro.

Cette ventilation utilise les données du parc automobile français, déterminé en 2023 (révision d'octobre) par l'UGE-IFSTTAR (Université Gustave Eiffel - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux), pour l'intervalle 1970-2050, incluant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) Avec Mesures Existantes (AME) d'une part et Avec Mesures Supplémentaires (AMS) d'autre part (travaux publiés en 2021³² (scénario SNBC-AME), en 2018 (données détaillées des scénarios AME et AMS), en 2020 (scénario SNBC-AMS), complétés par les scénarios AME et AMS 2023³³).

Cette ventilation des parcs automobile tient compte des immatriculations détaillées des véhicules jusqu'en 2022. Les scénarios prospectifs et les hypothèses correspondantes sont dérivés des travaux sur la SNBC.

- Le scénario AME 2023 vise à décrire, à l'horizon 2050, l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'État français jusqu'à une certaine date (31 décembre 2021 dans cette version) sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre.
- Le scénario AMS vise à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de la France, en particulier l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Pour le projet étudié dans ce document, il a été utilisé les parcs du scénario AME.

La figure suivante présente l'évolution (1980-2050) de la composition (en nombre de véhicules) du parc de voitures particulières (simulation IFSTTAR 2023, révision d'octobre, scénario AME) selon les motorisations et selon la réglementation pollution EURO.

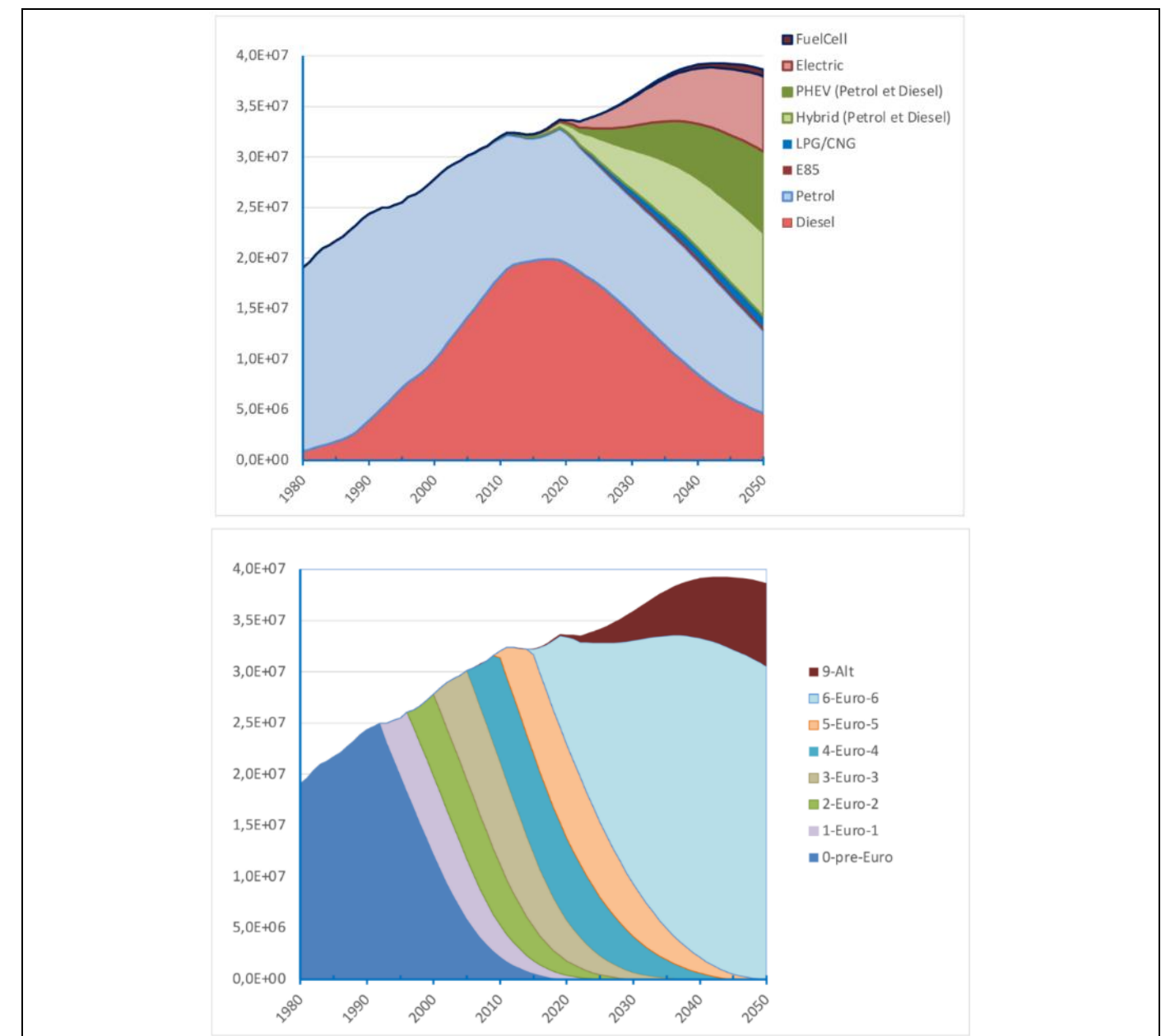


Figure 72 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation (en haut) et selon les réglementations EURO (en bas), en nombre – Parcs version 2023 révision d'octobre scénario AME (Source : UGE IFSTTAR)

³¹MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

³²

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se_du_sc%C3%A9nario_AME2021_postQAQC%5B1%5D.pdf

³³<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20230502%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%20202.pdf>

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Rapport-final-AME_AMS2023.pdf

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle. Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

Les polluants considérés sont, en premier lieu, ceux de la **Note technique du 22 février 2019** (cf. tableau suivant).

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude		Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à ajouter pour l'ERS (Niveau I et au droit des lieux vulnérables dans la bande d'étude du projet pour niveau II)
• Oxydes d'azote (NOx) • Monoxyde d'azote (NO) • Dioxyde d'azote (NO₂) • Particules PM10 • Particules PM2,5 • Monoxyde de carbone (CO)	• COVNM • Benzène • Dioxyde de soufre (SO₂) • Arsenic • Nickel • Benzo(a)pyrène (BaP)	• 16 HAP³⁴ dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

Sont ensuite ajoutés les polluants recommandés par l'ANSES³⁵, ainsi que les polluants dont les VTR sont connues.

Polluants issus de la recommandation de l'ANSES en juillet 2012	Polluants dont les VTR sont connues
• Ammoniac • Dioxines • Furanes • Naphtalène • Acétaldéhyde • Acroléine • Propionaldéhyde • Ethylbenzène • Formaldéhyde	• Toluène • Xylènes • Cadmium • Mercure • Plomb • Particules diesel à l'échappement

17.2.2. Flux de trafic – Indice VK

L'estimation du nombre de kilomètre parcouru sur le réseau d'étude est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ». Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules. Pour la situation analysée et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :

VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;

V_i = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;

L_i = Longueur du tronçon i [km].

³⁴ Somme des HAP suivants : acénaphène, acénaphylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)peryène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

Le nombre VK permet alors l'estimation du nombre de kilomètre parcouru par l'ensemble des véhicules sur un parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux. Les indices calculés sont synthétisés dans le tableau et la figure suivants.

Tableau 32 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Particuliers (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	2024_Actuel	20 189	6 023	535	26 747
Situation N°2	2028_FDE	20 929	6 264	508	27 740
Situation N°3	2028_Projet	22 359	6 679	530	29 651
Situation N°4	2048_FDE	22 109	6 604	537	29 250
Situation N°5	2048_Projet	23 499	7 019	560	31 078

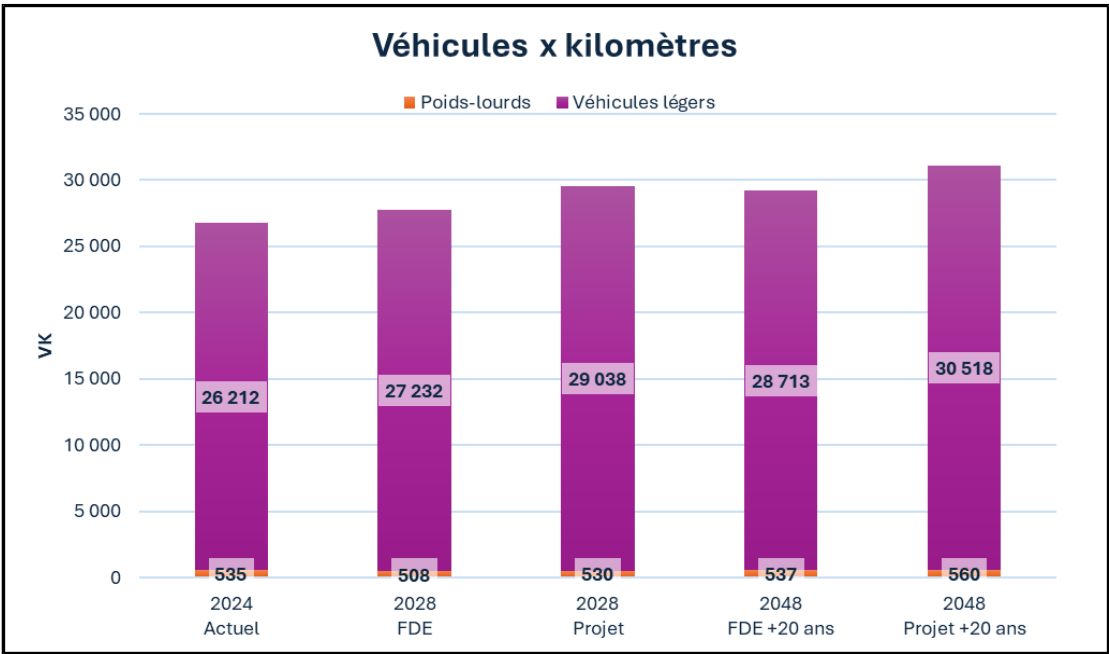


Figure 73 : Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

La réalisation du projet va induire une augmentation de la population (donc de la circulation) sur la zone d'étude, et par conséquent des VK Tous Véhicules, VP, VUL et PL.

- Sur le réseau d'étude :
- Par rapport à la situation actuelle 2024, les indices VK Tous Véhicules augmentent quelle que soit la situation
 - +3,7 % en situation « Fil de l'eau » 2028 et +10,5 % en situation « Projet » 2028 ;
 - +9,4 % en situation « Fil de l'eau » 2048 et +16,2 % en situation « Projet » 2048 ;
 - Comparativement à la situation « Fil de l'eau » 2028, les VK augmentent en situation « Projet » 2028 de +6,6 %.
 - Comparativement à la situation « Fil de l'eau » 2048, les VK augmentent en situation « Projet » 2048 de +6,2%.

³⁵ AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - 12 juillet 2012

17.2.3. Consommations énergétiques sur le réseau d'étude

Le tableau et la figure ci-après fournissent les consommations énergétiques en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude. Celles-ci ont été obtenues à partir des données trafics avec le logiciel COPERT V.

Tableau 33 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°1	2024_Actuel	1 035
Situation N°2	2028_Fil de l'eau	1014
Situation N°3	2028_Projet	1 053
Situation N°4	2048_Fil de l'eau	869
Situation N°5	2048_Projet	899

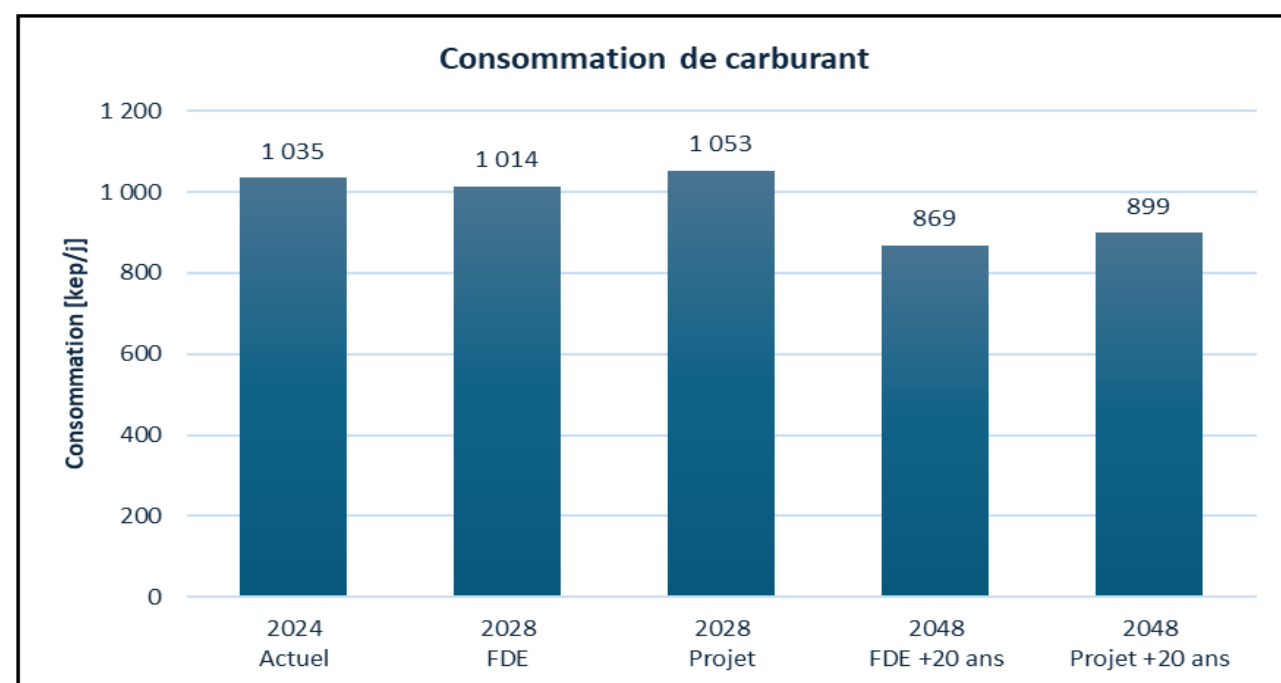


Figure 74 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Sur le réseau d'étude :

- Par rapport à la situation actuelle 2024, la consommation de carburant diminue en situation « Fil de l'eau » 2028 (-2 %) et 2048 (-16 %).
- La situation « Projet » induit une augmentation de la consommation de carburant par rapport à la situation « Fil de l'eau » correspondante : +3,8 % en 2028 » et +3,3 % en 2048.

17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Le tableau suivant présente les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'UGE-IFSTTAR (version 2023, révision d'octobre), utilisant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour le scénario Avec Mesures Existantes (AME).

Tableau 34 : Émissions de polluants sur le réseau d'étude pour les scénarios traités

POLLUANTS	Unité	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Oxydes d'azote [éq. NO ₂]	[kg/j]	6,82E+00	5,27E+00	5,48E+00	1,62E+00	1,68E+00
Monoxyde d'azote	[kg/j]	2,99E+00	2,35E+00	2,44E+00	8,91E-01	9,22E-01
Dioxyde d'azote	[kg/j]	2,23E+00	1,68E+00	1,74E+00	2,56E-01	2,66E-01
Dioxyde de soufre	[kg/j]	3,81E-02	3,92E-02	4,07E-02	4,47E-02	4,63E-02
Monoxyde de carbone	[kg/j]	3,56E+00	2,77E+00	2,88E+00	2,41E+00	2,50E+00
Ammoniac	[kg/j]	1,49E-01	1,29E-01	1,33E-01	1,46E-01	1,51E-01
Particules PM10	[kg/j]	6,59E-01	6,21E-01	6,47E-01	6,01E-01	6,24E-01
Particules PM2,5	[kg/j]	4,30E-01	3,87E-01	4,03E-01	3,49E-01	3,63E-01
Particules à l'échappement	[kg/j]	1,28E-01	7,75E-02	8,05E-02	1,77E-02	1,83E-02
COVNM	[kg/j]	1,58E-01	9,07E-02	9,43E-02	1,06E-01	1,10E-01
Acétaldéhyde	[kg/j]	5,70E-03	2,99E-03	3,11E-03	3,25E-03	3,35E-03
Acroléine	[kg/j]	2,83E-03	1,38E-03	1,44E-03	1,24E-03	1,28E-03
Formaldéhyde	[kg/j]	1,06E-02	5,50E-03	5,72E-03	5,87E-03	6,06E-03
Propionaldéhyde	[kg/j]	1,51E-03	8,00E-04	8,33E-04	8,95E-04	9,23E-04
Benzène	[kg/j]	5,19E-03	2,58E-03	2,69E-03	1,64E-03	1,71E-03
Ethylbenzène	[kg/j]	1,57E-03	8,70E-04	9,06E-04	8,14E-04	8,44E-04
Toluène	[kg/j]	8,25E-03	4,52E-03	4,71E-03	4,18E-03	4,33E-03
Xylènes	[kg/j]	6,35E-03	3,62E-03	3,77E-03	3,85E-03	3,99E-03
1,3-butadiène	[kg/j]	1,94E-03	1,33E-03	1,38E-03	2,30E-03	2,37E-03
16 HAP (somme) éq. BaP	[kg/j]	3,75E-05	3,43E-05	3,55E-05	1,97E-05	2,03E-05
Acénaphthène	[kg/j]	3,32E-04	2,89E-04	2,99E-04	1,08E-04	1,12E-04
Acénaphthylène	[kg/j]	2,48E-04	2,16E-04	2,24E-04	8,10E-05	8,36E-05
Anthracène	[kg/j]	3,90E-05	3,97E-05	4,11E-05	3,46E-05	3,58E-05
Benzo(a)anthracène	[kg/j]	3,33E-05	3,02E-05	3,13E-05	1,63E-05	1,68E-05
Benzo(a)pyrène	[kg/j]	1,96E-05	1,78E-05	1,84E-05	9,96E-06	1,03E-05
Benzo(b)fluoranthène	[kg/j]	2,39E-05	2,20E-05	2,28E-05	1,35E-05	1,39E-05
Benzo(k)fluoranthène	[kg/j]	1,88E-05	1,72E-05	1,78E-05	1,02E-05	1,05E-05
Benzo(ghi)pérylène	[kg/j]	4,02E-05	3,74E-05	3,87E-05	2,28E-05	2,35E-05
Chrysène	[kg/j]	5,72E-05	5,16E-05	5,34E-05	2,75E-05	2,83E-05
Dibenzo(a,h)anthracène	[kg/j]	4,16E-06	3,68E-06	3,82E-06	1,69E-06	1,75E-06
Fluorène	[kg/j]	1,41E-05	1,44E-05	1,48E-05	1,42E-05	1,45E-05
Fluoranthène	[kg/j]	3,14E-04	2,89E-04	2,99E-04	1,62E-04	1,67E-04
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	[kg/j]	1,96E-05	1,83E-05	1,89E-05	1,16E-05	1,20E-05
Phénanthrène	[kg/j]	6,44E-04	6,02E-04	6,23E-04	3,62E-04	3,74E-04
Pyrène	[kg/j]	2,74E-04	2,46E-04	2,55E-04	1,22E-04	1,26E-04
Benzo(j)fluoranthène	[kg/j]	1,02E-05	1,12E-05	1,15E-05	1,19E-05	1,23E-05
Naphtalène	[kg/j]	1,72E-02	1,59E-02	1,65E-02	1,05E-02	1,08E-02
Somme des métaux	[kg/j]	1,72E-05	1,74E-05	1,81E-05	1,84E-05	1,90E-05
Arsenic	[kg/j]	1,76E-07	1,85E-07	1,91E-07	2,29E-07	2,37E-07
Cadmium	[kg/j]	1,06E-07	1,12E-07	1,16E-07	1,46E-07	1,51E-07
Chrome	[kg/j]	8,21E-06	8,17E-06	8,49E-06	7,60E-06	7,87E-06
Mercure	[kg/j]	6,80E-06	6,96E-06	7,23E-06	7,70E-06	7,96E-06
Nickel	[kg/j]	9,52E-07	1,03E-06	1,07E-06	1,51E-06	1,57E-06
Plomb	[kg/j]	9,16E-07	9,61E-07	9,98E-07	1,21E-06	1,25E-06
Dioxines	[kg/j]	9,66E-13	6,33E-13	6,56E-13	3,13E-13	3,23E-13
Furanes	[kg/j]	1,44E-12	9,44E-13	9,78E-13	4,72E-13	4,87E-13

Sur le réseau d’étude, en moyenne journalière annuelle, il est possible de constater que les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l’étude, cf. tableau précédent) calculées aux horizons futurs 2028 et 2048 (en situation « Fil de l’Eau » et « Projet ») sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (cf. histogramme suivant).

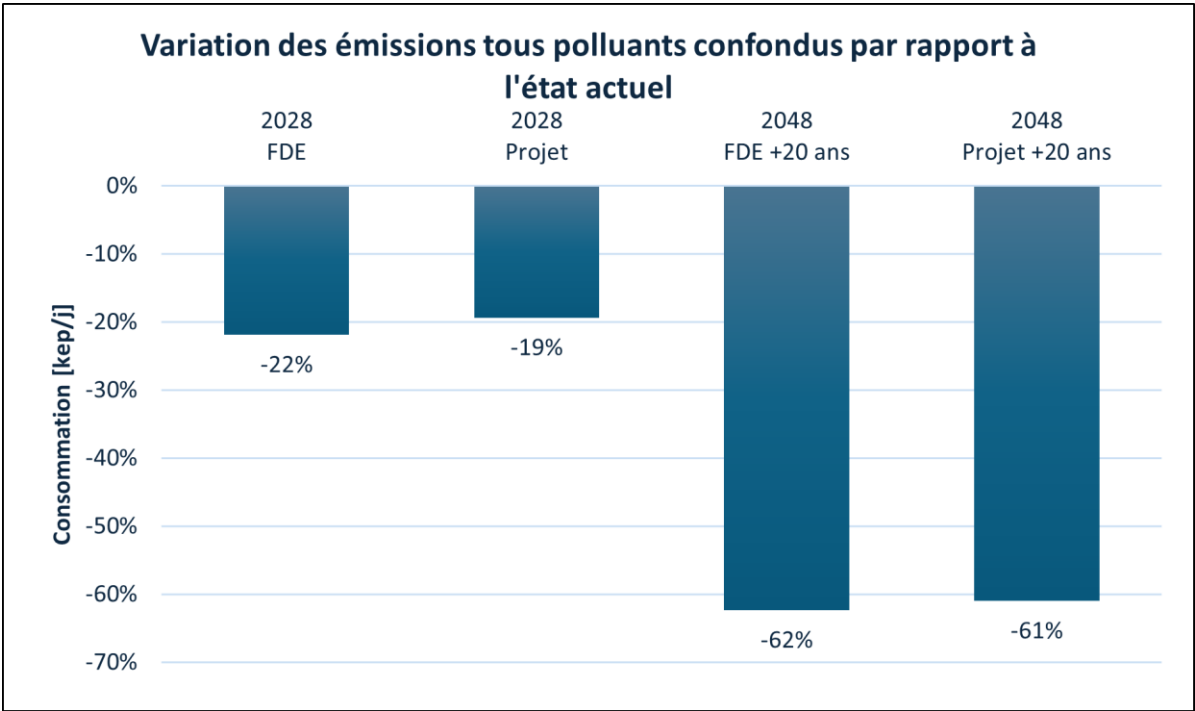


Figure 75 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l’étude) sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2024

Tableau 35 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d’étude - par polluant

	Variation par rapport à l'état actuel				Variation induite par le projet par rapport au(x) FDE	
	2028 FDE	2028 Projet	2048 FDE +20 ans	2048 Projet +20 ans	2028	2048
Oxydes d'azote	-22.7%	-19.7%	-76.2%	-75.4%	+3.9%	+3.5%
Dioxyde d'azote	-24.8%	-21.9%	-88.5%	-88.1%	+4.0%	+3.6%
Dioxyde de soufre	+2.8%	+6.8%	+17.2%	+21.4%	+3.9%	+3.6%
Monoxyde de carbone	-22.1%	-19.1%	-32.2%	-29.7%	+3.8%	+3.7%
Ammoniac	-13.4%	-10.3%	-1.6%	+1.6%	+3.5%	+3.3%
Particules PM10	-5.7%	-1.7%	-8.8%	-5.2%	+4.2%	+3.9%
Particules PM2,5	-10.0%	-6.2%	-18.7%	-15.5%	+4.2%	+3.9%
Particules à l'échappement	-39.2%	-36.9%	-86.2%	-85.7%	+3.9%	+3.6%
COVNM	-42.6%	-40.3%	-32.6%	-30.4%	+4.0%	+3.3%
Benzène	-50.4%	-48.3%	-68.4%	-67.1%	+4.2%	+3.8%
Benzo(a)pyrène	-9.0%	-5.8%	-49.1%	-47.4%	+3.6%	+3.3%
16 HAP (somme) éq. BaP	-8.5%	-5.2%	-47.5%	-45.8%	+3.5%	+3.2%
Arsenic	+4.8%	+8.6%	+29.8%	+34.6%	+3.7%	+3.7%
Chrome	-0.5%	+3.4%	-7.4%	-4.1%	+3.9%	+3.5%
Nickel	+8.4%	+12.6%	+58.7%	+64.4%	+3.9%	+3.6%

Les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d’étude sont représentées graphiquement ci-après.

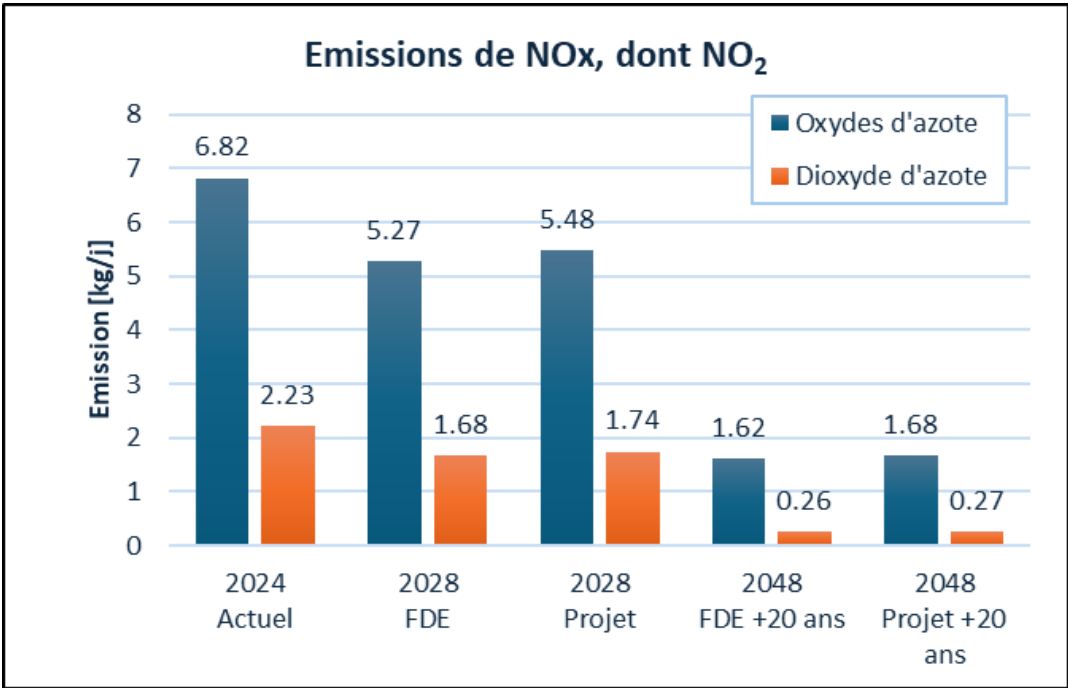


Figure 76 : Émissions d’oxydes d’azote (éq.NO₂) et de dioxyde d’azote sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

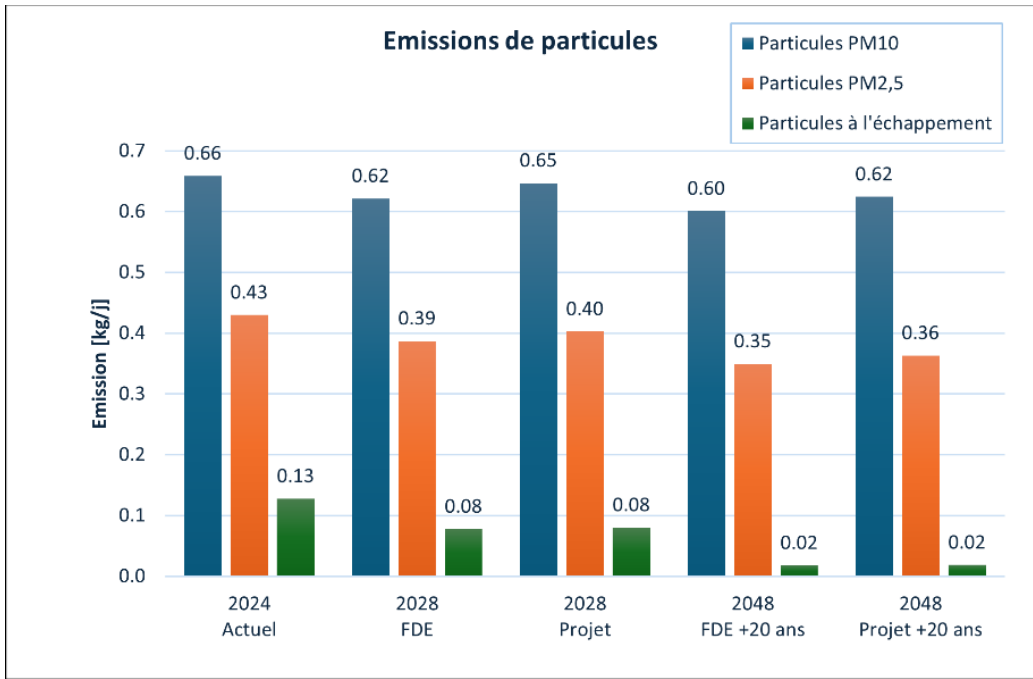


Figure 77 : Émissions de particules sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

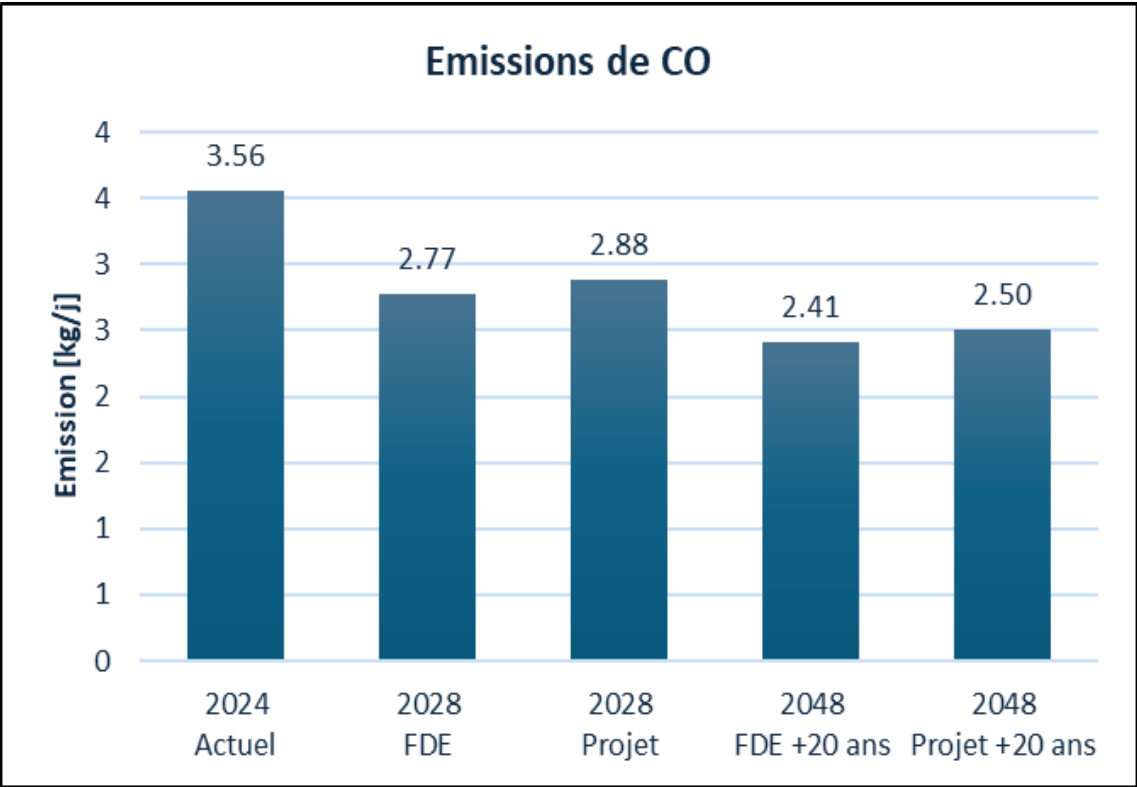


Figure 78 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

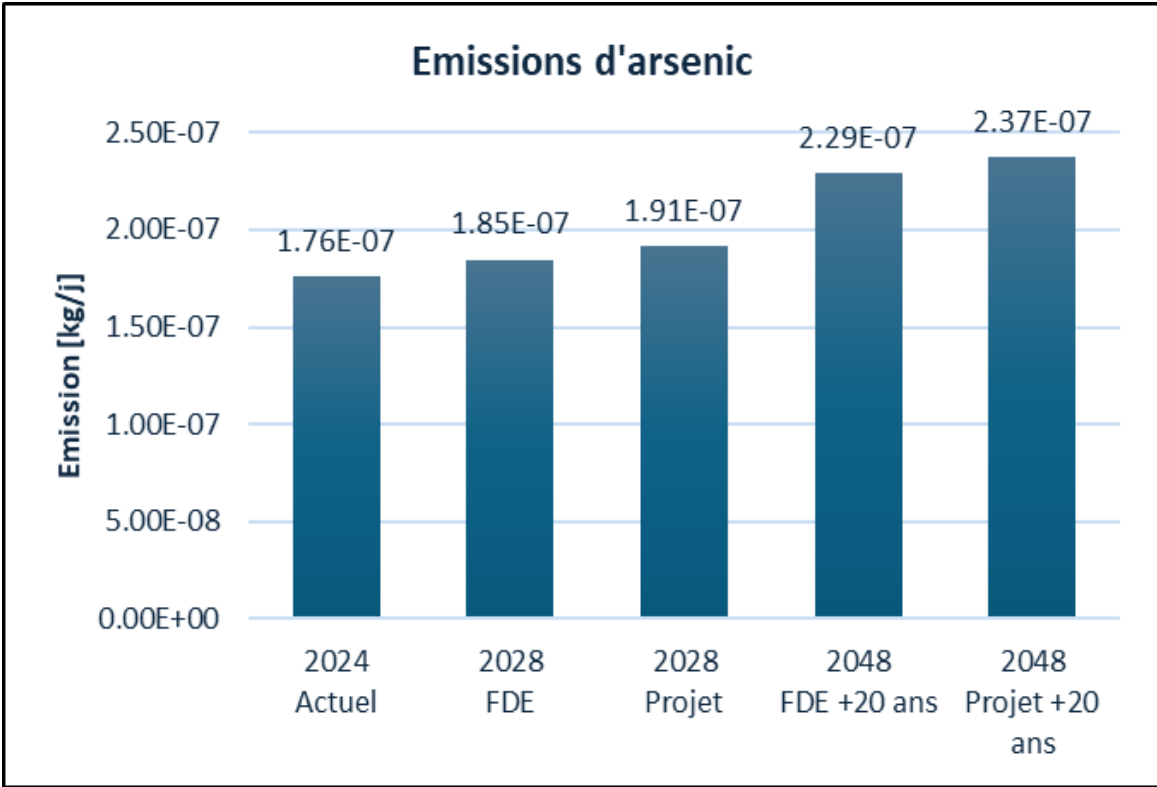


Figure 80 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

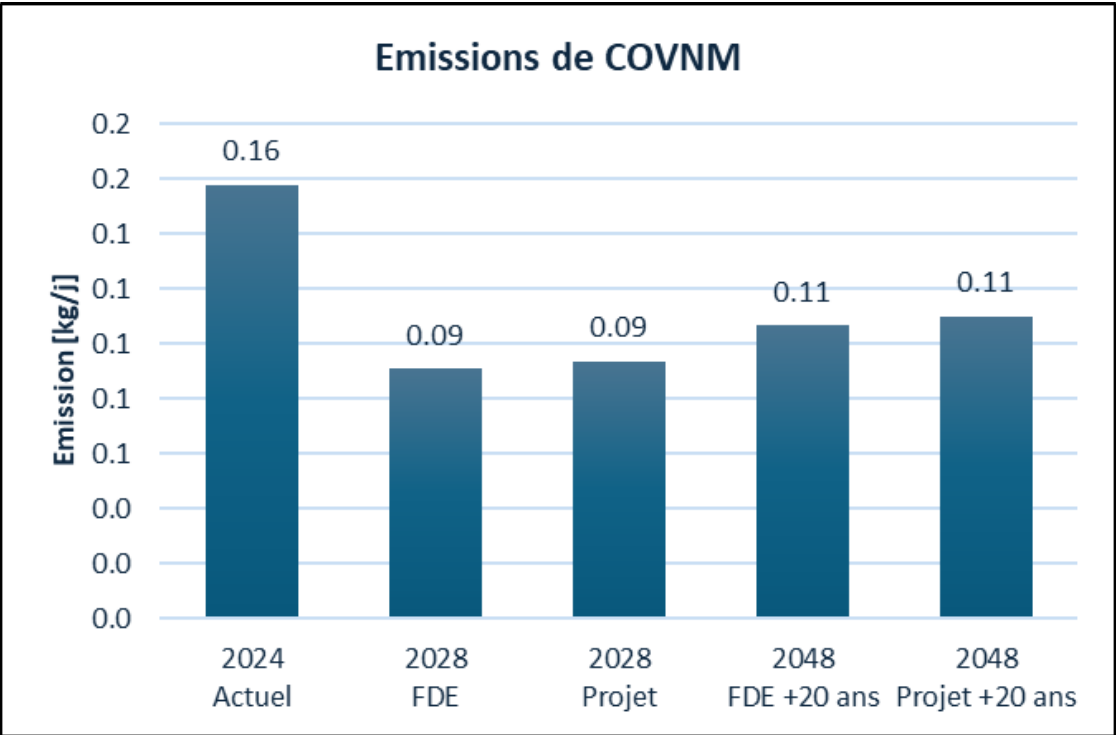


Figure 79 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

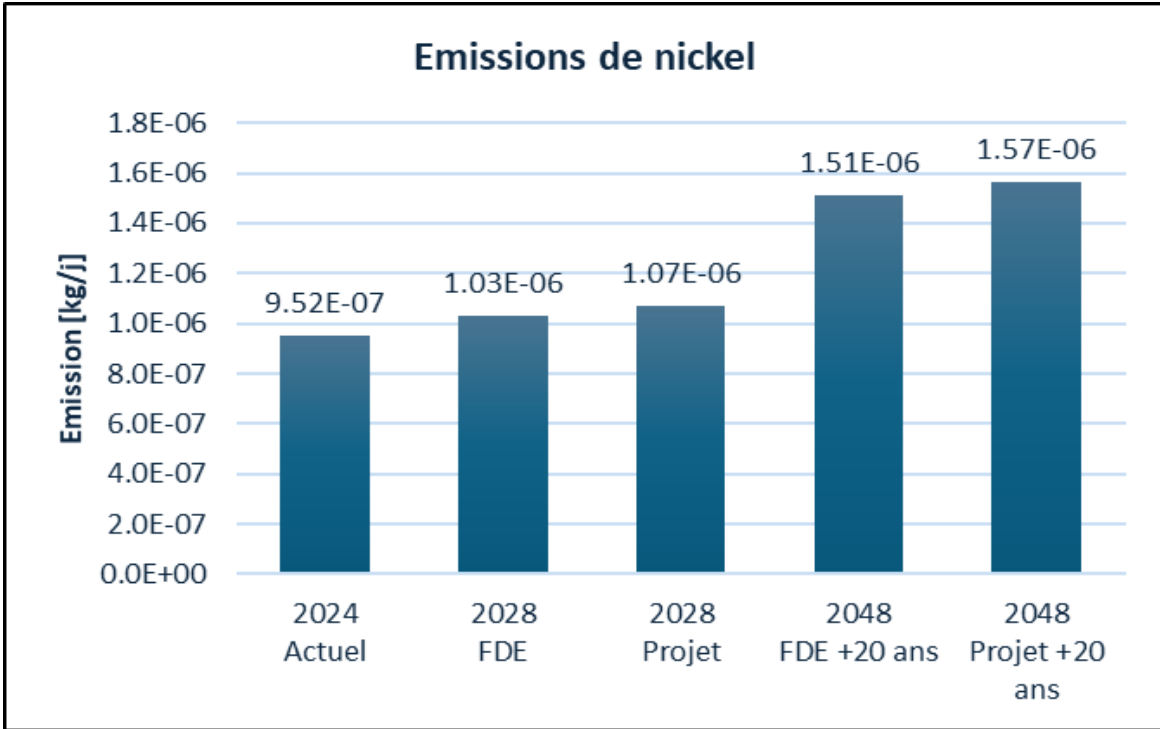


Figure 81 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

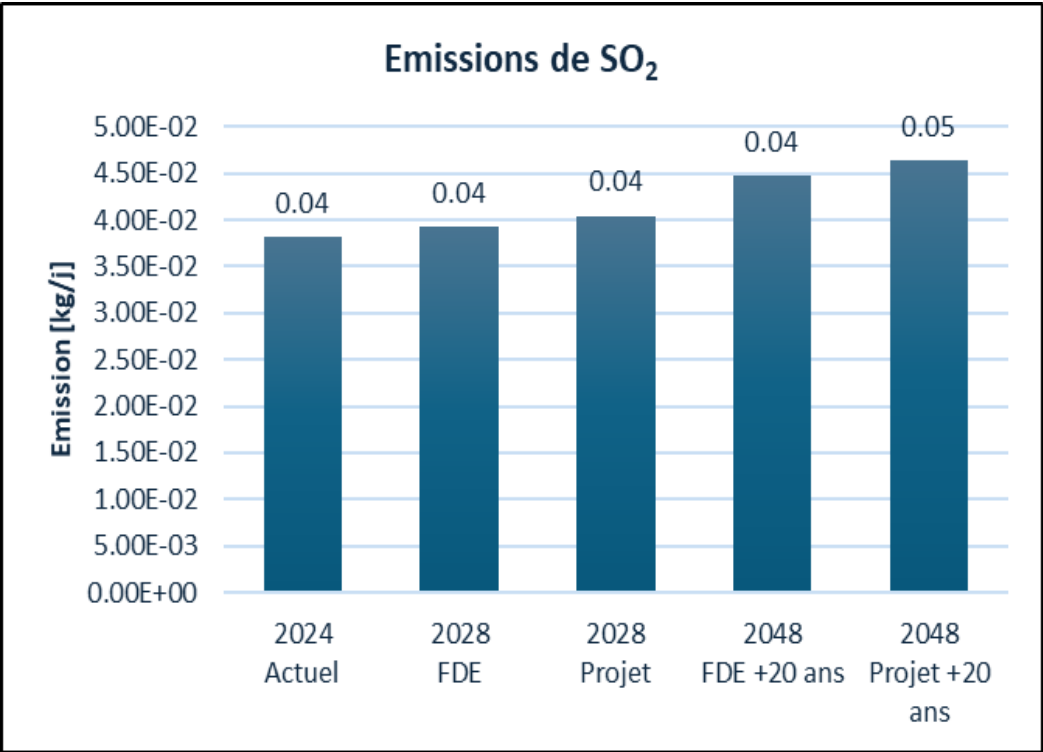


Figure 82 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

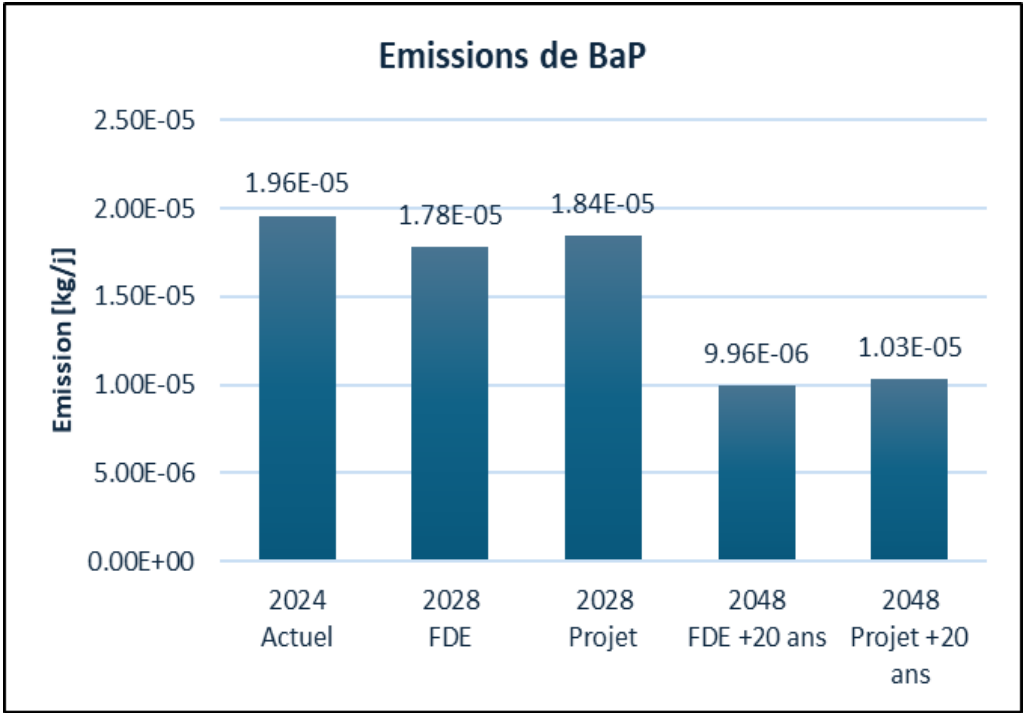


Figure 84 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

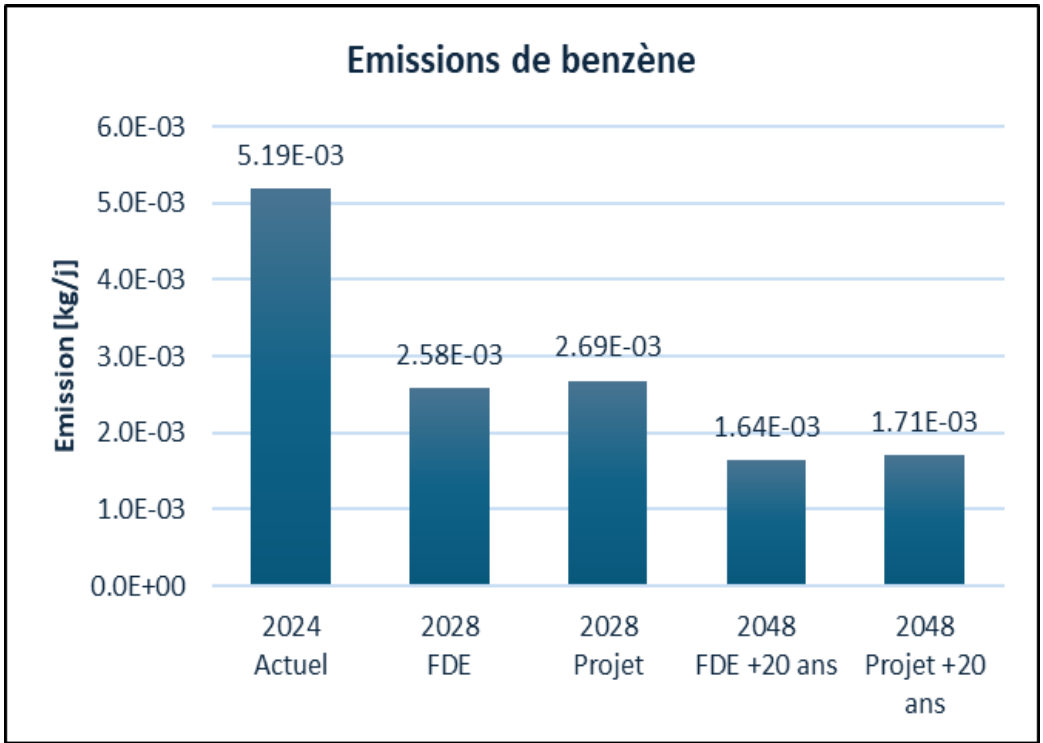


Figure 83 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

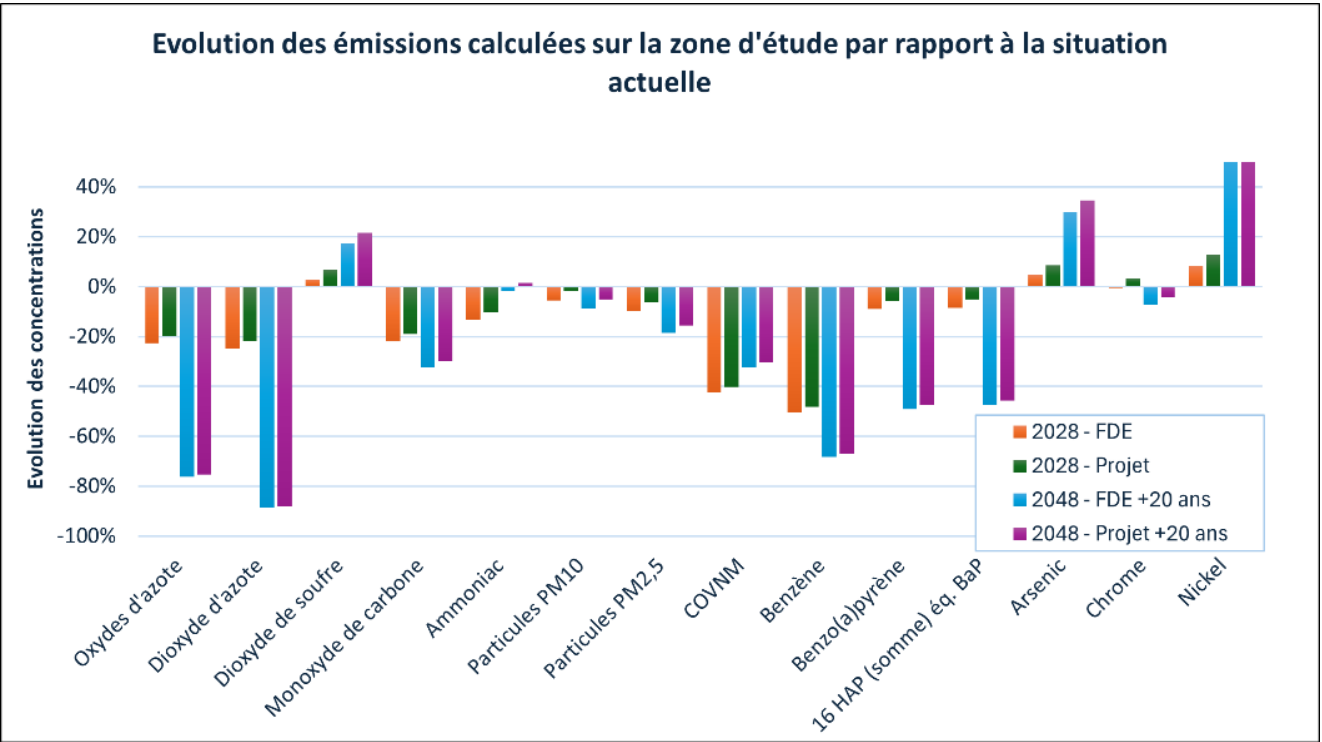


Figure 85 : Évolution pour les principaux polluants des émissions calculées sur la zone d'étude à l'horizon 2028 (situation Fil de l'eau et Projet) et à l'horizon 2048 (situation Fil de l'eau et Projet) comparativement à la situation actuelle en 2024

Les figures suivantes présentent l'impact du projet sur les émissions en kg/j des principaux polluants issus du trafic routier (NO₂ et PM10) sur chacun des brins du réseau d'étude pour chaque situation.

Dioxyde d'azote

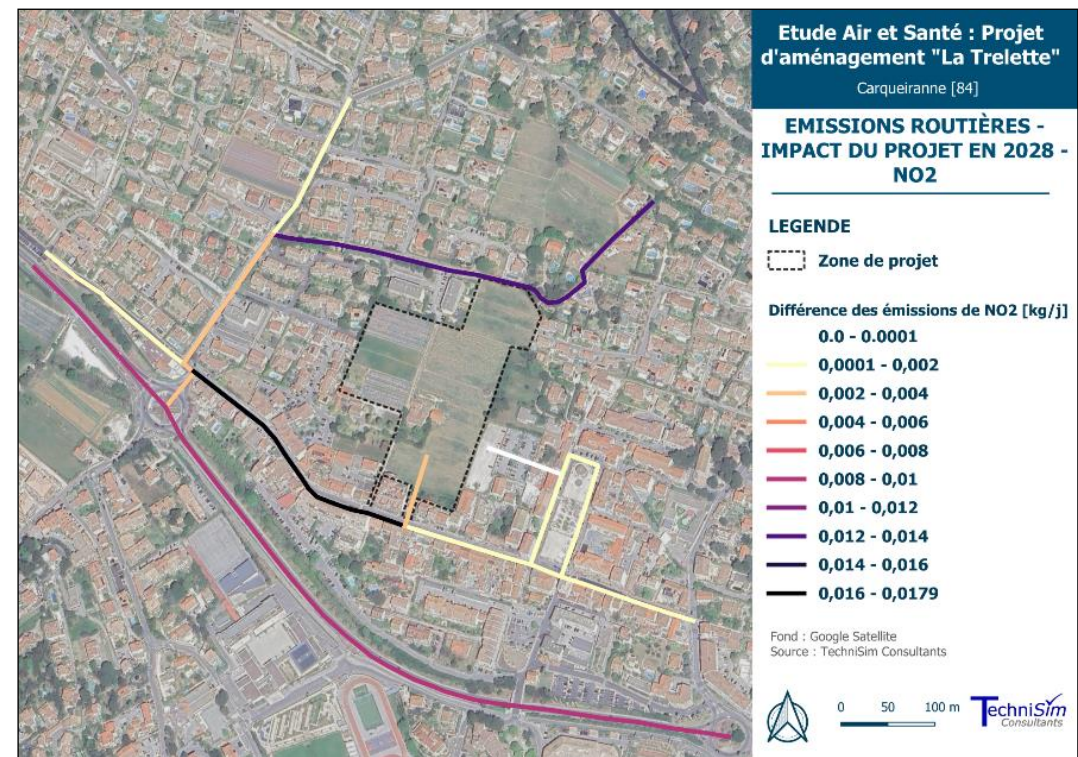


Figure 86 : Différence des émissions de NO₂ sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2028

Particules PM10

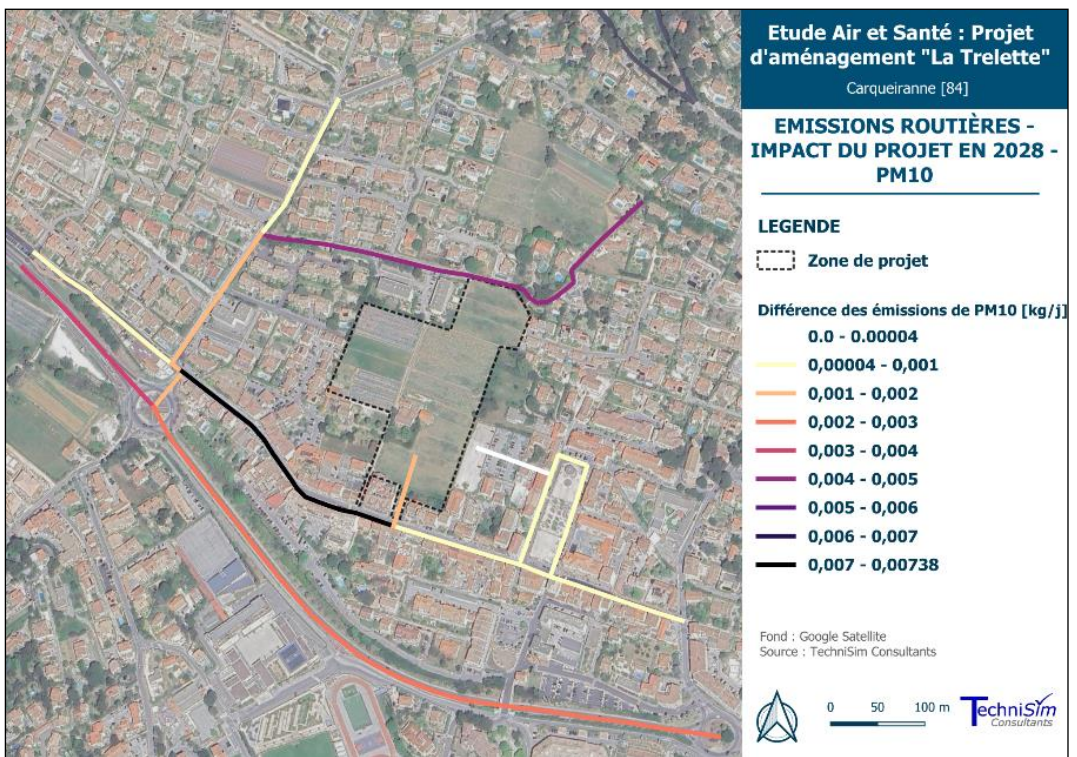


Figure 88 : Différence des émissions de PM10 sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2028

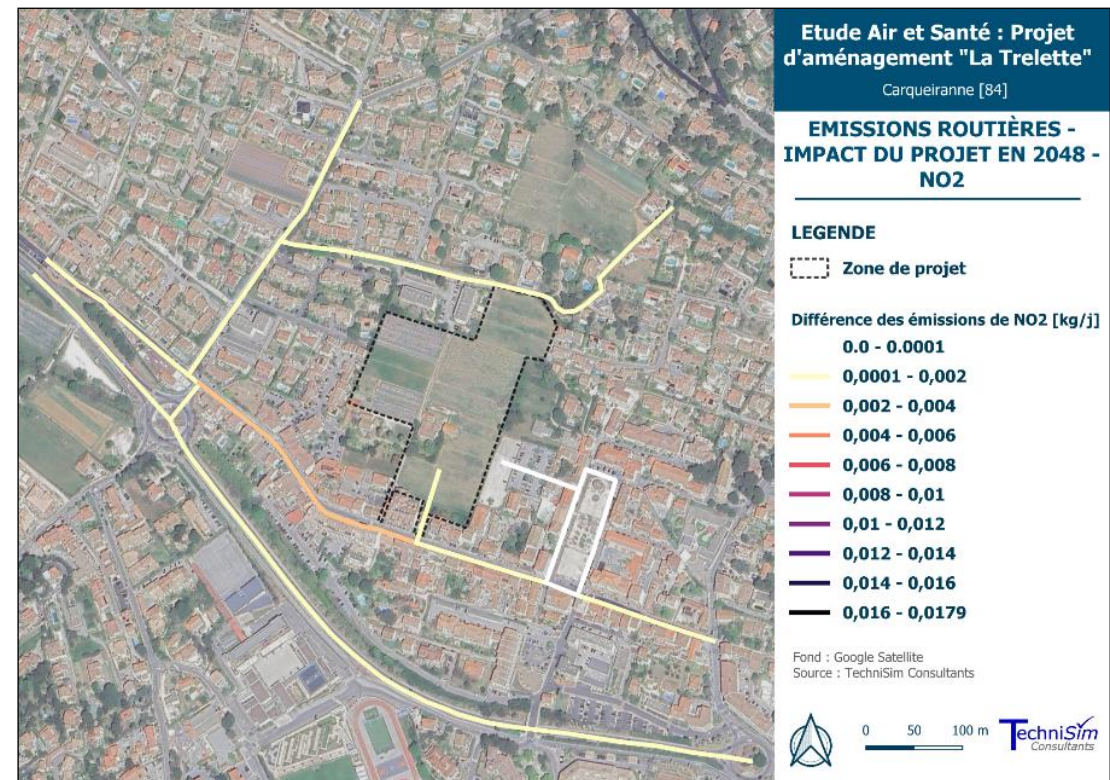


Figure 87 : Différence des émissions de NO₂ sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2048

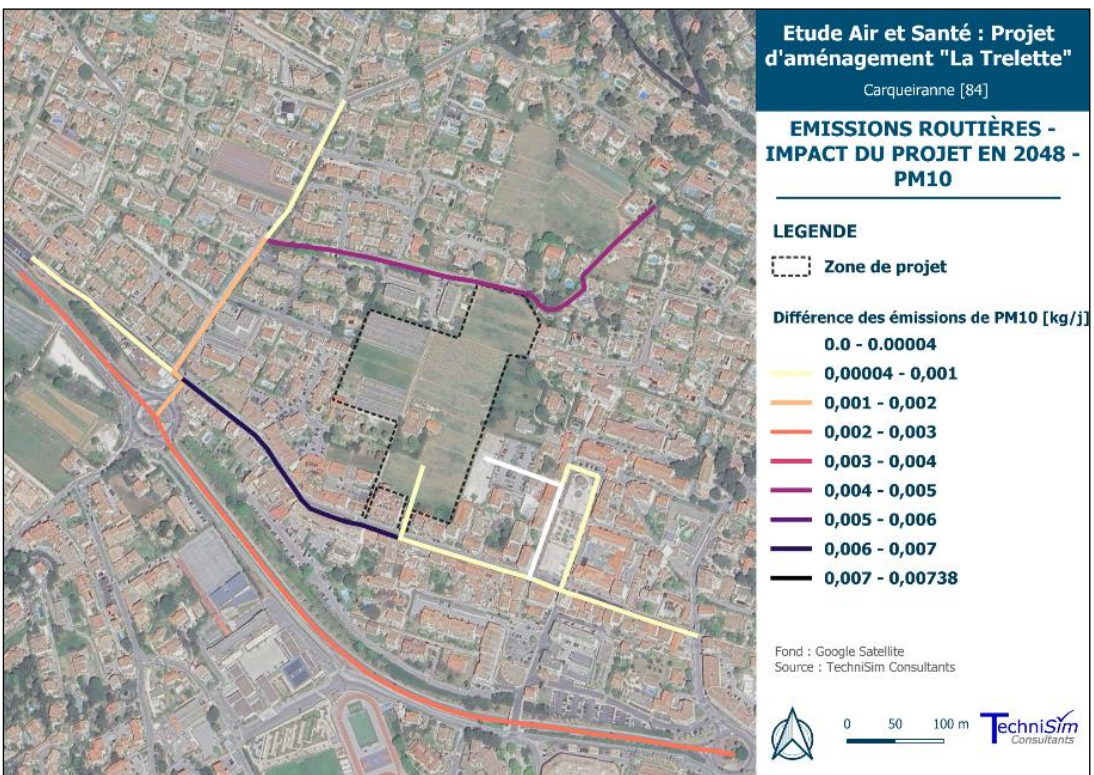


Figure 89 : Différence des émissions de PM10 sur le réseau d'étude entre situation Projet et Fil de l'eau - 2048

17.2.5. Synthèse de l'impact du trafic routier lié au projet sur les émissions de polluants atmosphériques

Par rapport à la situation actuelle 2024, les émissions moyennes tous polluants confondus considérés dans cette étude diminuent aux horizons futurs quelle que soit la situation (-22 % en situation « Fil de l'eau » 2028 ; -19 % en situation « Projet » 2028 ; -62 % en situation « Fil de l'eau » 2048 et -61 % en situation « Projet » 2048.

Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer aux horizons futurs 2028 et 2048 à l'exception du SO₂ pour lequel les émissions augmentent (situations « Fil de l'eau » et « Projet »). Les imbrûlés (COVNM) sont également en recul.

Les augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour les situations « Fil de l'eau » et « Projet » aux horizons 2028 et 2048 - par rapport à la situation actuelle 2024 – seront en grande partie compensées par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions des véhicules et donc une baisse des polluants de combustion.

Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), certains voient leurs émissions augmenter pour les situations « Fil de l'eau » et « Projet » comparativement à la situation actuelle 2024, du fait de la hausse des VK. :

- Arsenic : +8,6% en situation « Projet » 2028 (+4,8% en situation « Fil de l'eau » 2028) et +34,6 % en situation "Projet" 2048, (+29,8% en situation "Fil de l'eau" 2048)
- Nickel : +12,6% en situation « Projet » 2028 (+8,4% en situation « Fil de l'eau » 2028) et +64,4 % en situation projet 2048, (+58,7% en situation "Fil de l'eau" 2048)

L'exploitation du projet, à l'horizon 2028 comme 2048, va entraîner une augmentation des émissions de chacun des principaux polluants (de +3,2 % à +4,2 % suivant le polluant) par rapport à la situation « Fil de l'eau » correspondante.

Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), la réalisation du projet de construction génère une évolution moyenne des émissions de polluants de +3,9 % par rapport à la situation « Fil de l'eau » 2028 et + 3,6% par rapport à la situation « Fil de l'eau » 2048 (moyenne sur l'ensemble des polluants).

Cela est à corrélérer avec l'augmentation des VK sur le réseau d'étude entre les situations « Projet » et « Fil de l'eau », compte tenu de l'augmentation des déplacements.

En conclusion, la réalisation du projet de construction du quartier « La Trelette » sur le territoire de la commune de Carqueiranne (Var/83) va engendrer globalement une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude à l'horizon 2028 et 2048, comparativement à la situation actuelle 2024.

Cependant, comparativement aux situations « Fil de l'eau » 2028 et 2048, la hausse des trafics liée à l'exploitation du projet n'influe pas significativement sur les émissions de polluants au sein de la zone d'étude, en 2028 et 2048.

17.3. EXPOSITION DES POPULATIONS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

17.3.1. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aussi bien aux alentours des sources qu'au niveau des populations / lieux vulnérables.

Ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA / United States Environmental Protection Agency). Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

❖ Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux États-Unis pour toutes les études réglementaires. C'est un outil de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales. Le logiciel suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.

Ce type de modèle permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides. Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.

AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques, à savoir : AERMET et AERMAP.

L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations, est la suivante :

$$C(x,y,z) = \frac{Q_m}{2 \cdot \pi \cdot u_{10} \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2(x)}\right) \cdot \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) \right]$$

- Avec
- C concentration de polluants au point x,y,z (M/L³)
 - Q débit de la source de polluants en (M/T)
 - U₁₀ vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
 - σ_y écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
 - σ_z écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
 - h hauteur effective de la source de polluants (L)

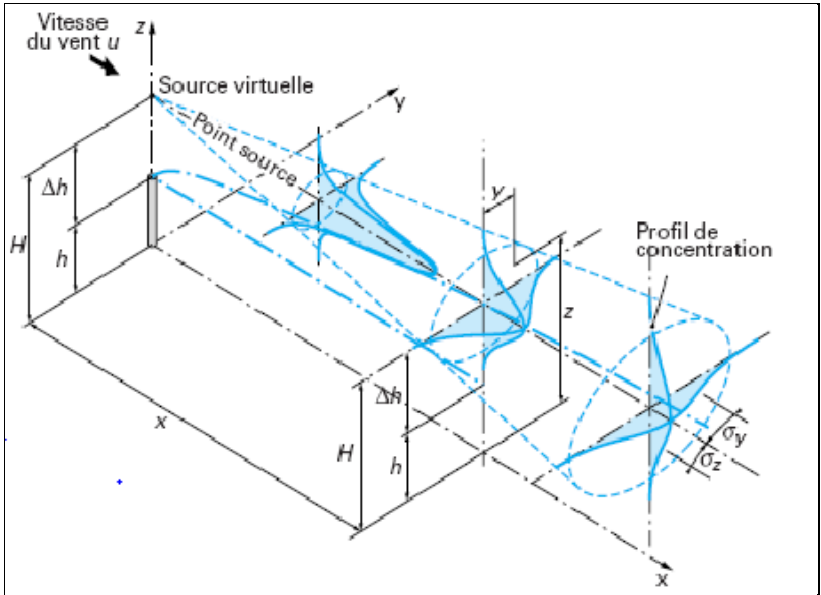


Figure 90: Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants est directement influencée par les conditions météorologiques. Les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Hyères – Le Palyvestre ». Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2021 complète, c'est-à-dire : du 1er janvier au 31 décembre 2021. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone. Par ailleurs, l'utilisation de données horaires autorise une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap. Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 5 mètres). Le terrain considéré est un carré de 2 000 m sur 2 000 m (cf. figure suivante).

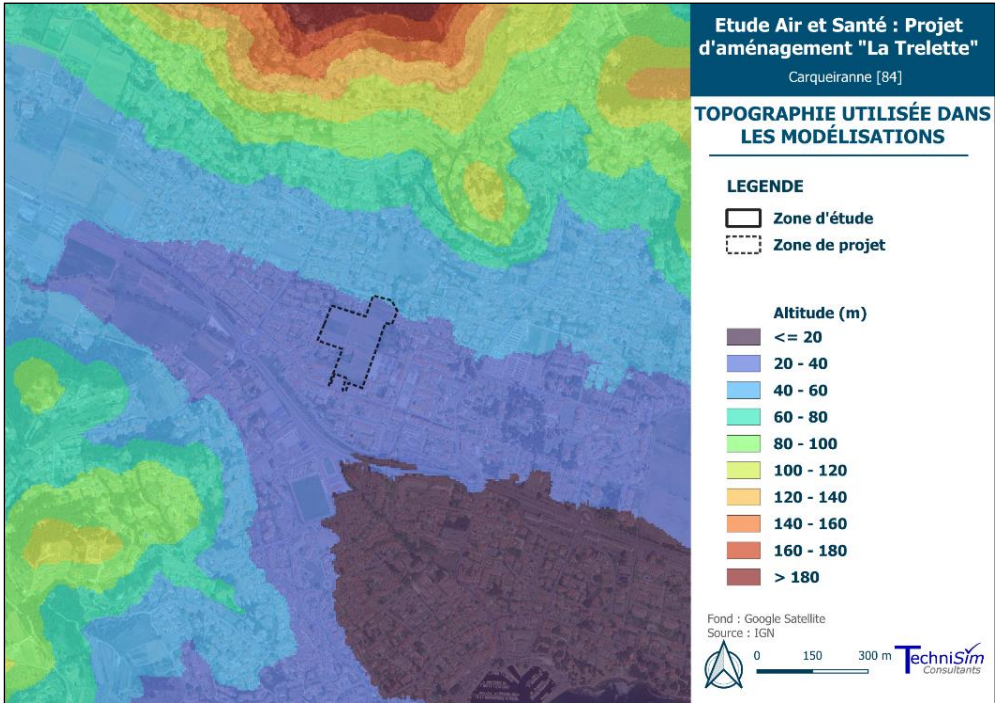


Figure 92 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations

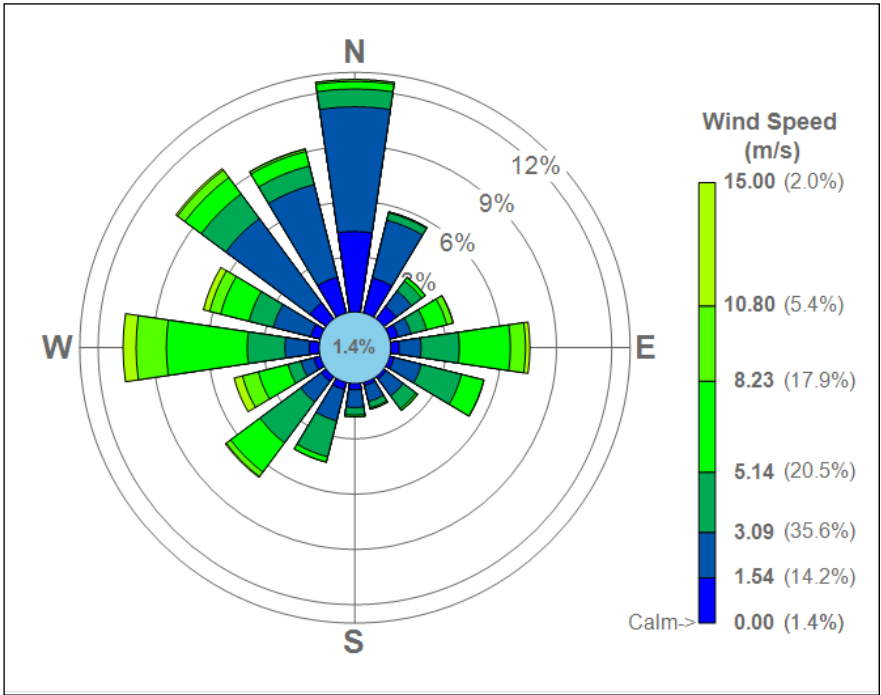


Figure 91 : Rose des vents utilisée pour les simulations

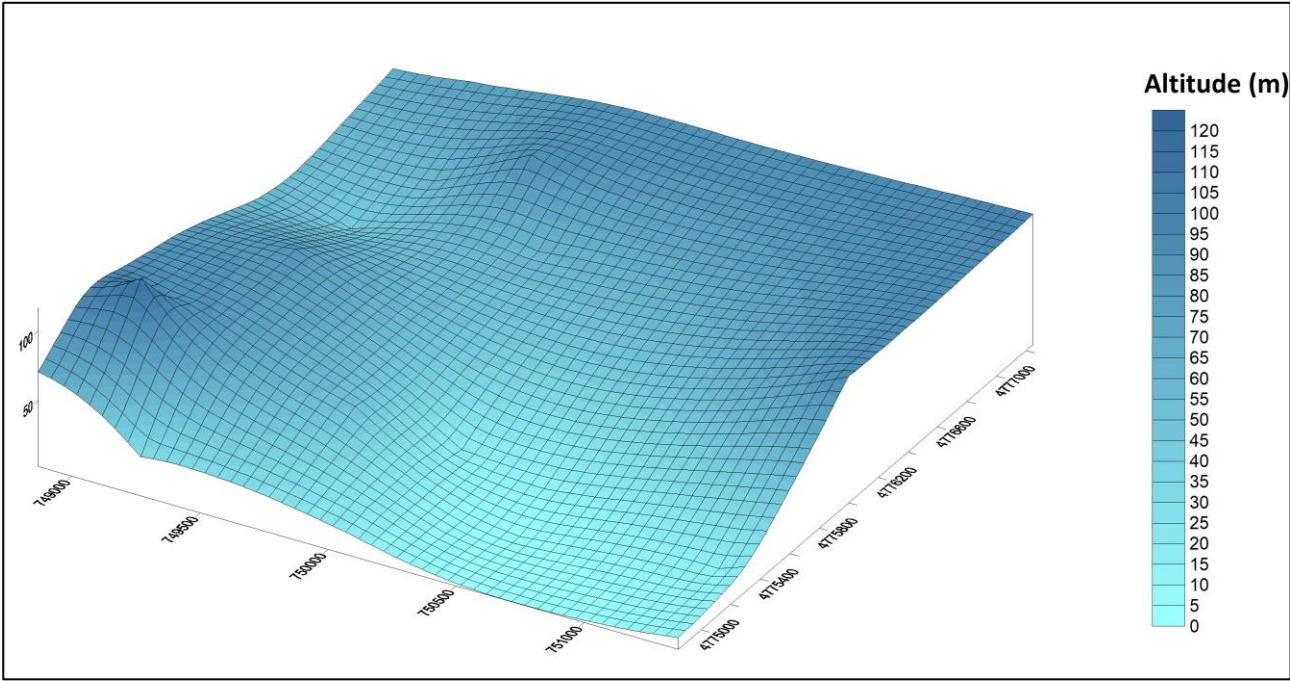


Figure 93 : Terrain numérique 3D utilisé dans les modélisations

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires. Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (729 points de calcul) mais aussi au niveau des récepteurs ponctuels (6 lieux vulnérables : crèches, écoles, EHPAD ; ainsi que les locaux d'activités en projet), sur l'emprise projet (44 points) et le long des brins routiers (823 points).

17.3.2. Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d'Homme exprimées pour chaque situation de modélisation retenue. **Les résultats directs des simulations considèrent uniquement l'effet des émissions des brins du trafic routier du réseau d'étude. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération dans les calculs.**

Afin d'obtenir une meilleure représentativité de la qualité de l'air de la zone d'étude et ainsi permettre une comparaison des résultats aux seuils réglementaires et aux valeurs guides sanitaires de l'OMS, les concentrations de fond ont été additionnées aux résultats en fin de chaine de calcul pour les principaux polluant (NO₂, PM10, PM2.5). L'ajout des concentrations de fond permet de prendre en compte les effets des autres sources de pollution sur la zone d'étude et non pas seulement celles du trafic routier.

La zone d'étude étant principalement urbaine, il a été pris comme valeurs de fond les données de la station de fond urbain AtmoSud la plus proche et la plus représentative (Toulon-Claret).

Les concentrations de fond utilisées sont présentées dans le tableau suivant.

Horizon d'étude	Concentrations de fond utilisées dans le modèle (moyennes annuelles)			
	NO₂ µg/m³	PM10 µg/m³	PM2,5 µg/m³	Source / hypothèses
Horizon 2024	17,5	20,4	7,9	Concentrations moyennes annuelles 2023 à la station AtmoSud de fond urbain « Toulon-Claret »
Horizon 2028	13,9	19,9	7,6	Application sur la valeur de fond AtmoSud 2023 du facteur de diminution calculé sur les résultats bruts des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude entre la situation actuelle 2024 et Fil de l'eau 2028. Cette hypothèse permet de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur.
Horizon 2048	5,3	19,7	7,6	Application sur la valeur de fond 2023 du facteur de diminution calculé sur les résultats bruts des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude entre le Fil de l'eau 2028 et Fil de l'eau 2048. Cette hypothèse permet de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur.

Les tableaux suivants présentent les concentrations maximales annuelles et le cas échéant journalières et horaires, des polluants modélisés. Ces valeurs tiennent compte des émissions routières du réseau d'étude et des concentrations de fond de la zone d'étude pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2,5. Sont présentées :

- Les concentrations maximales relevées sur la zone d'étude.
- Les concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable existant en l'état actuel.
- Les concentrations maximales relevées sur l'emprise projet.
- Les concentrations relevées au niveau des locaux d'activités en projet.

Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

Tableau 37 : Concentrations maximales en polluants relevées sur la zone d’étude

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX Grille de calcul	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	2,53E+01	1,98E+01	1,99E+01	6,21E+00	6,23E+00
	Jour	4,87E+01	3,74E+01	3,79E+01	8,94E+00	9,01E+00
	Heure	1,15E+02	8,73E+01	8,81E+01	1,67E+01	1,69E+01
Particules PM10	Année	2,27E+01	2,21E+01	2,21E+01	2,18E+01	2,18E+01
	Jour	2,95E+01	2,85E+01	2,87E+01	2,80E+01	2,82E+01
Particules PM2,5	Année	9,39E+00	8,94E+00	8,98E+00	8,82E+00	8,85E+00
	Jour	1,38E+01	1,29E+01	1,31E+01	1,24E+01	1,26E+01
Dioxyde de soufre	Année	1,34E-01	1,38E-01	1,42E-01	1,59E-01	1,63E-01
	Jour	5,33E-01	5,50E-01	5,63E-01	6,33E-01	6,47E-01
	Heure	1,66E+00	1,72E+00	1,74E+00	1,99E+00	2,02E+00
Monoxyde de carbone	Année	1,26E+01	9,82E+00	1,01E+01	8,51E+00	8,73E+00
	Jour	5,01E+01	3,91E+01	4,01E+01	3,39E+01	3,47E+01
	Heure	1,57E+02	1,23E+02	1,24E+02	1,06E+02	1,07E+02
Benzène	Année	1,79E-02	8,93E-03	9,20E-03	5,75E-03	5,92E-03
Plomb	Année	3,22E-06	3,39E-06	3,48E-06	4,28E-06	4,39E-06
B[a]P	Année	7,00E-05	6,39E-05	6,55E-05	3,60E-05	3,68E-05
Arsenic	Année	6,21E-07	6,52E-07	6,68E-07	8,11E-07	8,31E-07
Cadmium	Année	3,71E-07	3,94E-07	4,05E-07	5,17E-07	5,29E-07
Nickel	Année	3,34E-06	3,64E-06	3,74E-06	5,36E-06	5,50E-06
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX Grille de calcul	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	5,34E-01	4,64E-01	4,74E-01	5,28E-01	5,39E-01
PM à l’échappement	Année	4,47E-01	2,73E-01	2,80E-01	6,24E-02	6,41E-02
COVNM	Année	5,46E-01	3,15E-01	3,24E-01	3,78E-01	3,88E-01
Acétaldéhyde	Année	1,96E-02	7,74E-04	1,07E-02	1,15E-02	1,18E-02
Acroléine	Année	9,71E-03	7,74E-04	4,88E-03	4,41E-03	4,52E-03
1,3-butadiène	Année	6,72E-03	4,64E-03	4,79E-03	8,14E-03	8,36E-03
Éthylbenzène	Année	5,43E-03	3,03E-03	3,12E-03	2,88E-03	2,88E-03
Formaldéhyde	Année	3,64E-02	1,90E-02	1,95E-02	2,08E-02	2,14E-02
Toluène	Année	2,85E-02	1,58E-02	1,62E-02	1,48E-02	1,52E-02
Xylènes	Année	2,20E-02	1,26E-02	1,30E-02	1,36E-02	1,40E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	1,35E-04	1,23E-04	1,26E-04	7,12E-05	7,28E-05
Naphtalène	Année	6,16E-02	5,70E-02	5,85E-02	3,78E-02	3,86E-02
Chrome	Année	2,89E-05	2,89E-05	2,97E-05	2,70E-05	2,77E-05
Mercure	Année	2,39E-05	2,46E-05	2,52E-05	2,73E-05	2,80E-05
Dioxines	Année	3,47E-12	2,27E-12	2,33E-12	1,13E-12	2,95E-13
Furanes	Année	5,16E-12	3,38E-12	3,46E-12	1,70E-12	1,74E-12
NOx (éq. NO ₂)	Année	2,40E+01	1,86E+01	1,91E+01	5,78E+00	5,91E+00
Propionaldéhyde	Année	5,20E-03	2,77E-03	2,85E-03	3,18E-03	3,27E-03

Résultats incluant le fond urbain

Concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable existant en l’état actuel

Tableau 38 : Concentrations en polluants relevées au niveau du lieu d’accueil de la petite enfance

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
Lieu petite enfance	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	1,78E+01	1,41E+01	1,41E+01	5,33E+00	5,33E+00
	Jour	1,99E+01	1,57E+01	1,58E+01	5,57E+00	5,58E+00
	Heure	3,55E+01	2,74E+01	2,81E+01	7,33E+00	7,43E+00
Particules PM10	Année	2,05E+01	2,00E+01	2,00E+01	1,98E+01	1,98E+01
	Jour	2,11E+01	2,06E+01	2,06E+01	2,03E+01	2,04E+01
Particules PM2,5	Année	7,95E+00	7,65E+00	7,65E+00	7,64E+00	7,65E+00
	Jour	8,36E+00	8,02E+00	8,04E+00	7,97E+00	7,99E+00
Dioxyde de soufre	Année	4,69E-03	4,79E-03	5,15E-03	5,37E-03	5,75E-03
	Jour	4,03E-02	4,13E-02	4,35E-02	4,67E-02	4,90E-02
	Heure	3,07E-01	3,14E-01	3,31E-01	3,54E-01	3,72E-01
Monoxyde de carbone	Année	4,31E-01	3,36E-01	3,60E-01	2,94E-01	3,15E-01
	Jour	3,73E+00	2,90E+00	3,05E+00	2,54E+00	2,66E+00
	Heure	2,83E+01	2,20E+01	2,32E+01	1,93E+01	2,03E+01
Benzène	Année	6,67E-04	3,26E-04	3,52E-04	2,03E-04	2,18E-04
Plomb	Année	1,12E-07	1,17E-07	1,26E-07	1,45E-07	1,55E-07
B[a]P	Année	2,31E-06	2,09E-06	2,23E-06	1,15E-06	1,23E-06
Arsenic	Année	2,17E-08	2,25E-08	2,42E-08	2,75E-08	2,94E-08
Cadmium	Année	1,30E-08	1,36E-08	1,47E-08	1,75E-08	1,87E-08
Nickel	Année	1,17E-07	1,27E-07	1,36E-07	1,82E-07	1,95E-07
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
Lieu petite enfance	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	1,75E-02	1,51E-02	1,61E-02	1,70E-02	1,80E-02
PM à l’échappement	Année	1,57E-02	9,49E-03	1,02E-02	2,14E-03	2,29E-03
COVNM	Année	2,01E-02	1,13E-02	1,21E-02	1,26E-02	1,33E-02
Acétaldéhyde	Année	7,31E-04	2,54E-05	4,06E-04	3,82E-04	4,01E-04
Acroléine	Année	3,64E-04	2,54E-05	1,89E-04	1,46E-04	1,53E-04
1,3-butadiène	Année	2,43E-04	1,62E-04	1,73E-04	2,71E-04	2,84E-04
Éthylbenzène	Année	2,01E-04	1,09E-04	1,18E-04	9,89E-05	9,89E-05
Formaldéhyde	Année	1,36E-03	6,96E-04	7,47E-04	6,92E-04	7,26E-04
Toluène	Année	1,05E-03	5,64E-04	6,09E-04	5,06E-04	5,43E-04
Xylènes	Année	8,09E-04	4,51E-04	4,85E-04	4,64E-04	4,94E-04
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	4,43E-06	4,02E-06	4,29E-06	2,27E-06	2,42E-06
Naphtalène	Année	2,03E-03	1,87E-03	2,00E-03	1,21E-03	1,30E-03
Chrome	Année	1,00E-06	9,93E-07	1,07E-06	9,10E-07	9,72E-07
Mercure	Année	8,33E-07	8,48E-07	9,10E-07	9,24E-07	9,86E-07
Dioxines	Année	1,14E-13	7,43E-14	7,95E-14	3,63E-14	1,06E-14
Furanes	Année	1,69E-13	1,11E-13	1,18E-13	5,47E-14	5,83E-14
NOx (éq. NO ₂)	Année	8,37E-01	6,44E-01	6,92E-01	1,94E-01	2,07E-01
Propionaldéhyde	Année	1,93E-04	1,01E-04	1,08E-04	1,05E-04	1,10E-04

Résultats incluant le fond urbain

Tableau 39 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau des écoles maternelles

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX écoles maternelles	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	2,17E+01	1,70E+01	1,71E+01	5,78E+00	5,80E+00
	Jour	3,41E+01	2,64E+01	2,68E+01	7,23E+00	7,29E+00
	Heure	5,38E+01	4,13E+01	4,19E+01	9,54E+00	9,63E+00
Particules PM10	Année	2,16E+01	2,11E+01	2,11E+01	2,08E+01	2,09E+01
	Jour	2,53E+01	2,45E+01	2,47E+01	2,42E+01	2,43E+01
Particules PM2,5	Année	8,70E+00	8,32E+00	8,35E+00	8,25E+00	8,27E+00
	Jour	1,11E+01	1,05E+01	1,06E+01	1,02E+01	1,03E+01
Dioxyde de soufre	Année	7,12E-02	7,34E-02	7,60E-02	8,40E-02	8,68E-02
	Jour	2,84E-01	2,93E-01	3,02E-01	3,37E-01	3,46E-01
	Heure	6,21E-01	6,41E-01	6,56E-01	7,39E-01	7,55E-01
Monoxyde de carbone	Année	6,68E+00	5,21E+00	5,39E+00	4,52E+00	4,67E+00
	Jour	2,67E+01	2,08E+01	2,15E+01	1,81E+01	1,86E+01
	Heure	5,83E+01	4,56E+01	4,66E+01	3,97E+01	4,05E+01
Benzène	Année	9,60E-03	4,77E-03	4,97E-03	3,06E-03	3,18E-03
Plomb	Année	1,71E-06	1,80E-06	1,86E-06	2,27E-06	2,34E-06
B[a]P	Année	3,70E-05	3,37E-05	3,48E-05	1,89E-05	1,95E-05
Arsenic	Année	3,30E-07	3,46E-07	3,58E-07	4,29E-07	4,44E-07
Cadmium	Année	1,98E-07	2,09E-07	2,17E-07	2,74E-07	2,82E-07
Nickel	Année	1,78E-06	1,93E-06	2,00E-06	2,84E-06	2,94E-06
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX écoles maternelles	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	2,82E-01	2,44E-01	2,52E-01	2,78E-01	2,85E-01
PM à l’échappement	Année	2,38E-01	1,45E-01	1,50E-01	3,31E-02	3,43E-02
COVNM	Année	2,93E-01	1,68E-01	1,75E-01	2,01E-01	2,07E-01
Acétaldéhyde	Année	1,05E-02	4,08E-04	5,77E-03	6,14E-03	6,34E-03
Acroléine	Année	5,22E-03	4,08E-04	2,65E-03	2,35E-03	2,42E-03
1,3-butadiène	Année	3,61E-03	2,48E-03	2,58E-03	4,34E-03	4,48E-03
Éthylbenzène	Année	2,91E-03	1,62E-03	1,68E-03	1,53E-03	1,53E-03
Formaldéhyde	Année	1,96E-02	1,02E-02	1,06E-02	1,11E-02	1,15E-02
Toluène	Année	1,53E-02	8,41E-03	8,74E-03	7,83E-03	8,10E-03
Xylènes	Année	1,18E-02	6,75E-03	7,01E-03	7,24E-03	7,47E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	7,11E-05	6,49E-05	6,71E-05	3,74E-05	3,85E-05
Naphtalène	Année	3,25E-02	3,00E-02	3,10E-02	1,99E-02	2,05E-02
Chrome	Année	1,54E-05	1,53E-05	1,59E-05	1,43E-05	1,48E-05
Mercur	Année	1,27E-05	1,30E-05	1,35E-05	1,45E-05	1,49E-05
Dioxines	Année	1,83E-12	1,20E-12	1,24E-12	5,93E-13	1,58E-13
Furanes	Année	2,72E-12	1,78E-12	1,84E-12	8,94E-13	9,22E-13
NOx (éq. NO ₂)	Année	1,28E+01	9,87E+00	1,02E+01	3,06E+00	3,15E+00
Propionaldéhyde	Année	2,79E-03	1,49E-03	1,54E-03	1,69E-03	1,75E-03

Résultats incluant le fond urbain

Tableau 40 : Concentrations maximale en polluants relevées au niveau des écoles élémentaires

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX écoles élémentaires	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	1,90E+01	1,50E+01	1,51E+01	5,47E+00	5,48E+00
	Jour	2,45E+01	1,92E+01	1,94E+01	6,11E+00	6,14E+00
	Heure	4,38E+01	3,36E+01	3,51E+01	8,26E+00	8,46E+00
Particules PM10	Année	2,08E+01	2,03E+01	2,03E+01	2,01E+01	2,01E+01
	Jour	2,25E+01	2,18E+01	2,19E+01	2,16E+01	2,17E+01
Particules PM2,5	Année	8,19E+00	7,86E+00	7,87E+00	7,83E+00	7,85E+00
	Jour	9,24E+00	8,81E+00	8,86E+00	8,70E+00	8,74E+00
Dioxyde de soufre	Année	2,50E-02	2,57E-02	2,71E-02	2,93E-02	3,08E-02
	Jour	1,20E-01	1,23E-01	1,28E-01	1,42E-01	1,47E-01
	Heure	4,49E-01	4,59E-01	4,93E-01	5,17E-01	5,53E-01
Monoxyde de carbone	Année	2,32E+00	1,81E+00	1,91E+00	1,59E+00	1,67E+00
	Jour	1,12E+01	8,74E+00	9,05E+00	7,64E+00	7,90E+00
	Heure	4,16E+01	3,23E+01	3,47E+01	2,81E+01	3,01E+01
Benzène	Année	3,49E-03	1,71E-03	1,81E-03	1,09E-03	1,15E-03
Plomb	Année	6,00E-07	6,30E-07	6,64E-07	7,92E-07	8,30E-07
B[a]P	Année	1,26E-05	1,15E-05	1,20E-05	6,43E-06	6,73E-06
Arsenic	Année	1,16E-07	1,21E-07	1,27E-07	1,50E-07	1,57E-07
Cadmium	Année	6,94E-08	7,32E-08	7,71E-08	9,55E-08	1,00E-07
Nickel	Année	6,25E-07	6,78E-07	7,12E-07	9,91E-07	1,04E-06
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX écoles élémentaires	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	9,59E-02	8,31E-02	8,71E-02	9,45E-02	9,86E-02
PM à l’échappement	Année	8,39E-02	5,09E-02	5,36E-02	1,16E-02	1,22E-02
COVNM	Année	1,06E-01	6,04E-02	6,36E-02	7,09E-02	7,41E-02
Acétaldéhyde	Année	3,83E-03	1,39E-04	2,13E-03	2,18E-03	2,28E-03
Acroléine	Année	1,90E-03	1,39E-04	9,84E-04	8,32E-04	8,70E-04
1,3-butadiène	Année	1,30E-03	8,87E-04	9,35E-04	1,54E-03	1,62E-03
Éthylbenzène	Année	1,05E-03	5,77E-04	6,08E-04	5,35E-04	5,35E-04
Formaldéhyde	Année	7,13E-03	3,70E-03	3,91E-03	3,94E-03	4,13E-03
Toluène	Année	5,50E-03	2,99E-03	3,15E-03	2,75E-03	2,89E-03
Xylènes	Année	4,23E-03	2,40E-03	2,53E-03	2,55E-03	2,67E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	2,42E-05	2,21E-05	2,32E-05	1,27E-05	1,33E-05
Naphtalène	Année	1,11E-02	1,02E-02	1,07E-02	6,75E-03	7,06E-03
Chrome	Année	5,38E-06	5,36E-06	5,64E-06	4,98E-06	5,22E-06
Mercur	Année	4,46E-06	4,57E-06	4,80E-06	5,06E-06	5,28E-06
Dioxines	Année	6,22E-13	4,08E-13	4,28E-13	2,02E-13	5,62E-14
Furanes	Année	9,25E-13	6,07E-13	6,37E-13	3,04E-13	3,18E-13
NOx (éq. NO ₂)	Année	4,48E+00	3,47E+00	3,65E+00	1,07E+00	1,12E+00
Propionaldéhyde	Année	1,01E-03	5,39E-04	5,69E-04	5,99E-04	6,27E-04

Résultats incluant le fond urbain

Concentrations maximales relevées sur l’emprise projet

Tableau 41 : Concentrations en polluants relevées au niveau de la résidence personnes âgées

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
Résidence personnes âgées	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	1,79E+01	1,42E+01	1,42E+01	5,34E+00	5,35E+00
	Jour	1,94E+01	1,53E+01	1,54E+01	5,52E+00	5,53E+00
	Heure	3,11E+01	2,41E+01	2,45E+01	6,85E+00	6,90E+00
Particules PM10	Année	2,05E+01	2,00E+01	2,00E+01	1,98E+01	1,98E+01
	Jour	2,10E+01	2,04E+01	2,05E+01	2,02E+01	2,03E+01
Particules PM2,5	Année	7,97E+00	7,67E+00	7,67E+00	7,66E+00	7,67E+00
	Jour	8,28E+00	7,94E+00	7,96E+00	7,91E+00	7,92E+00
Dioxyde de soufre	Année	6,33E-03	6,43E-03	7,15E-03	7,14E-03	7,89E-03
	Jour	3,27E-02	3,34E-02	3,52E-02	3,77E-02	3,96E-02
	Heure	2,32E-01	2,38E-01	2,47E-01	2,70E-01	2,80E-01
Monoxyde de carbone	Année	5,75E-01	4,47E-01	4,96E-01	3,93E-01	4,35E-01
	Jour	3,00E+00	2,34E+00	2,46E+00	2,06E+00	2,16E+00
	Heure	2,14E+01	1,67E+01	1,73E+01	1,48E+01	1,53E+01
Benzène	Année	9,26E-04	4,48E-04	5,01E-04	2,75E-04	3,05E-04
Plomb	Année	1,51E-07	1,57E-07	1,75E-07	1,93E-07	2,13E-07
B[a]P	Année	3,02E-06	2,72E-06	3,01E-06	1,49E-06	1,64E-06
Arsenic	Année	2,91E-08	3,02E-08	3,35E-08	3,65E-08	4,04E-08
Cadmium	Année	1,75E-08	1,83E-08	2,04E-08	2,32E-08	2,57E-08
Nickel	Année	1,59E-07	1,70E-07	1,89E-07	2,42E-07	2,68E-07
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
Résidence personnes âgées	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	2,29E-02	1,96E-02	2,17E-02	2,19E-02	2,41E-02
PM à l’échappement	Année	2,12E-02	1,27E-02	1,42E-02	2,84E-03	3,13E-03
COVNM	Année	2,76E-02	1,51E-02	1,67E-02	1,60E-02	1,71E-02
Acétaldéhyde	Année	1,00E-03	3,32E-05	5,60E-04	4,72E-04	4,97E-04
Acroléine	Année	5,02E-04	3,32E-05	2,65E-04	1,80E-04	1,89E-04
1,3-butadiène	Année	3,25E-04	2,10E-04	2,28E-04	3,35E-04	3,54E-04
Éthylbenzène	Année	2,79E-04	1,49E-04	1,67E-04	1,33E-04	1,33E-04
Formaldéhyde	Année	1,87E-03	9,38E-04	1,03E-03	8,55E-04	9,02E-04
Toluène	Année	1,46E-03	7,70E-04	8,60E-04	6,77E-04	7,51E-04
Xylènes	Année	1,12E-03	6,10E-04	6,79E-04	6,09E-04	6,67E-04
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	5,79E-06	5,23E-06	5,77E-06	2,93E-06	3,21E-06
Naphtalène	Année	2,66E-03	2,44E-03	2,70E-03	1,57E-03	1,73E-03
Chrome	Année	1,34E-06	1,32E-06	1,47E-06	1,20E-06	1,32E-06
Mercure	Année	1,12E-06	1,13E-06	1,26E-06	1,22E-06	1,35E-06
Dioxines	Année	1,49E-13	9,70E-14	1,07E-13	4,70E-14	1,47E-14
Furanes	Année	2,22E-13	1,44E-13	1,60E-13	7,09E-14	7,80E-14
NOx (éq. NO ₂)	Année	1,12E+00	8,61E-01	9,56E-01	2,54E-01	2,79E-01
Propionaldéhyde	Année	2,65E-04	1,36E-04	1,49E-04	1,29E-04	1,36E-04

Résultats incluant le fond urbain

Tableau 42 : Concentrations maximales en polluants relevées au niveau de l’emprise projet

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX emprise projet	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	2,31E+01	1,82E+01	1,83E+01	5,95E+00	5,98E+00
	Jour	3,68E+01	2,85E+01	2,89E+01	7,56E+00	7,62E+00
	Heure	8,74E+01	6,68E+01	6,82E+01	1,35E+01	1,37E+01
Particules PM10	Année	2,21E+01	2,15E+01	2,15E+01	2,12E+01	2,13E+01
	Jour	2,60E+01	2,52E+01	2,53E+01	2,48E+01	2,50E+01
Particules PM2,5	Année	8,99E+00	8,58E+00	8,62E+00	8,49E+00	8,53E+00
	Jour	1,16E+01	1,09E+01	1,10E+01	1,06E+01	1,07E+01
Dioxyde de soufre	Année	9,64E-02	9,94E-02	1,03E-01	1,14E-01	1,18E-01
	Jour	3,30E-01	3,41E-01	3,50E-01	3,93E-01	4,04E-01
	Heure	1,20E+00	1,24E+00	1,27E+00	1,43E+00	1,47E+00
Monoxyde de carbone	Année	9,00E+00	7,04E+00	7,30E+00	6,17E+00	6,39E+00
	Jour	3,10E+01	2,42E+01	2,49E+01	2,11E+01	2,16E+01
	Heure	1,13E+02	8,83E+01	9,07E+01	7,64E+01	7,83E+01
Benzène	Année	1,31E-02	6,52E-03	6,79E-03	4,20E-03	4,35E-03
Plomb	Année	2,31E-06	2,43E-06	2,53E-06	3,09E-06	3,20E-06
B[a]P	Année	4,96E-05	4,52E-05	4,69E-05	2,54E-05	2,64E-05
Arsenic	Année	4,45E-07	4,68E-07	4,85E-07	5,85E-07	6,07E-07
Cadmium	Année	2,68E-07	2,83E-07	2,94E-07	3,72E-07	3,85E-07
Nickel	Année	2,41E-06	2,62E-06	2,71E-06	3,86E-06	4,00E-06
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
MAX emprise projet	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	3,77E-01	3,27E-01	3,39E-01	3,74E-01	3,87E-01
PM à l’échappement	Année	3,23E-01	1,96E-01	2,04E-01	4,52E-02	4,68E-02
COVNM	Année	4,00E-01	2,30E-01	2,39E-01	2,74E-01	2,83E-01
Acétaldéhyde	Année	1,44E-02	5,47E-04	7,91E-03	8,38E-03	8,69E-03
Acroléine	Année	7,15E-03	5,47E-04	3,65E-03	3,20E-03	3,31E-03
1,3-butadiène	Année	4,90E-03	3,38E-03	3,52E-03	5,93E-03	6,15E-03
Éthylbenzène	Année	3,97E-03	2,21E-03	2,29E-03	2,07E-03	2,07E-03
Formaldéhyde	Année	2,69E-02	1,40E-02	1,45E-02	1,51E-02	1,57E-02
Toluène	Année	2,09E-02	1,15E-02	1,19E-02	1,07E-02	1,11E-02
Xylènes	Année	1,60E-02	9,19E-03	9,56E-03	9,86E-03	1,02E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	9,53E-05	8,71E-05	9,03E-05	5,03E-05	5,21E-05
Naphtalène	Année	4,36E-02	4,04E-02	4,19E-02	2,67E-02	2,76E-02
Chrome	Année	2,08E-05	2,08E-05	2,16E-05	1,94E-05	2,01E-05
Mercure	Année	1,72E-05	1,77E-05	1,83E-05	1,97E-05	2,03E-05
Dioxines	Année	2,45E-12	1,61E-12	1,67E-12	7,99E-13	2,15E-13
Furanes	Année	3,64E-12	2,39E-12	2,48E-12	1,21E-12	1,25E-12
NOx (éq. NO ₂)	Année	1,73E+01	1,34E+01	1,39E+01	4,15E+00	4,31E+00
Propionaldéhyde	Année	3,82E-03	2,03E-03	2,12E-03	2,30E-03	2,39E-03

Résultats incluant le fond urbain

Concentrations relevées au niveau des locaux d’activités en projet

Tableau 43 : Concentrations en polluants relevées au niveau des locaux d’activités en projet

Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
Locaux d’activités en projet	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Dioxyde d'azote	Année	1,83E+01	1,45E+01	1,46E+01	5,39E+00	5,40E+00
	Jour	2,16E+01	1,70E+01	1,73E+01	5,77E+00	5,81E+00
	Heure	4,57E+01	3,51E+01	3,66E+01	8,54E+00	8,75E+00
Particules PM10	Année	2,07E+01	2,01E+01	2,02E+01	1,99E+01	2,00E+01
	Jour	2,16E+01	2,11E+01	2,12E+01	2,08E+01	2,09E+01
Particules PM2,5	Année	8,07E+00	7,75E+00	7,77E+00	7,73E+00	7,75E+00
	Jour	8,71E+00	8,33E+00	8,40E+00	8,25E+00	8,32E+00
Dioxyde de soufre	Année	1,41E-02	1,44E-02	1,64E-02	1,61E-02	1,82E-02
	Jour	7,05E-02	7,24E-02	7,92E-02	8,21E-02	8,93E-02
	Heure	4,82E-01	4,95E-01	5,30E-01	5,65E-01	6,02E-01
Monoxyde de carbone	Année	1,29E+00	1,00E+00	1,14E+00	8,85E-01	1,00E+00
	Jour	6,55E+00	5,10E+00	5,57E+00	4,46E+00	4,86E+00
	Heure	4,49E+01	3,50E+01	3,74E+01	3,06E+01	3,26E+01
Benzène	Année	2,05E-03	9,95E-04	1,14E-03	6,17E-04	7,00E-04
Plomb	Année	3,39E-07	3,52E-07	4,01E-07	4,34E-07	4,90E-07
B[a]P	Année	6,79E-06	6,14E-06	6,93E-06	3,38E-06	3,80E-06
Arsenic	Année	6,51E-08	6,77E-08	7,68E-08	8,22E-08	9,29E-08
Cadmium	Année	3,92E-08	4,10E-08	4,66E-08	5,23E-08	5,91E-08
Nickel	Année	3,54E-07	3,81E-07	4,33E-07	5,44E-07	6,15E-07
Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]						
Locaux d’activités en projet	Période	2024 Actuel	2028 FDE	2028 Projet	2028 FDE +20ans	2028 Projet +20ans
Ammoniac	Année	5,16E-02	4,44E-02	5,00E-02	4,97E-02	5,56E-02
PM à l’échappement	Année	4,75E-02	2,86E-02	3,25E-02	6,42E-03	7,24E-03
COVNM	Année	6,18E-02	3,44E-02	3,89E-02	3,80E-02	4,16E-02
Acétaldéhyde	Année	2,25E-03	7,46E-05	1,32E-03	1,16E-03	1,25E-03
Acroléine	Année	1,12E-03	7,46E-05	6,18E-04	4,42E-04	4,77E-04
1,3-butadiène	Année	7,45E-04	4,94E-04	5,49E-04	8,24E-04	8,89E-04
Éthylbenzène	Année	6,16E-04	3,32E-04	3,80E-04	2,97E-04	2,97E-04
Formaldéhyde	Année	4,20E-03	2,15E-03	2,42E-03	2,10E-03	2,27E-03
Toluène	Année	3,23E-03	1,71E-03	1,96E-03	1,52E-03	1,72E-03
Xylènes	Année	2,48E-03	1,37E-03	1,56E-03	1,40E-03	1,56E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	1,30E-05	1,18E-05	1,33E-05	6,66E-06	7,45E-06
Naphtalène	Année	5,97E-03	5,49E-03	6,20E-03	3,56E-03	4,00E-03
Chrome	Année	3,01E-06	2,98E-06	3,38E-06	2,72E-06	3,06E-06
Mercure	Année	2,50E-06	2,55E-06	2,89E-06	2,76E-06	3,11E-06
Dioxines	Année	3,35E-13	2,18E-13	2,47E-13	1,06E-13	3,37E-14
Furanes	Année	4,98E-13	3,25E-13	3,67E-13	1,61E-13	1,80E-13
NOx (ég. NO ₂)	Année	2,52E+00	1,94E+00	2,20E+00	5,79E-01	6,50E-01
Propionaldéhyde	Année	5,96E-04	3,11E-04	3,51E-04	3,18E-04	3,42E-04

Résultats incluant le fond urbain

❖ Résultats détaillés et commentés des polluants réglementées

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3). Les normes à respecter en matière de qualité de l’air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l’intervention de mesures d’urgence ;
- **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère fixé dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l’environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Les substances faisant l’objet d’une réglementation sont en liste ci-dessous :

- Le dioxyde d’azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L’arsenic, le cadmium, le nickel ;
- L’ozone.

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L’ozone est un polluant obtenu dans l’atmosphère sous l’effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d’azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines. La modélisation et la prévision des pollutions à l’ozone sont complexes. En effet, la formation de l’ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.

Parmi ces composés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d’azote, les particules PM10 et PM2,5.

L’analyse des impacts du projet sur la qualité de l’air se portera essentiellement sur les polluants précités. L’objectif étant de qualifier les impacts sur la qualité de l’air.

Pour rappel, les résultats présentés ci-après considèrent l'effet des émissions du trafic routier sur les brins du réseau d'étude additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2,5.

Dioxyde d'azote

Les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations sont disponibles dans les tableaux suivants.

Tableau 44 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO ₂ (µg/m ³) - Moyenne annuelle	2024	2028	2028	2048	2048
Valeur limite : 40 µg/m ³	Actuel	Fil de l'eau	Projet	Fil de l'eau	Projet
Max Zone d'étude	25,3	19,8	19,9	6,2	6,2
Crèche	17,8	14,1	14,1	5,3	5,3
Max Écoles maternelles	21,7	17,0	17,1	5,8	5,8
Max Écoles élémentaires	19,0	15,0	15,1	5,5	5,5
Résidence Personnes âgées	17,9	14,2	14,2	5,3	5,3
Futurs Locaux d'activités	18,3	14,5	14,6	5,4	5,4
Max Zone projet	23,1	18,2	18,3	6,0	6,0
Habitants hors projet	22,8	17,9	18,0	5,9	5,9

Tableau 45 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire

NO ₂ (µg/m ³) – percentile 99,8 horaire	2024	2028	2028	2048	2048
Valeur limite : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 h/an	Actuel	Fil de l'eau	Projet	Fil de l'eau	Projet
Max Zone d'étude	114.7	73.4	74.2	11.4	11.6
Crèche	35.5	13.5	14.2	2.0	2.1
Max Écoles maternelles	53.8	27.4	28.0	4.2	4.3
Max Écoles élémentaires	43.8	19.7	21.2	3.0	3.2
Résidence Personnes âgées	31.1	10.2	10.6	1.5	1.6
Futurs Locaux d'activités	45.7	21.2	22.7	3.2	3.4
Max Zone projet	87.4	52.9	54.3	8.2	8.4
Habitants hors projet	91.0	55.5	56.1	8.6	8.7

Les cartographies ci-après représentent les concentrations annuelles en NO₂ issues du trafic routier en addition de la pollution de fond, modélisées aux différents horizons et situations étudiés, ainsi que l'impact du projet aux horizons 2028 et 2048 à l'échelle de la zone d'étude et des lieux vulnérables.

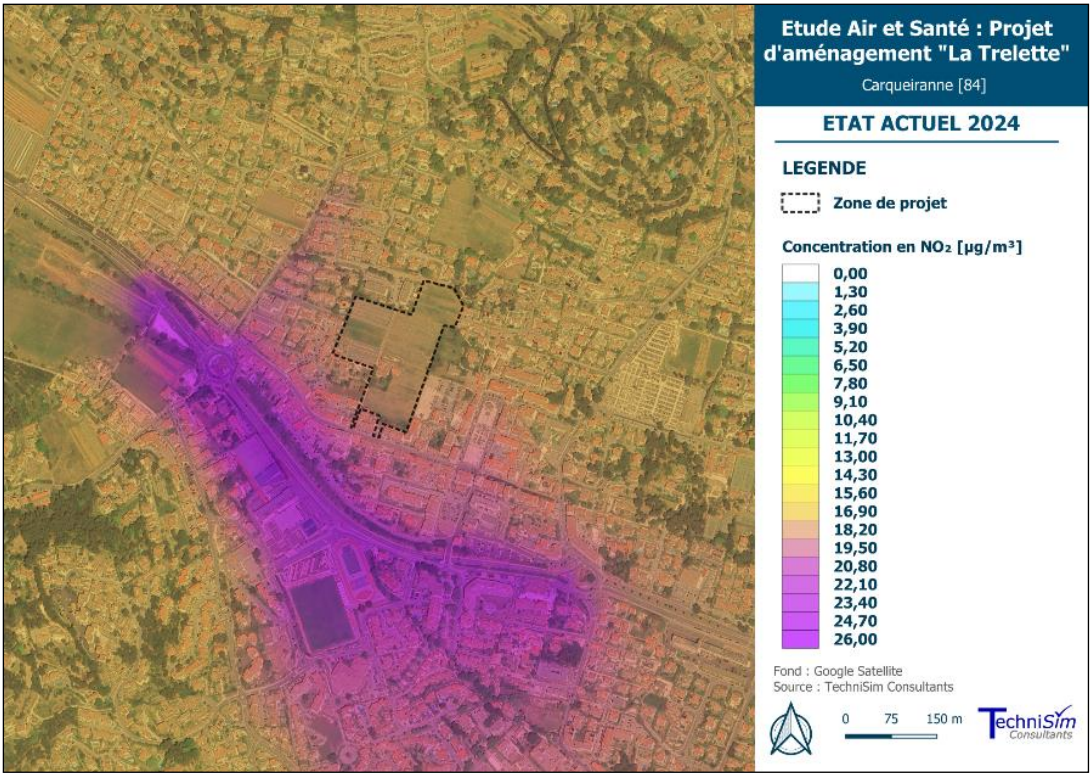


Figure 94 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (routier et fond) – Situation N°1 – Actuel 2024

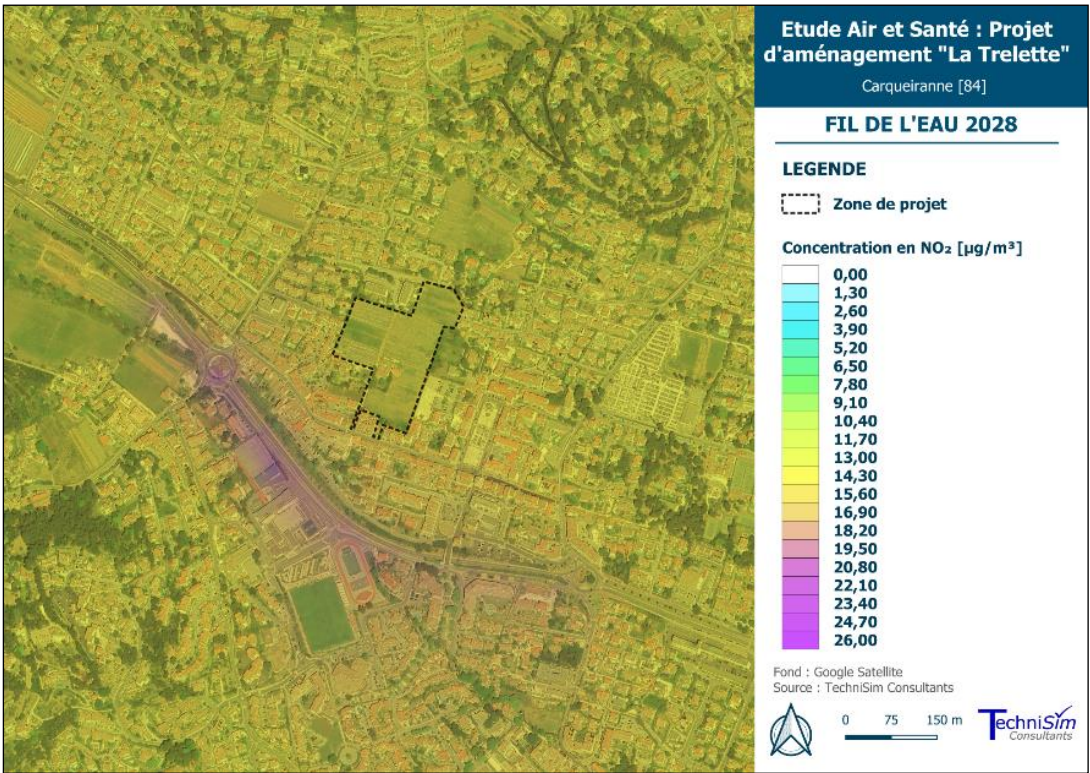


Figure 95 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (routier et fond) – Situation N°2 – Fil de l'eau 2028

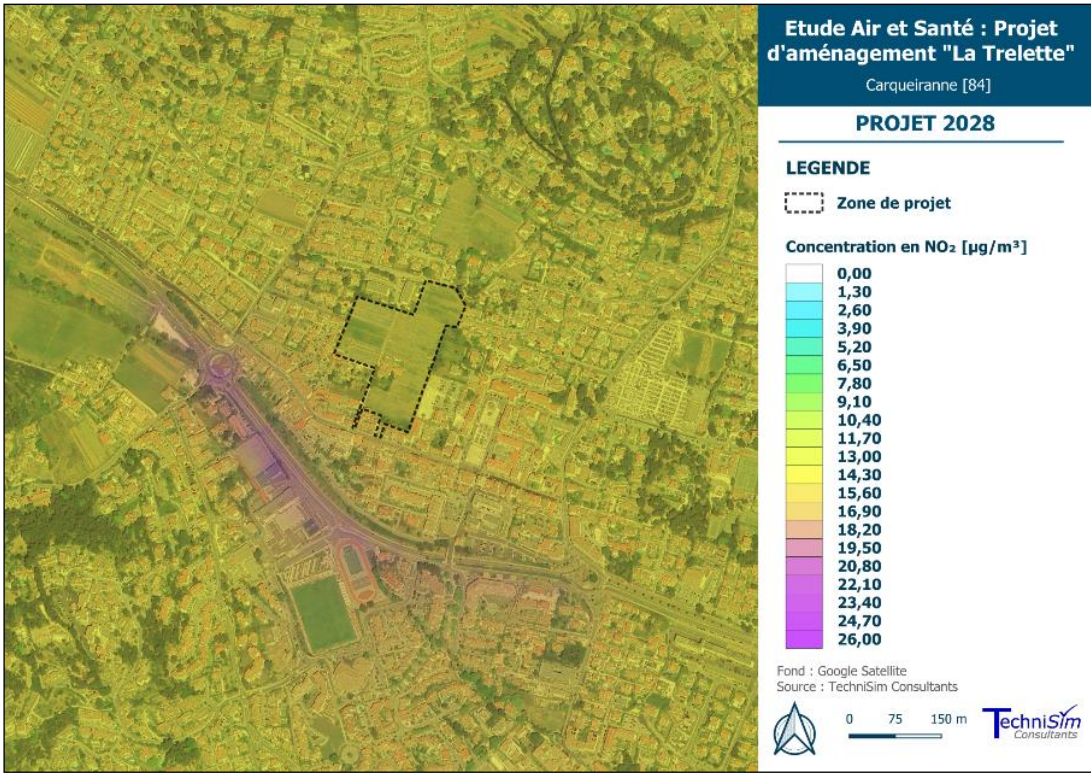


Figure 96 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (routier et fond) – Situation N°3 – 2028 – Projet

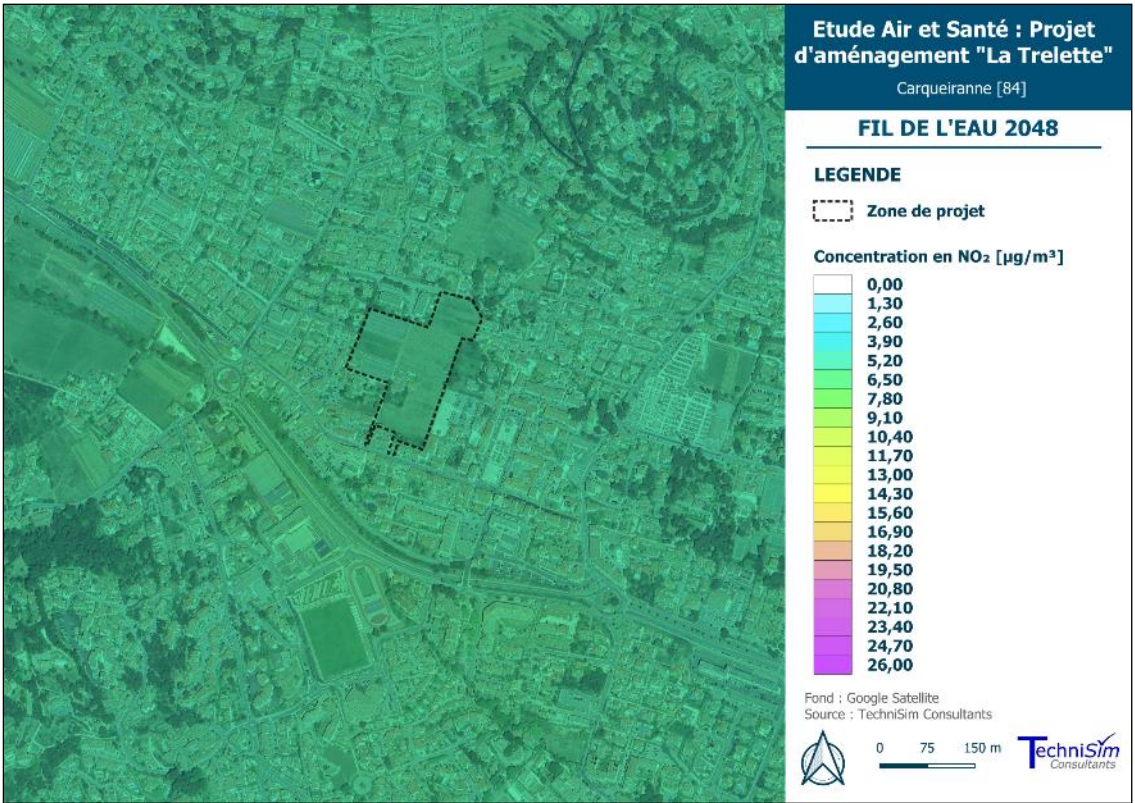


Figure 98 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (routier et fond) – Situation N°4 – Fil de l’eau 2048

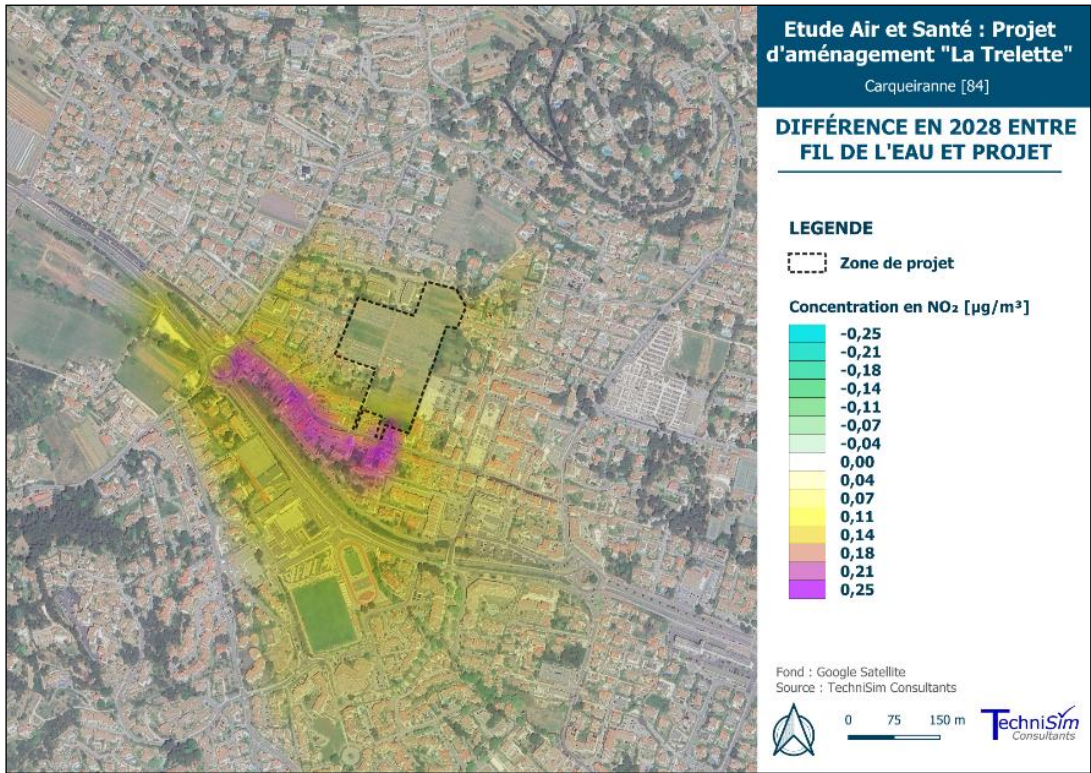


Figure 97 : Différences de concentrations en NO₂ (routier et fond) entre les situations Projet et Fil de l’eau 2028 (Situation 3-Situation 2)

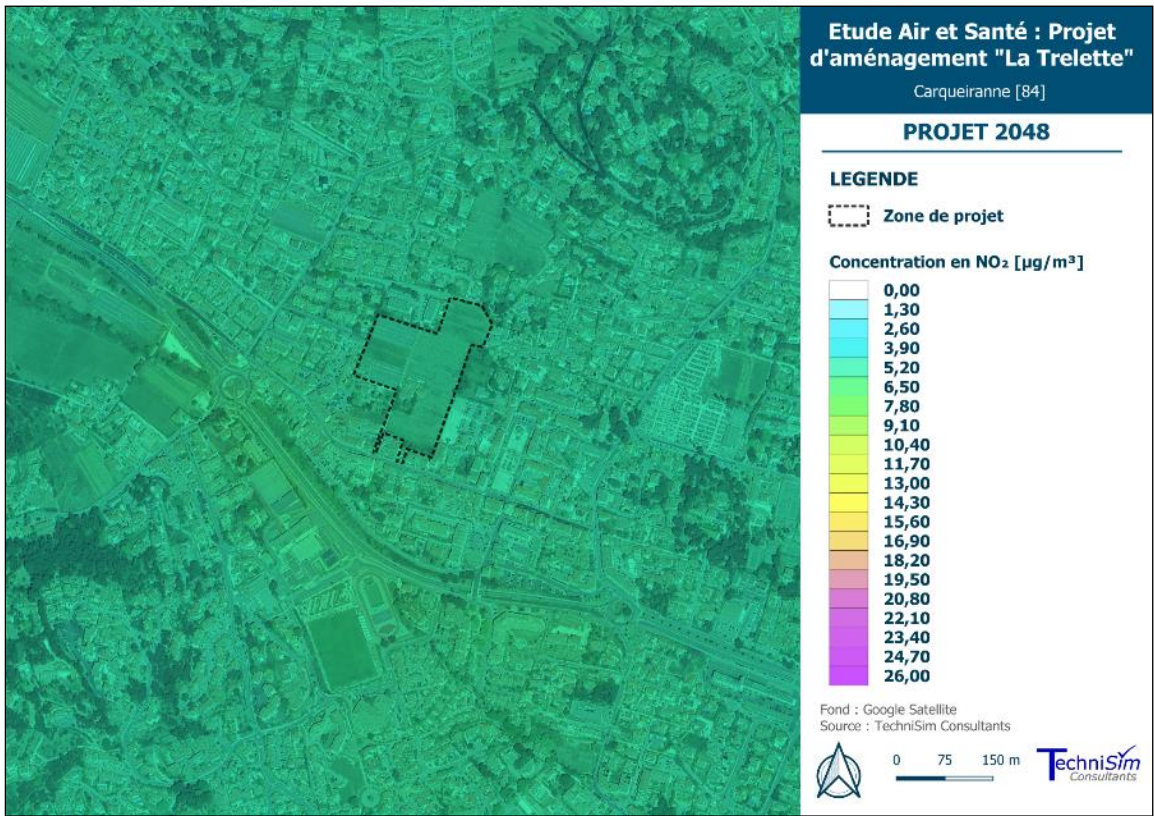


Figure 99 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (routier et fond) – Situation N°5 – 2048 – Projet

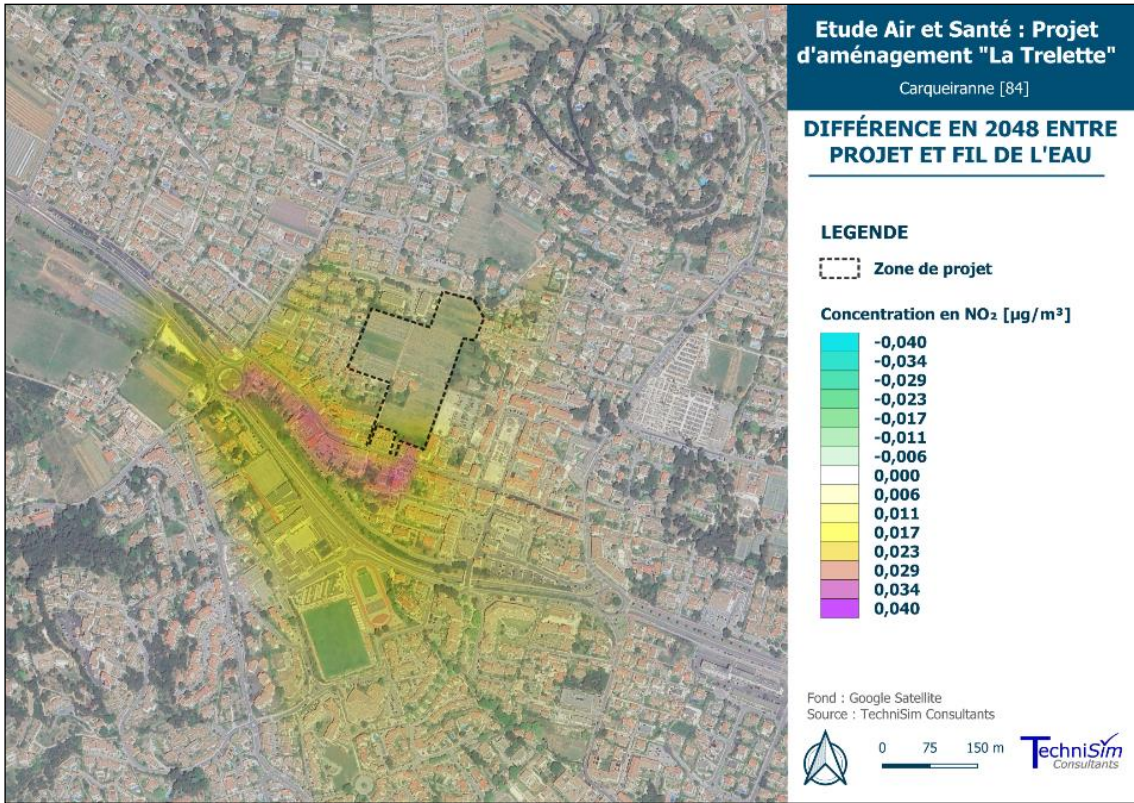


Figure 100 : Différences de concentrations en NO₂ (routier et fond) entre les situations Projet et Fil de l'eau 2048 (Situation 5-Situation 4)

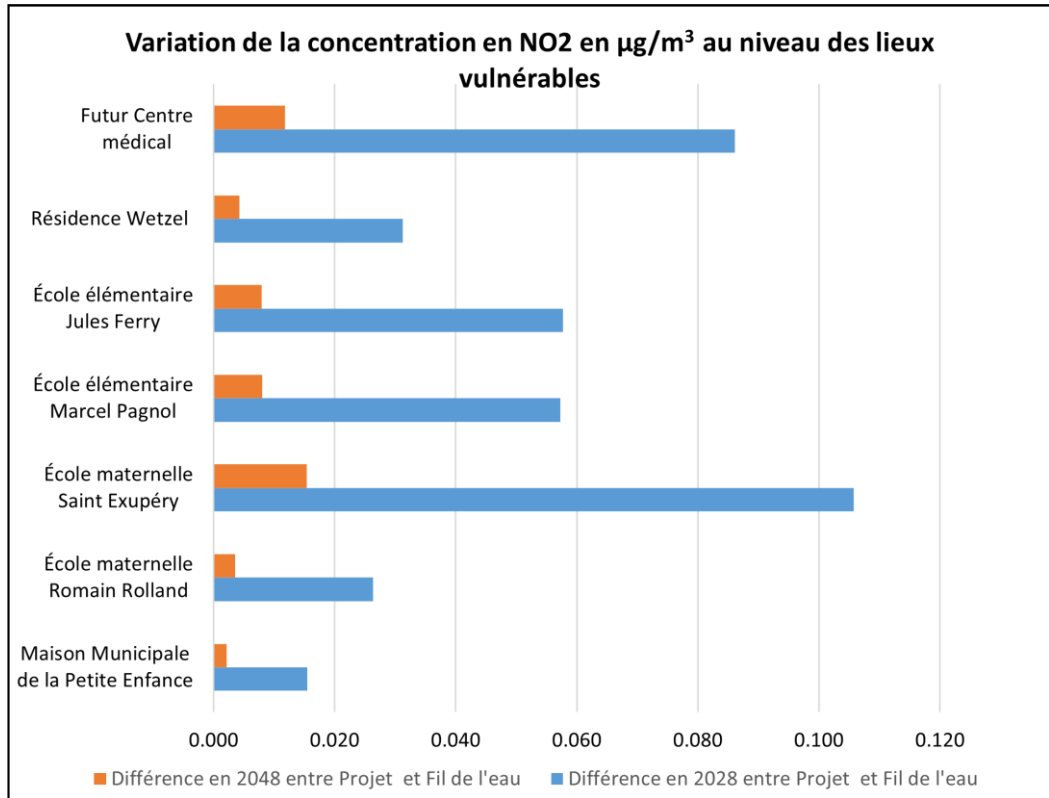


Figure 101 : Variation de la concentration en NO₂ entre les situations Projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048 au niveau des lieux vulnérables existant et en projet

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en NO₂ calculées en moyennes annuelles et horaires sont inférieures aux seuils réglementaires au niveau des **lieux vulnérables existants**, de **l'emprise projet** et des **zones d'habitation hors projet**, pour toutes les situations (actuelle, Fil de l'eau, projet) et les horizons (2024, 2028, 2048). Les concentrations en NO₂ les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés, notamment près de la D559.

En moyenne annuelle, les concentrations maximales sur la **zone d'étude** aux horizons futurs 2028 et 2048 sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (-21,8 % pour la situation Fil de l'eau 2028, -21,3 % pour la situation Projet 2028, -75,5 % pour la situation Fil de l'eau 2048 et -75,4 % pour la situation Projet 2048), compte-tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, en lien avec les applications des mesures de la SNBC existantes au 31 décembre 2021 ; baisse des émissions unitaires des véhicules), compensant les augmentations de trafic.

En 2028, par rapport à la situation Fil de l'eau 2028, la réalisation du projet induit :

- Une légère augmentation de la concentration maximale en NO₂ calculée sur la **zone d'étude** de +0,75 % (soit +0,148 µg/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- Une légère augmentation de la concentration en NO₂ calculée au niveau de la **crèche** existante en l'état actuel (+0,11 % soit +0,015 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en NO₂ calculée au niveau des **écoles maternelles** existantes en l'état actuel (+0,62 % soit +0,106 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en NO₂ calculée au niveau des **écoles élémentaires** existantes en l'état actuel (+0,39 % soit +0,058 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration en NO₂ calculée au niveau de la **Résidence autonomie sénior** existants en l'état actuel (+0,22 % soit +0,031 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de +0,90 % (soit +0,164 µg/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée sur **l'emprise projet** ;
- Une légère augmentation de +0,73 % (soit +0,131 µg/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée sur les **zones d'habitation hors projet**.

En 2048, par rapport à la situation Fil de l'eau 2048, la réalisation du projet induit :

- Une légère augmentation de la concentration maximale en NO₂ calculée sur la **zone d'étude** de +0,35 % (soit +0,022 µg/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- Une augmentation quasi nulle de la concentration en NO₂ calculée au niveau de la **crèche** existante en l'état actuel (+0,04 % soit +0,002 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en NO₂ calculée au niveau des **écoles maternelles** existantes en l'état actuel (+0,27 % soit +0,015 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en NO₂ calculée au niveau des **écoles élémentaires** existantes en l'état actuel (+0,15 % soit +0,008 µg/m³) ;
- Une évolution quasi nulle de la concentration en NO₂ calculée au niveau de la **Résidence autonomie sénior** existante en l'état actuel (+0,08 % soit +0,004 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de +0,39 % (soit +0,023 µg/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée sur **l'emprise projet** ;
- Une légère augmentation de +0,34 % (soit +0,020 µg/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée sur les **zones d'habitation hors projet**.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en NO₂ modélisées en situations « Fil de l'eau » et « Projet » aux horizons 2028 et 2048 (cf. tableaux précédents), de la teneur moyenne annuelle de fond urbain relevée au niveau de la station de mesure AtmoSud la plus proche et représentative de la zone d'étude (environ 17,5 µg/m³ de NO₂ en 2023 à la station « Toulon-Claret ») et de la valeur limite réglementaire (40 µg/m³), il est possible de qualifier

ces variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des **lieux vulnérables**, de **l'emprise projet** et **des zones d'habitation hors projet**.
En se référant aux cartes de différence des concentrations modélisées, entre les situations « Projet » et « Fil de l'eau » aux horizons 2028 et 2048, il est possible de constater que les hausses maximales des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont logiquement localisées au niveau des voies d'accès au projet.

Particules PM10

Les tableaux suivants synthétisent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations en tenant compte de la pollution de fond et du trafic routier.

Tableau 46 : Tableau 57 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 (routier et fond) – moyenne annuelle					
PM10 (µg/m³) - Moyenne annuelle Valeur limite : 40 µg/m³	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Max Zone d'étude	22,7	22,1	22,1	21,8	21,8
Crèche	20,5	20,0	20,0	19,8	19,8
Max Écoles maternelles	21,6	21,1	21,1	20,8	20,9
Max Écoles élémentaires	20,8	20,3	20,3	20,1	20,1
Résidence Personnes âgées	20,5	20,0	20,0	19,8	19,8
Futurs Locaux d'activités	20,7	20,1	20,2	19,9	20,0
Max Zone projet	22,1	21,5	21,5	21,2	21,3
Habitants hors projet	22,0	21,4	21,4	21,1	21,2

Tableau 47 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 (routier, ferroviaire et fond) – moyenne journalière					
PM10 (µg/m³) - Percentile 90,4 des concentrations moyennes journalières Valeur limite : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 j/an	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Max Zone d'étude	24,7	23,9	24,1	23,6	23,7
Crèche	20,6	20,1	20,1	19,9	19,9
Max Écoles maternelles	22,8	22,2	22,3	21,9	22,0
Max Écoles élémentaires	21,3	20,8	20,8	20,6	20,6
Résidence Personnes âgées	20,7	20,1	20,2	19,9	19,9
Futurs Locaux d'activités	20,9	20,3	20,4	20,1	20,2
Max Zone projet	23,3	22,6	22,7	22,4	22,5
Habitants hors projet	23,2	22,5	22,6	22,3	22,3

Les cartographies ci-après représentent les concentrations annuelles en PM10 issues du trafic routier en addition de la pollution de fond, modélisées aux différents horizons et situations étudiés, ainsi que l'impact du projet aux horizons 2028 et 2048 à l'échelle de la zone d'étude et des lieux vulnérables.

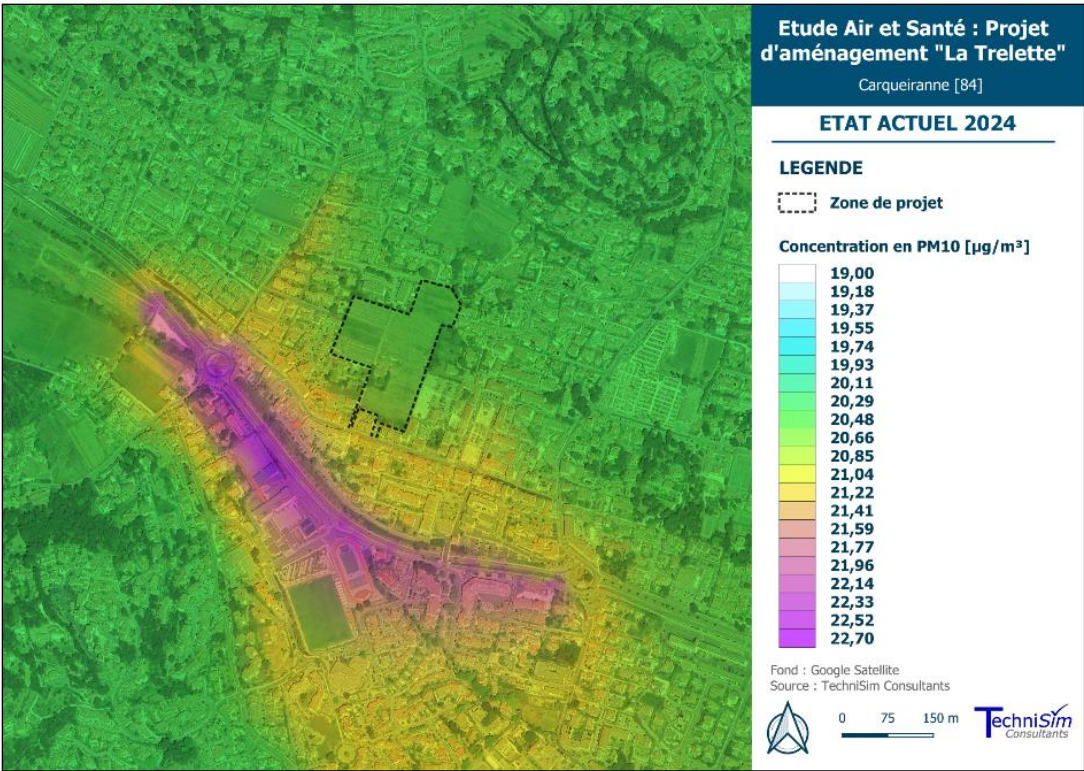


Figure 102 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (routier et fond) – Situation N°1 – Actuel 2024

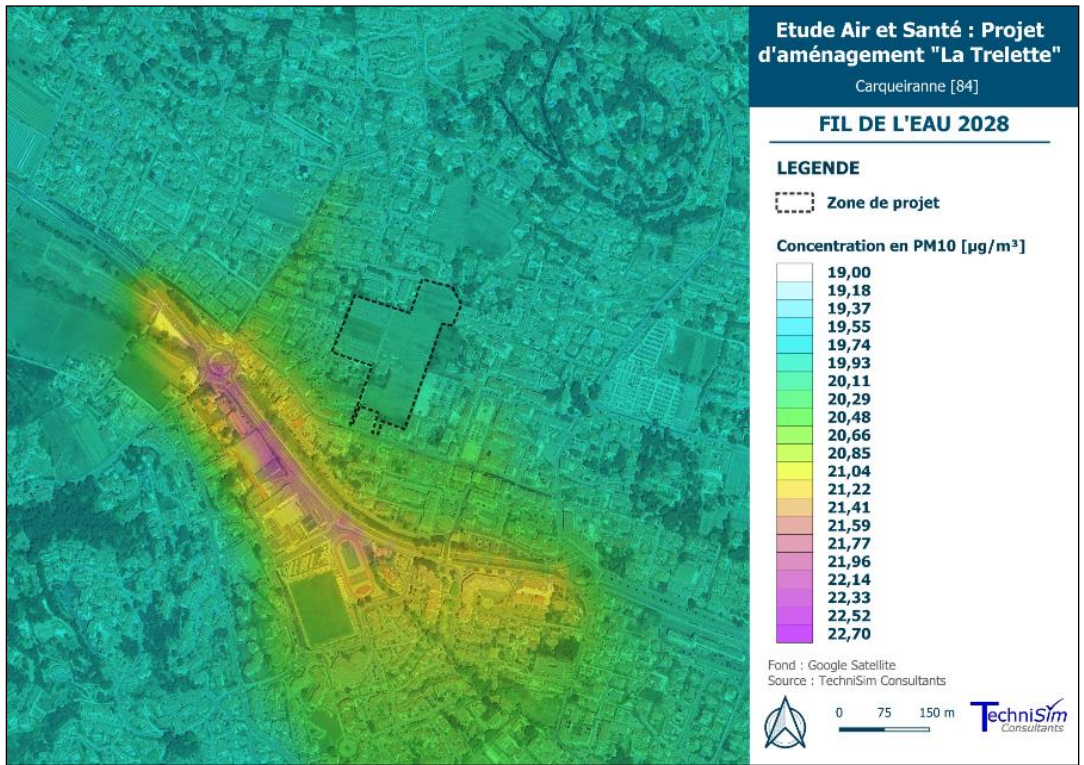


Figure 103 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (routier et fond) – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau

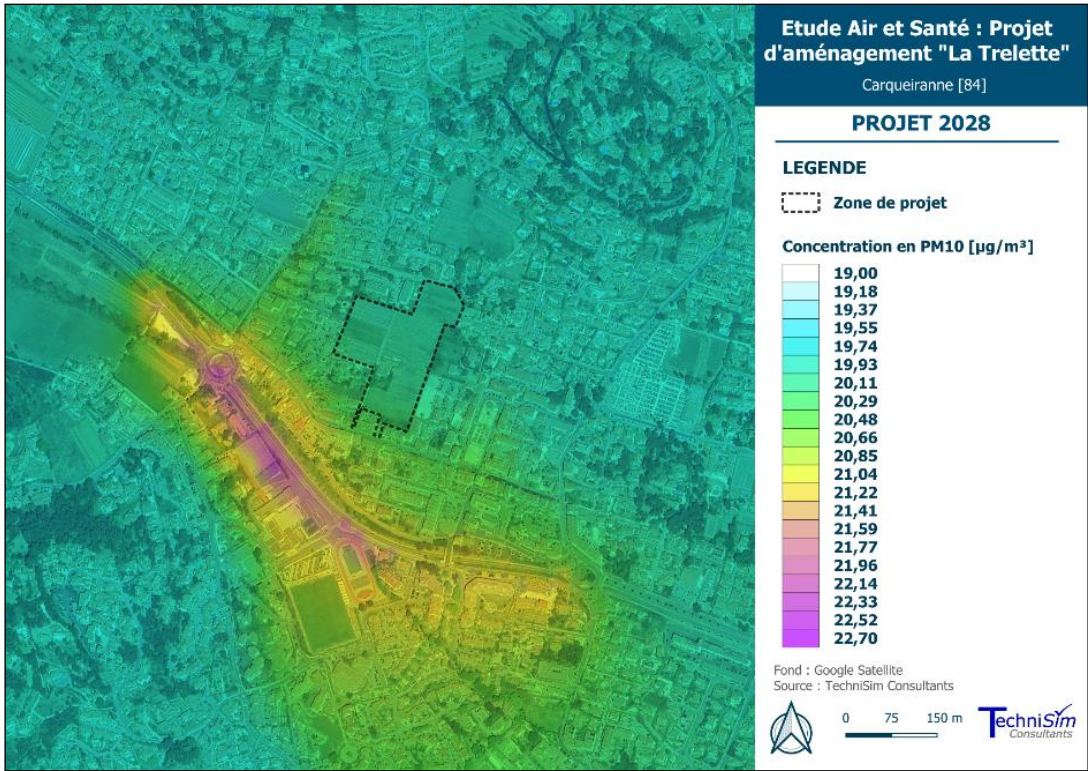


Figure 104 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (routier et fond) – Situation N°3 – 2028 – Projet

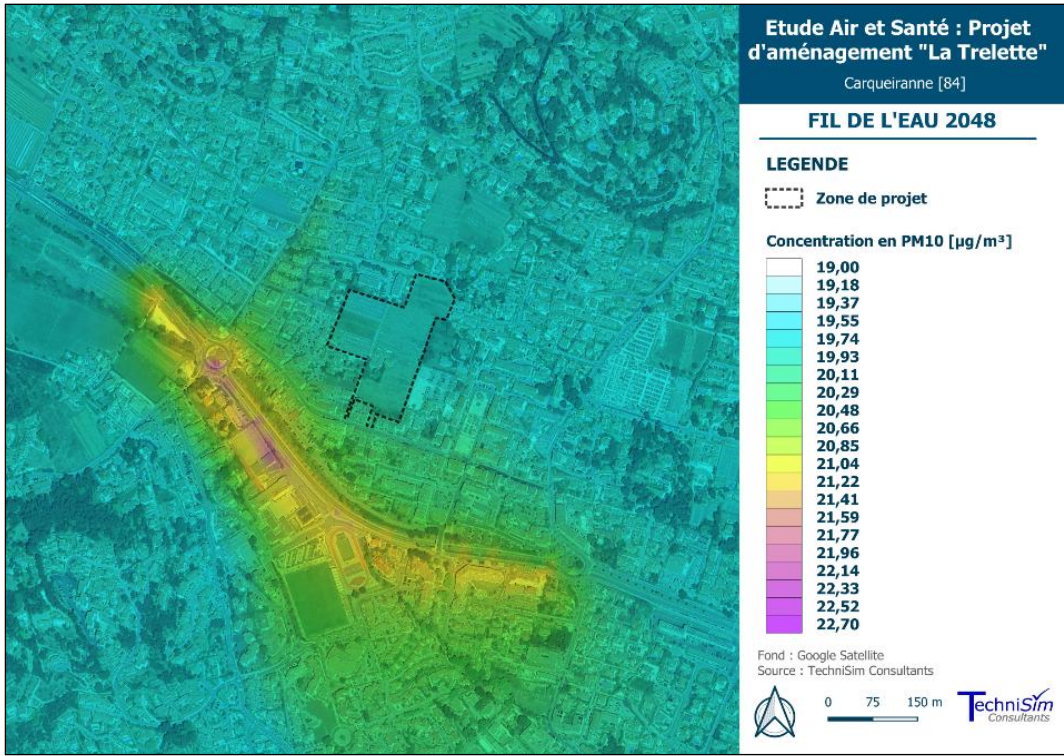


Figure 106 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (routier et fond) – Situation N°4 – 2048 – Fil de l'eau

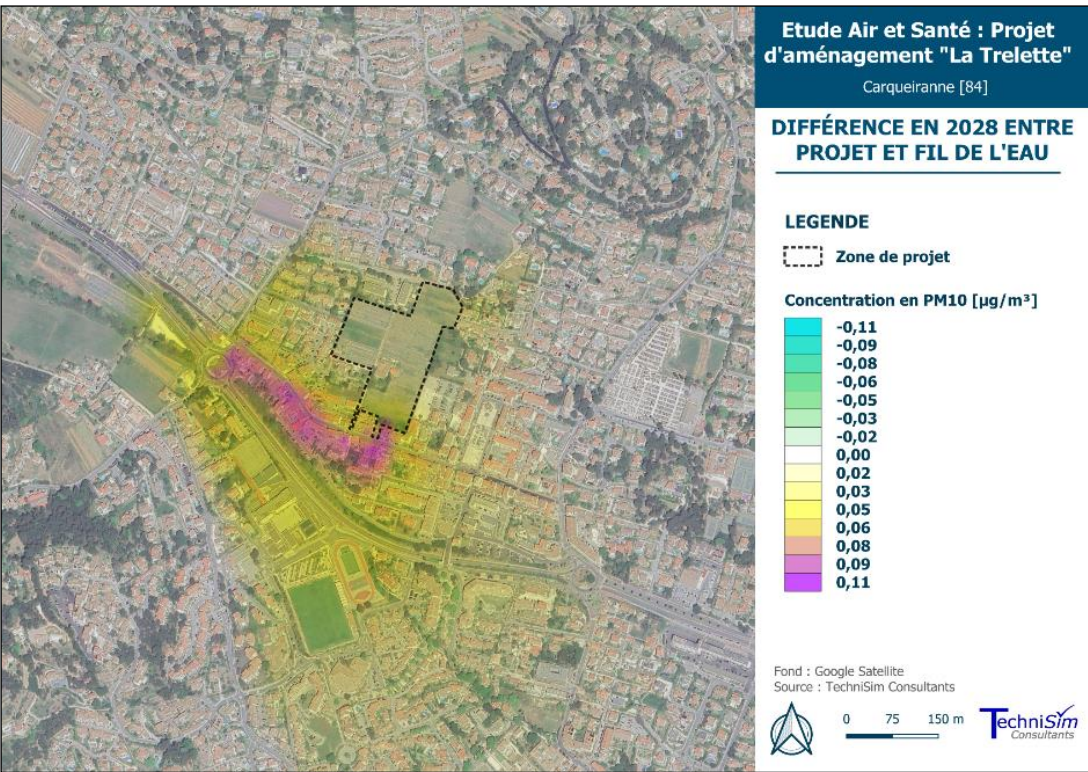


Figure 105 : Différences de concentrations en PM10 entre les situations Projet et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2)

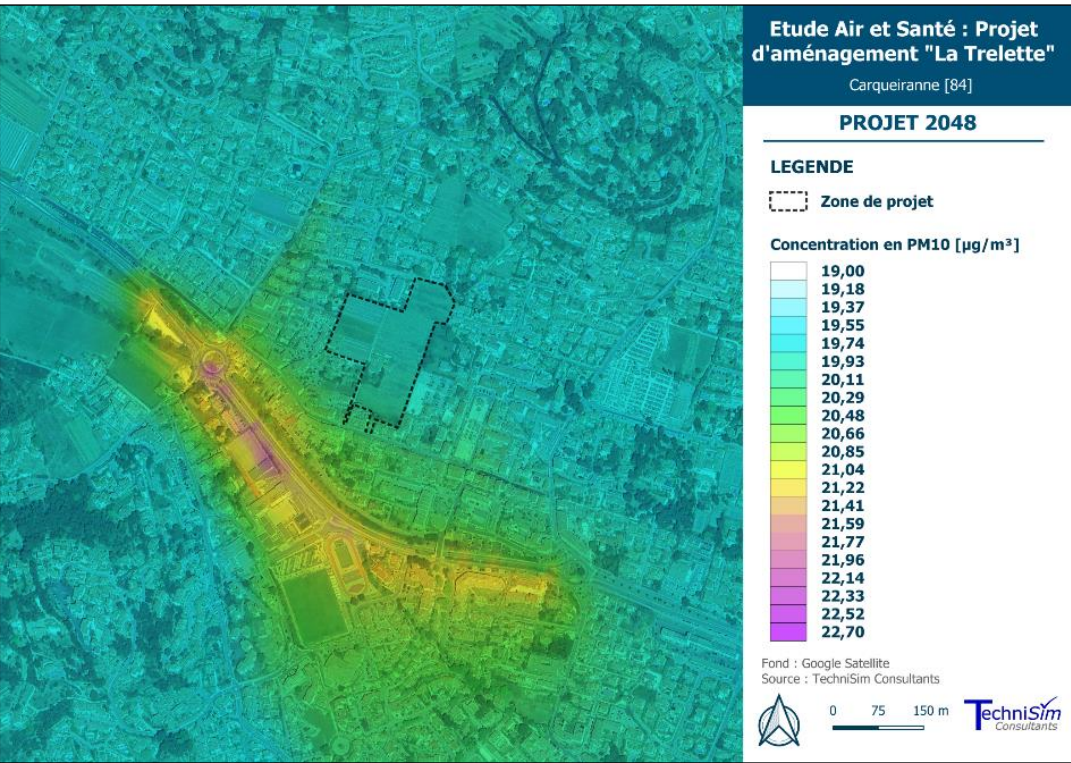


Figure 107 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 (routier et fond) – Situation N°5 – 2048 – Projet

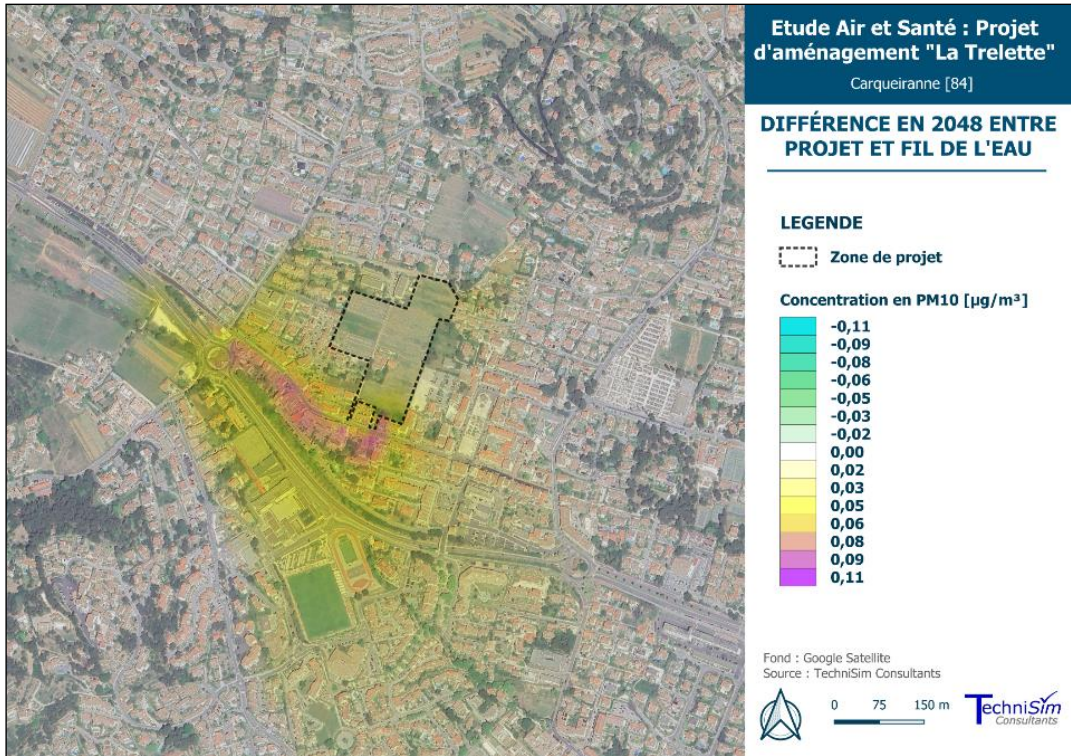


Figure 108 : Différences de concentrations en PM10 entre les situations Projet et Fil de l'eau 2048 (Situation 5-Situation 4)

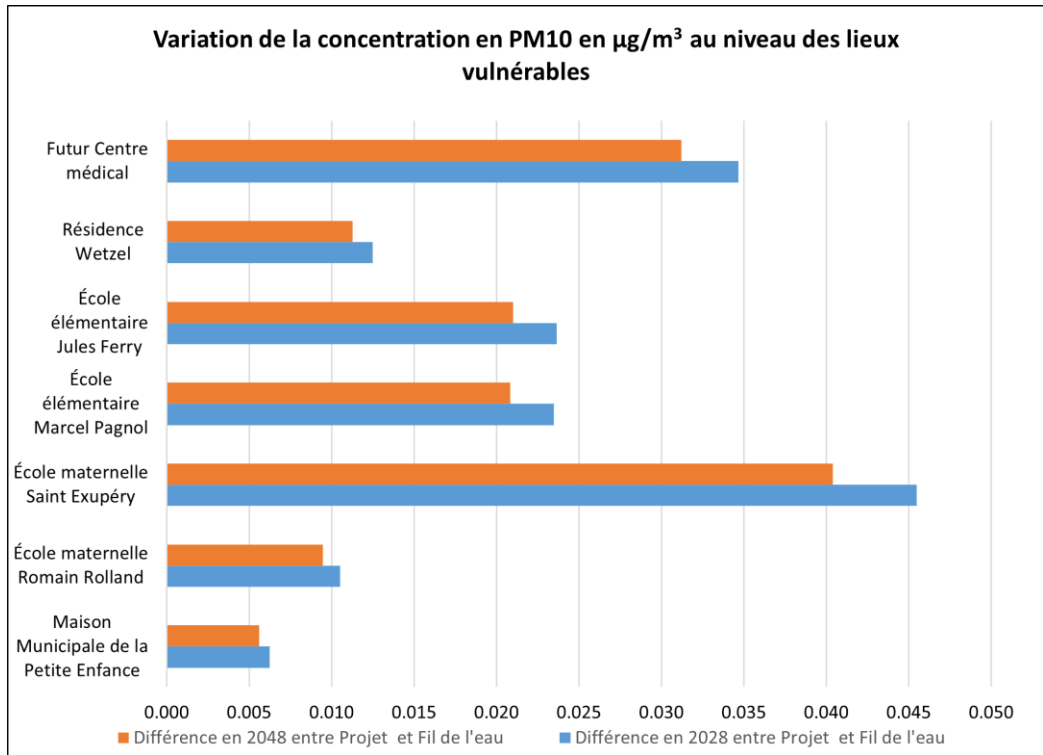


Figure 109 : Variation de la concentration en PM10 entre les situations Projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048 au niveau des lieux vulnérables

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en PM10 calculées en moyennes annuelles et journalières sont inférieures aux seuils réglementaires au niveau des **lieux vulnérables existants**, de **l'emprise projet** et des **zones d'habitation hors projet**, pour toutes les situations (actuelle, Fil de l'eau, projet) et les horizons (2024, 2028, 2048. Les concentrations en PM10 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés, notamment près de la D559

En moyenne annuelle, les concentrations maximales sur la **zone d'étude** aux horizons futurs 2028 et 2048 sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (-2,8 % pour la situation Fil de l'eau 2028, -2,5 % pour la situation Projet 2028, -3,9 % pour la situation Fil de l'eau 2048 et -3,7 % pour la situation Projet 2048).

Par rapport à la situation Fil de l'eau 2028, l'exploitation du projet en 2028 induit :

- Une légère augmentation de la concentration maximale en PM10 calculée sur la **zone d'étude** de +0,30 % (soit +0,065 µg/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- Une légère évolution de la concentration en PM10 calculée au niveau de la **crèche** existante en l'état actuel (+0,03 % soit +0,006 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de la concentration maximale en PM10 calculée au niveau des **écoles maternelles** existantes en l'état actuel (+0,22 % soit +0,045 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en PM10 calculée au niveau des **écoles élémentaires** existantes en l'état actuel (+0,12 % soit +0,024 µg/m³) ;
- Une augmentation quasi nulle de la concentration en PM10 calculée au niveau de la **Résidence autonomie sénior** existants en l'état actuel (+0,06 % soit +0,012 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de +0,31 % (soit +0,066 µg/m³) de la teneur maximale en PM10 calculée sur **l'emprise projet** ;
- Une légère augmentation de +0,28 % (soit +0,060 µg/m³) de la teneur maximale en PM10 calculée sur les **zones d'habitation hors projet**.

Par rapport à la situation Fil de l'eau 2048, l'exploitation du projet en 2048 induit :

- Une légère augmentation de la concentration maximale en PM10 calculée sur la **zone d'étude** de +0,26 % (soit +0,058 µg/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- Une augmentation quasi nulle de la concentration en PM10 calculée au niveau de la **crèche** existante en l'état actuel (+0,03 % soit +0,006 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en PM10 calculée au niveau des **écoles maternelles** existantes en l'état actuel (+0,19 % soit +0,040 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en PM10 calculée au niveau des **écoles élémentaires** existantes en l'état actuel (+0,10 % soit +0,021 µg/m³) ;
- Une évolution quasi nulle de la concentration en PM10 calculée au niveau de la **Résidence autonomie sénior** existante en l'état actuel (+0,06 % soit +0,011 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de +0,27 % (soit +0,058 µg/m³) de la teneur maximale en PM10 calculée sur **l'emprise projet** ;
- Une légère augmentation de +0,25 % (soit +0,054 µg/m³) de la teneur maximale en PM10 calculée sur les **zones d'habitation hors projet**.

Les diminutions de concentrations en particules en situations « Fil de l'eau » 2028, 2048 et « Projet » 2028, 2048, comparativement à la situation « Actuelle » 2024 sont moins marquées que pour le NO₂ (polluant émis uniquement à l'échappement). En effet, les particules étant générées également par l'usure et l'abrasion des véhicules et revêtements routiers en sus de celles émises à l'échappement, le renouvellement du parc (disparition des véhicules anciens le plus polluants) et l'augmentation de la part de motorisations non carbonées, compensent de manière moins importante la hausse des trafics sur le réseau d'étude en termes de polluants issus également par l'abrasion.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en PM10 modélisées en situations « Fil de l'eau » 2028, « Projet » 2028, « Fil de l'eau » 2048 et « Projet » 2048 (cf. tableaux précédents), de la teneur moyenne annuelle de fond urbain relevée au niveau de la station de mesure AtmoSud la plus proche et représentative de la zone d'étude (« Toulon-Claret »: 20,4 µgPM10/m³ en 2023) et de la valeur limite réglementaire annuelle (40 µgPM10/m³), il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des **lieux vulnérables**, de **l'emprise projet** et **des zones d'habitation hors projet**.

Il en va de même pour les concentrations en moyennes journalières.

Particules PM2,5

Le tableau ci-après résume les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 48 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) - Moyenne annuelle	2024	2028	2028	2048	2048
Valeur limite : 25 µg/m³	Actuel	Fil de l'eau	Projet	Fil de l'eau	Projet
Max Zone d'étude	9.4	8.9	9.0	8.8	8.9
Crèche	8.0	7.6	7.7	7.6	7.6
Max Écoles maternelles	8.7	8.3	8.3	8.2	8.3
Max Écoles élémentaires	8.2	7.9	7.9	7.8	7.8
Résidence Personnes âgées	8.0	7.7	7.7	7.7	7.7
Futurs Locaux d'activités	8.1	7.7	7.8	7.7	7.8
Max Zone projet	9.0	8.6	8.6	8.5	8.5
Habitants hors projet	8.9	8.5	8.6	8.4	8.5

Les cartographies suivantes présentent les concentrations annuelles en PM2,5 modélisées aux différents horizons et situations étudiés, ainsi que l'impact du projet à l'horizon 2028 à l'échelle de la zone d'étude et des lieux vulnérables.

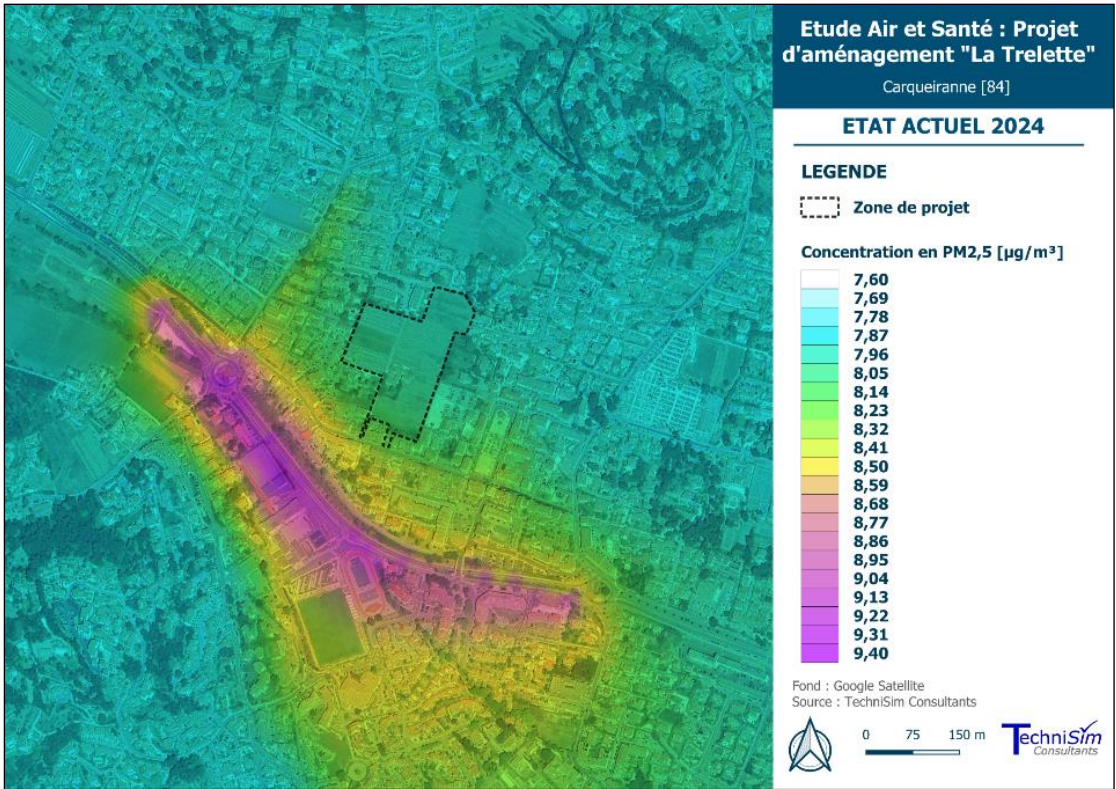


Figure 110 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (routier et fond) – Situation N°1 – Actuel 2024

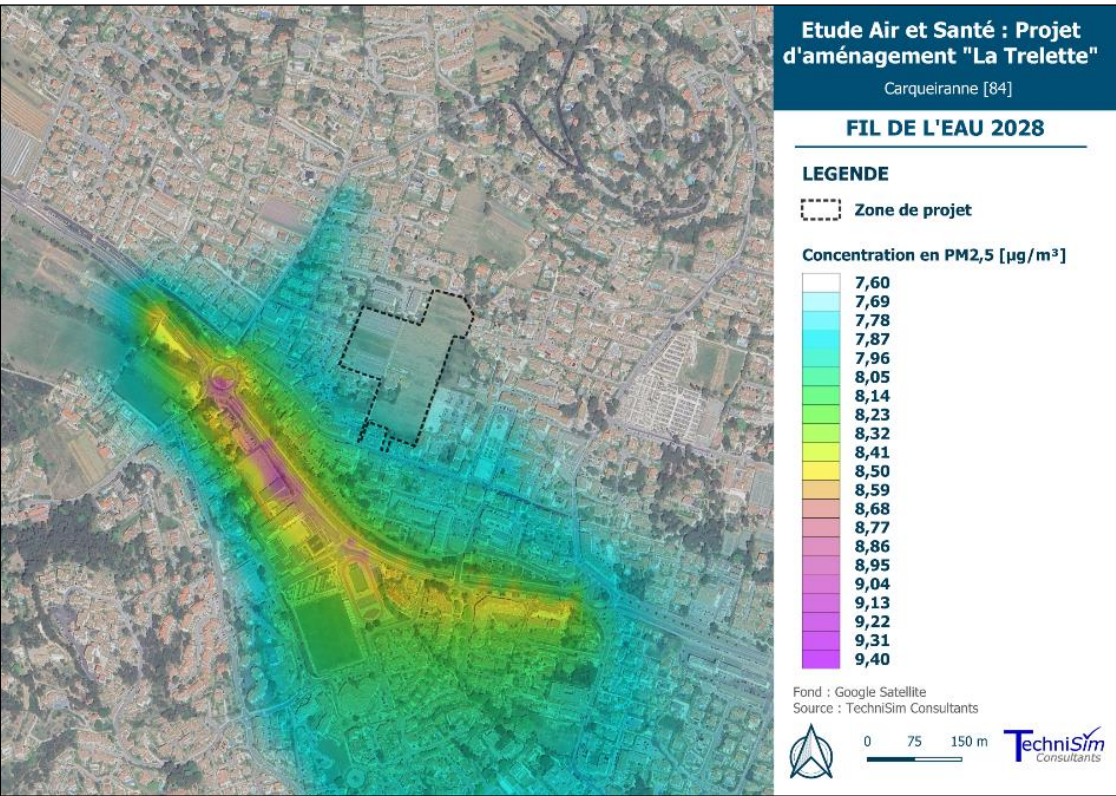


Figure 111 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (routier et fond) – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau

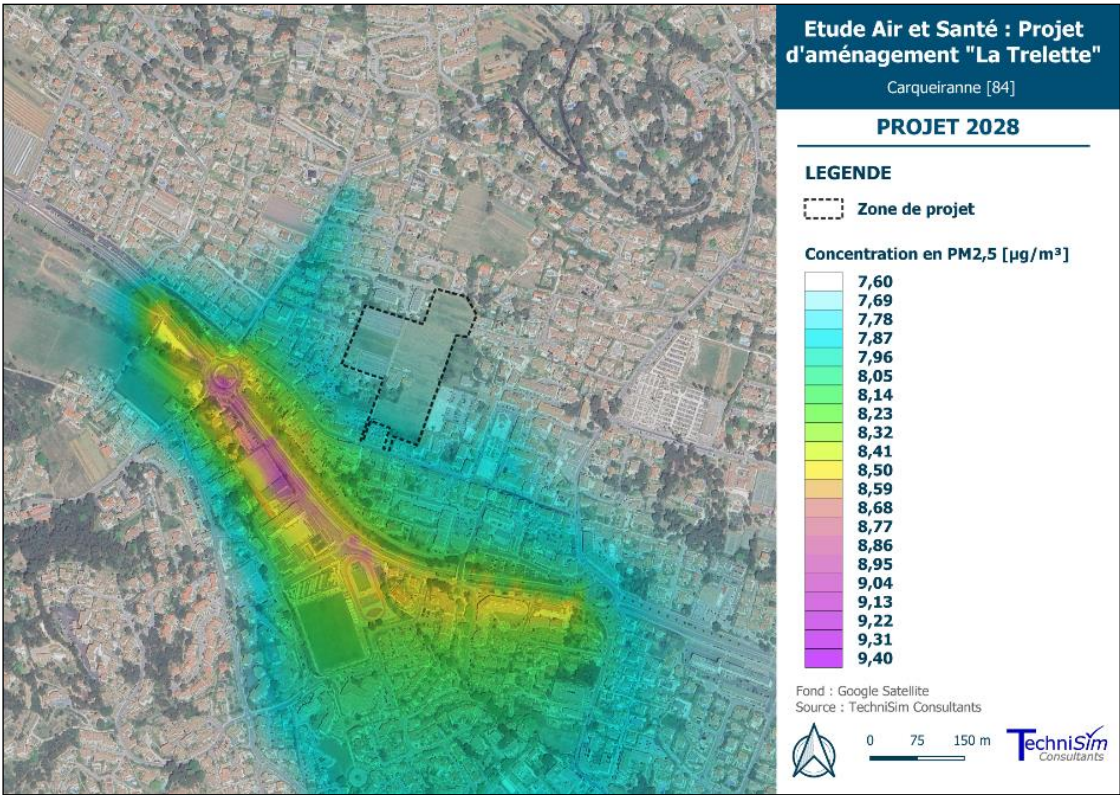


Figure 112 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (routier et fond) – Situation N°3 – 2028 – Projet

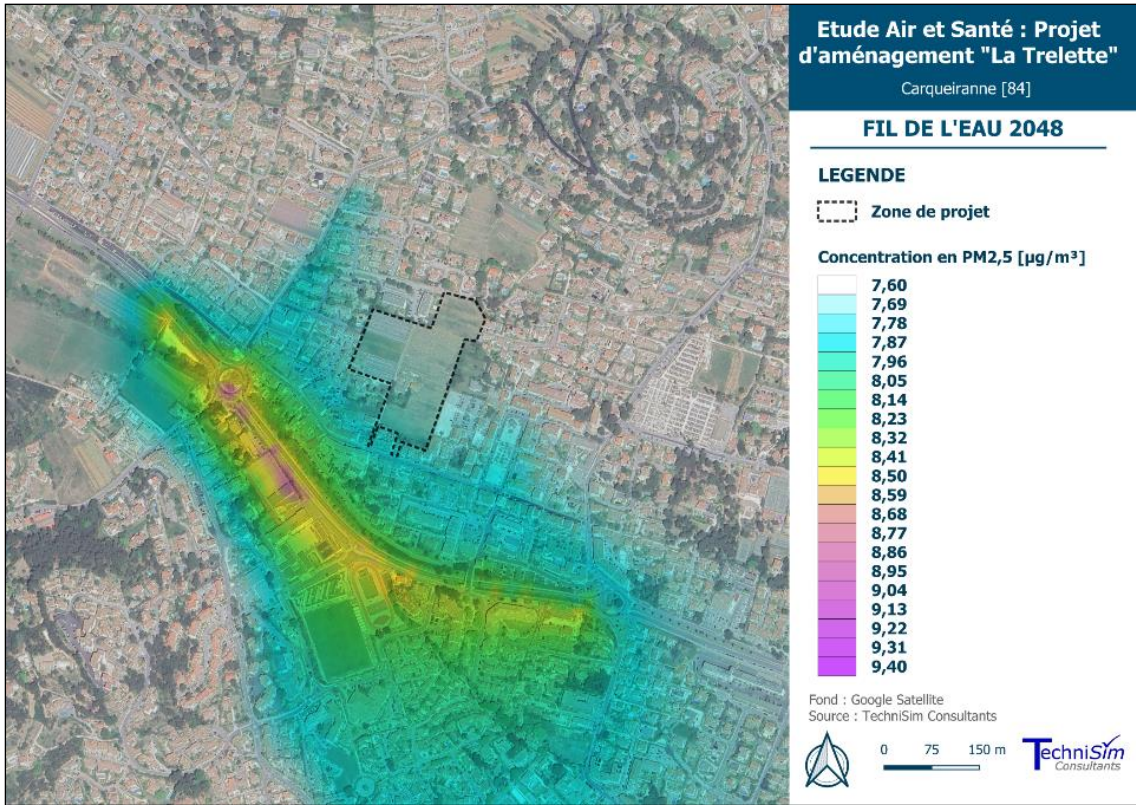


Figure 114 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (routier et fond) – Situation N°4 – 2048 – Fil de l'eau

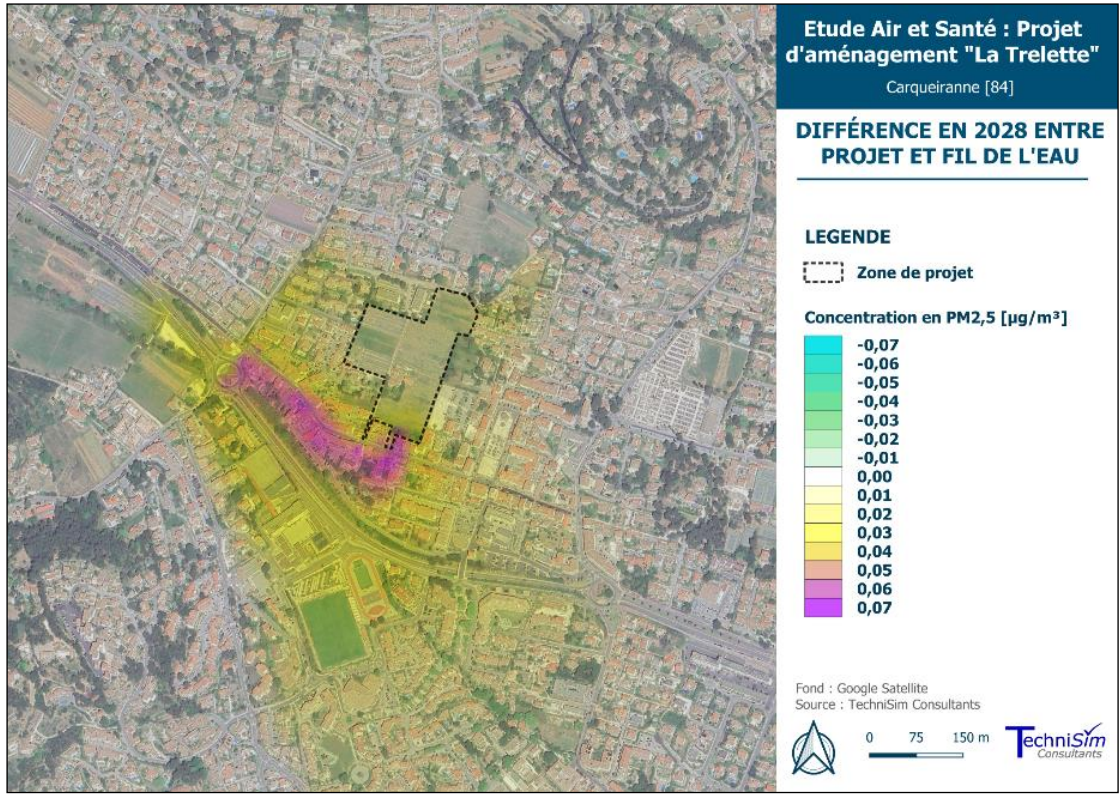


Figure 113 : Différences de concentrations en PM2,5 entre les situations Projet et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2)

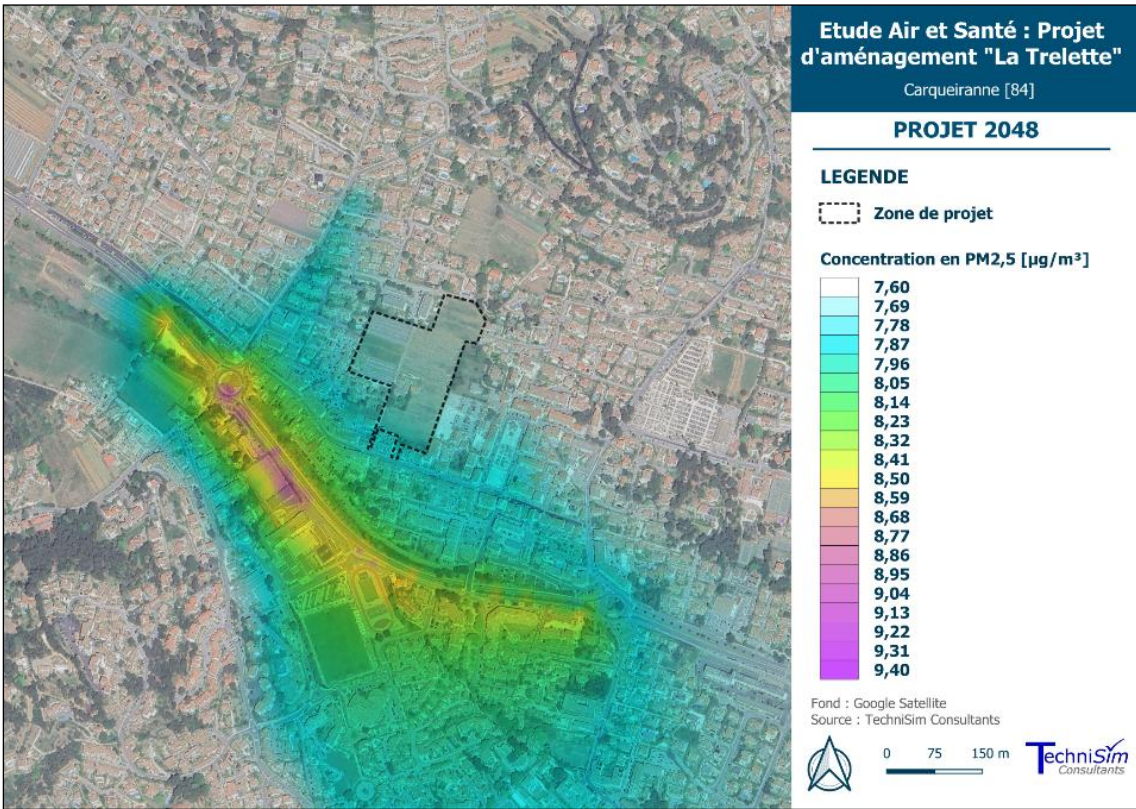


Figure 115 : Concentrations moyennes annuelles en PM2,5 (routier et fond) – Situation N°5 – 2048 – Projet

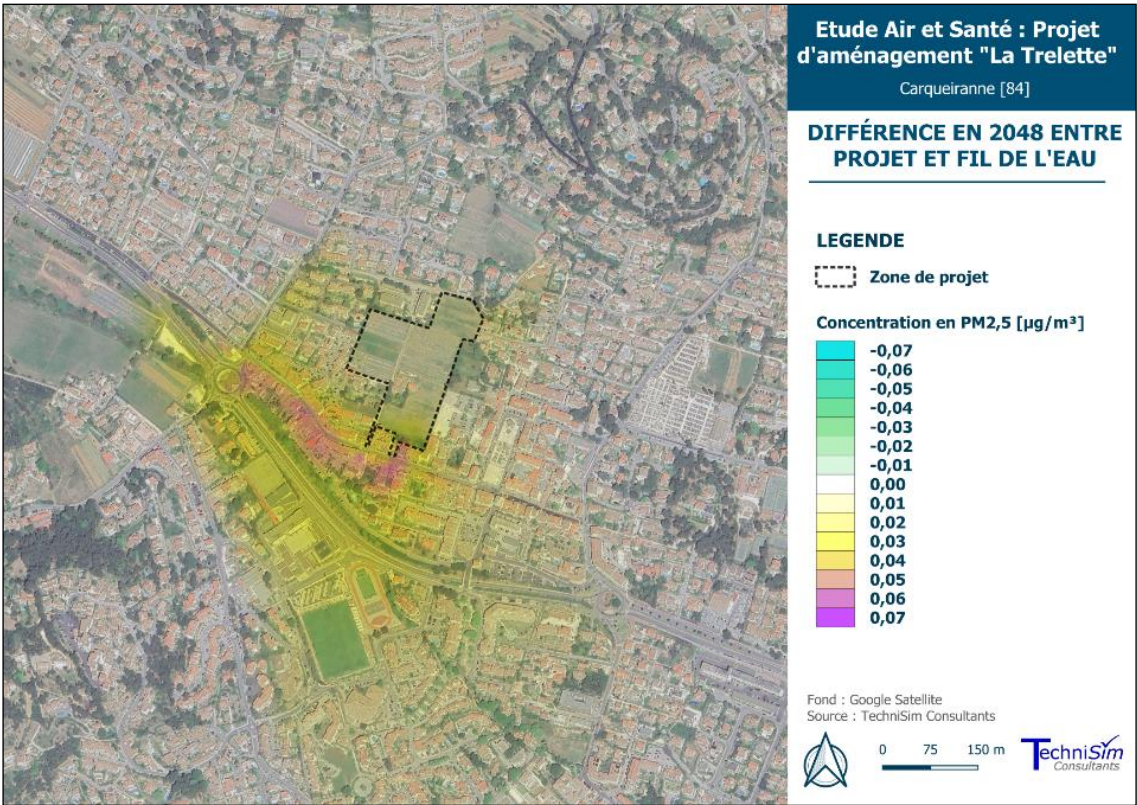


Figure 116 : Différences de concentrations en PM2,5 entre les situations Projet et Fil de l'eau 2048 (Situation 5 -Situation 4)

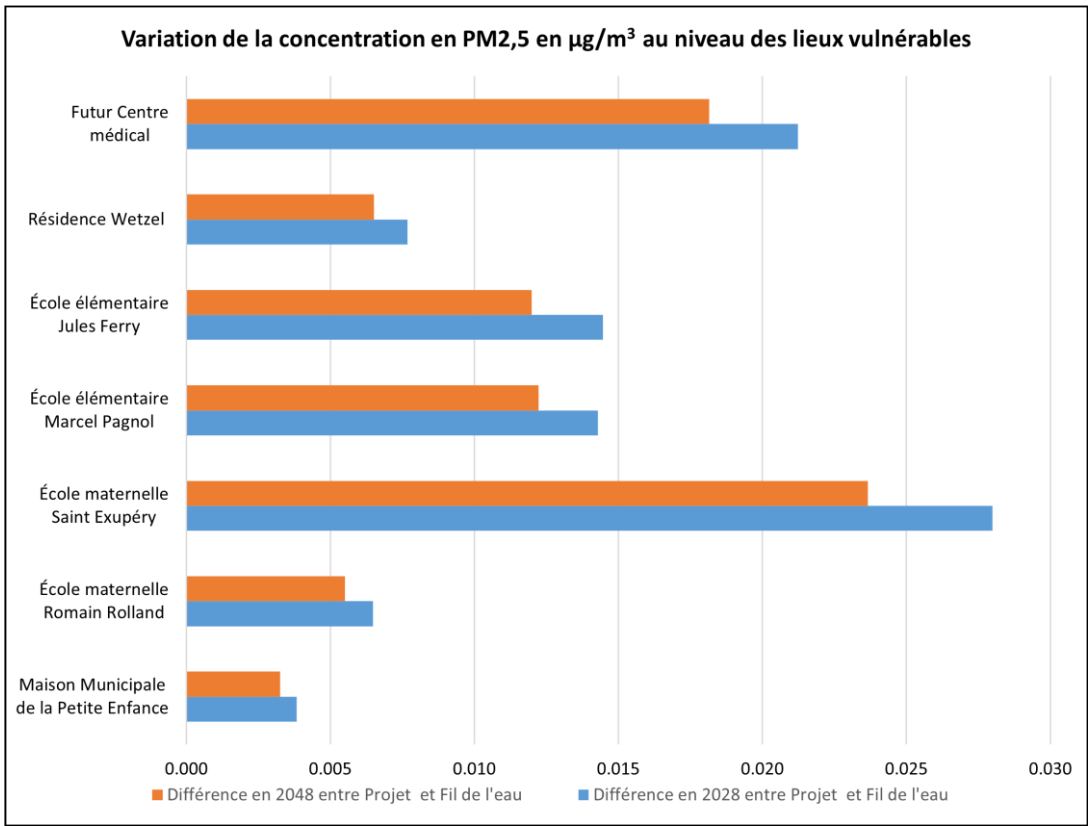


Figure 117 : Variation de la concentration en PM2,5 entre les situations Projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048 au niveau des lieux vulnérables

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d'étude ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en PM2,5 calculées en moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire au niveau des **lieux vulnérables existants**, de **l'emprise projet** et des **zones d'habitation hors projet**, pour toutes les situations actuelle, Fil de l'eau, projet) et les horizons (2024, 2028, 2048). Les concentrations en PM2,5 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés, notamment près de la D559.

En moyenne annuelle, les concentrations maximales sur la **zone d'étude** aux horizons futurs 2028 et 2048 sont inférieures à celle en situation actuelle 2024 (-4,8 % pour la situation Fil de l'eau 2028, -4,3 % pour la situation Projet 2028, -6,1 % pour la situation Fil de l'eau 2048 et -5,8 % pour la situation Projet 2048).

Par rapport à la situation Fil de l'eau 2028, l'exploitation du projet en 2028 induit :

- Une légère augmentation de la concentration maximale en PM2,5 calculée sur la **zone d'étude** de +0,45 % (soit +0,40 µg/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- Une légère évolution de la concentration en PM2,5 calculée au niveau de la **crèche** existante en l'état actuel (+0,05 % soit +0,004 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de la concentration maximale en PM2,5 calculée au niveau des **écoles maternelles** existantes en l'état actuel (+0,34 % soit +0,028 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en PM2,5 calculée au niveau des **écoles élémentaires** existantes en l'état actuel (+0,18 % soit +0,014 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de la concentration en PM2,5 calculée au niveau de la **Résidence autonomie sénior** existants en l'état actuel (+0,10 % soit +0,008 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de +0,46 % (soit +0,040 µg/m³) de la teneur maximale en PM2,5 calculée sur **l'emprise projet** ;
- Une légère augmentation de +0,45 % (soit +0,038 µg/m³) de la teneur maximale en PM2,5 calculée sur les **zones d'habitation hors projet**.

Par rapport à la situation Fil de l'eau 2048, l'exploitation du projet en 2048 induit :

- Une légère augmentation de la concentration maximale en PM2,5 calculée sur la **zone d'étude** de +0,38 % (soit +0,034 µg/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- Une augmentation quasi nulle de la concentration en PM2,5 calculée au niveau de la **crèche** existante en l'état actuel (+0,04 % soit +0,003 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en PM2,5 calculée au niveau des **écoles maternelles** existantes en l'état actuel (+0,29 % soit +0,024 µg/m³) ;
- Une légère évolution de la concentration maximale en PM2,5 calculée au niveau des **écoles élémentaires** existantes en l'état actuel (+0,16 % soit +0,012 µg/m³) ;
- Une évolution quasi nulle de la concentration en PM2,5 calculée au niveau de la **Résidence autonomie sénior** existante en l'état actuel (+0,08 % soit +0,007 µg/m³) ;
- Une légère augmentation de +0,40 % (soit +0,034 µg/m³) de la teneur maximale en PM2,5 calculée sur **l'emprise projet** ;
- Une légère augmentation de +0,38 % (soit +0,032 µg/m³) de la teneur maximale en PM2,5 calculée sur les **zones d'habitation hors projet**.

Les diminutions de concentrations en particules aux situations « Fil de l'eau » 2028, 2048 et « Projet » 2028, 2048, comparativement à la situation « Actuelle » 2024 sont moins marquées que pour le NO₂ (polluant émis uniquement à l'échappement). En effet, les particules étant générées également par l'usure et l'abrasion des véhicules et revêtements routiers en sus de celles émises à l'échappement, le renouvellement du parc (disparition des véhicules anciens les plus polluants) et l'augmentation de la part de motorisations non carbonées, compensent de manière moins importante la hausse des trafics sur le réseau d'étude en termes de polluants issus également par l'abrasion.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en PM2,5 modélisées en situations « Fil de l’eau » et « Projet » en 2028 et 2048 (cf. tableaux précédents), de la teneur moyenne annuelle de fond urbain relevée au niveau de la station de mesure AtmoSud la plus proche et représentative de la zone d’étude (« Toulon-Claret ») (7,9 µgPM2.5/m³ en 2023) et de la valeur limite réglementaire (25 µgPM10/m³), il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des **lieux vulnérables**, de **l’emprise projet** et **des zones d’habitation hors projet**.

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, en considérant uniquement les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d’étude, les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l’air, et cela, pour tous les horizons et les situations simulés.

Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet (situation « Projet » 2028 et « Projet » 2048) comparativement à la situation « Fil de l’eau » 2028 et « Fil de l’eau » 2048 n’est pas de nature à impacter significativement la qualité de l’air en termes réglementaires pour ce qui est de ces composés.

Tableau 49 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l’air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANT	Valeur limite	Objectif de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moy. annuelle : 5 µg/m³	Moy. annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moy. journalière : 125 µg/m³ (3 dép. autorisés)	Moy. annuelle : 50 µg/m³	Moy. horaire : 300 µg/m³	Moy. horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moy. annuelle et moy. hivernale : 20 µg/m³	-
	Moy. horaire : 350 µg/m³ (24 dép. autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moy. annuelle : 0,5 µg/m³	Moy. annuelle : 0,25 µg/m³	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Max. journalier de la moy. sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moy. annuelle : 0,006 µg/m³
Cadmium	-	-	-	-	-	Moy. annuelle : 0,005 µg/m³
Nickel	-	-	-	-	-	Moy. annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo(a)pyrène	-	-	-	-	-	Moy. annuelle : 0,001 µg/m³
Oxydes d’azote	-	-	-	-	Moy. annuelle : 30 µg/m³ (éq. NO₂)	-

17.3.3. Synthèse

La réalisation de l’aménagement « La Trelette » sur le territoire de la commune de Carqueiranne va entraîner une hausse de trafic sur les voies étudiées que ce soit par rapport à la situation actuelle 2024 ou à la situation Fil de l’Eau (2028 comme 2048).

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d’étude ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en NO₂ et en particules PM10 et PM2,5 calculées en moyennes annuelles (et horaires ou journalières) sont inférieures aux seuils réglementaires au niveau des lieux vulnérables existants, de l’emprise projet et des zones d’habitation hors projet, pour toutes les situations (actuelle, fil de l’eau, projet) et les horizons (2024, 2028, 2048).

Les concentrations en polluants les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés, notamment près de la D559.

Par rapport à la situation actuelle 2024, il est observé aux horizons futurs 2028 et 2048 :

- Pollution atmosphérique : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d’étude (en moyenne sur les polluants réglementés : -7,4 % pour la situation « Fil de l’eau » 2028, -5,5 % pour la situation « Projet » 2028, -4,8 % pour la situation « Fil de l’eau » 2048 et -2,8 % pour la situation « Projet » 2048).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : une baisse des concentrations en polluants émis à l’échappement (traceur NO₂) et par l’abrasion (traceur PM10) pour toutes les situations.

Par rapport à la situation futur Fil de l’eau 2028, la mise en œuvre du projet induit :

- Pollution atmosphérique : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d’étude (+2,1 %). Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentations inférieures à 0,25 µg/m³ pour le NO₂, PM10 et PM2,5).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : il est constaté une légère hausse négligeable des concentrations en polluants.

Par rapport à la situation futur Fil de l’eau 2048, la mise en œuvre du projet induit :

- Pollution atmosphérique : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d’étude (1,9 %). Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentations inférieures à 0,11 µg/m³ pour le NO₂, PM10 et PM2,5).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : il est constaté une légère hausse négligeable des concentrations en polluants.

Pour conclure, l’exploitation du projet d’aménagement « La Trelette » à Carqueiranne [83] et les hausses de trafic associées sur la zone d’étude ne sont pas de nature à influencer significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires aux horizons 2028 et 2048, que ce soit au niveau des habitations hors projet, des lieux vulnérables existants et de l’emprise projet, comparativement à la situation « Fil de l’eau » correspondante.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTE - ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :

« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation.

Il s'agit d'un outil de gestion et d'aide à la décision. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé. L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p.;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone » - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- L'avis de l'Anses de juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ;
- La Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La planche suivante schématise conceptuellement l'EQRS réalisée dans ce document.

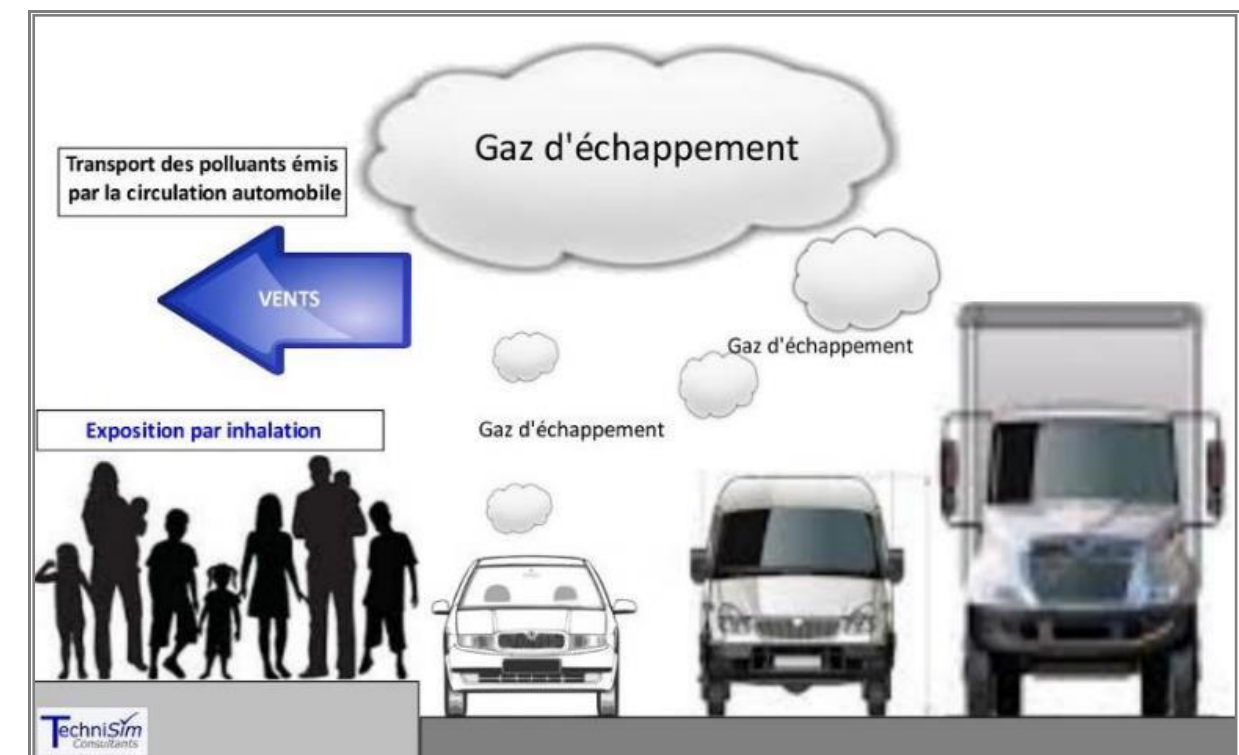


Figure 118 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS

18.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL RETENUES

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic considéré sur l'ensemble des voies considérées. Pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2.5 les données tiennent compte des concentrations de fond.
- La voie d'exposition privilégiée est la voie inhalation.
- Les particules à l'échappement sont assimilées à des particules diesel (hypothèse majorante).
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors qu'en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

18.2. CONTENU ET DÉMARCHE DE L'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée des quatre étapes listées ci-dessous :

- L'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- La définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- L'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- La caractérisation des risques sanitaires *via* le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque : Il convient de bien distinguer le « danger » du « risque ». Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.

On distingue les effets selon plusieurs critères.

La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au regard des effets, on distingue ceux-ci selon qu'ils sont « à seuils » ou « sans seuils » :

- Les effets toxiques « **à seuils** » correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxicologique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.

- Les effets toxiques « **sans seuils** » correspondent pour l'essentiel à des effets cancérogènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse. La VTR est alors un Excès de Risque Unitaire (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.

Ici, les polluants considérés proviennent du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.

Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.

Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets « avec seuils » ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets « sans seuils ».

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite « NOEL » pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.

La VTR est ensuite calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.

La VTR prend alors la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m³).

En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse. Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

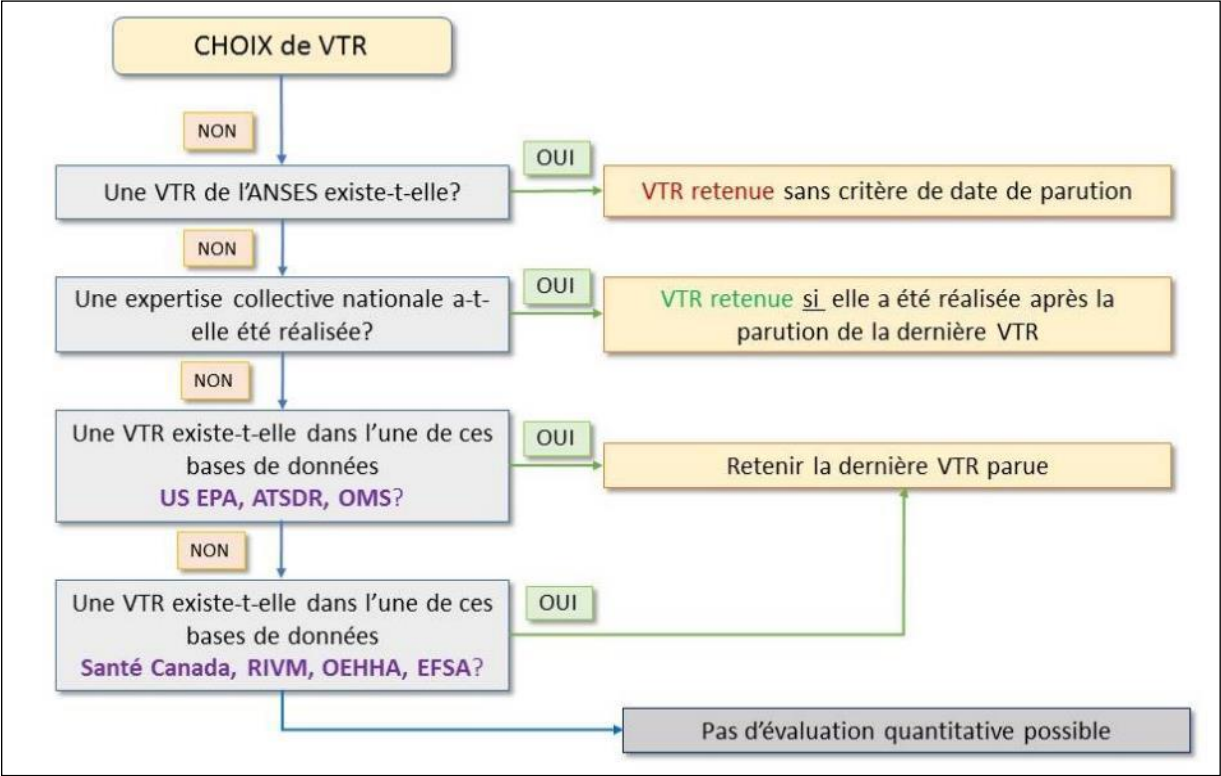


Figure 119 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux suivants.

Tableau 50 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation										
SUBSTANCES	N°CAS	Voie d’exposition	Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d’incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP										
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	VGAI	160	[µg/m³]	75	ANSES	2014	VTR retenue par l’ANSES
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire supérieur	VTR	0,15	[µg/m³]	25	ANSES	2022	VTR retenue par l’ANSES
Benzène	71-43-2	Inhalation	Diminution du nombre des lymphocytes	VTR	10	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2008	VTR de l’ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité	VTR	2	[µg/m³]	300	ANSES	2021	VTR retenue par l’ANSES
Ethylbenzène	100-41-4	Inhalation	Effet ototoxique (Perte de cellules ciliées externes dans l’organe de Corti)	VTR	1500	[µg/m³]	75	ANSES	2016	VTR de l’ANSES
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Irritations oculaires	VTR	123	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2018	VTR de l’ANSES
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	Atrophie de l'épithélium olfactif	RfC	8	[µg/m³]	1000	US EPA	2008	Seule VTR disponible
Toluène	108-88-3	Inhalation	Effets neurologiques (troubles de la vision des couleurs)	VTR	19000	[µg/m³]	5	ANSES	2017	VTR de l’ANSES
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Effets neurologiques altération de la coordination motrice	VTR	100	[µg/m³]	300	US EPA	2003	VTR retenue par l’ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Augmentation de la mortalité embryonnaire fœtale	RfC	0,002	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l’INERIS
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	VTR	37	[µg/m³]	250	ANSES	2013	VTR de l’ANSES
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Effets neurologiques et troubles du comportement	REL	0,015	[µg/m³]	Extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l’INERIS
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale Effets rénaux	VTR	0,450	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2012	VTR de l’ANSES
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Particulaires - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	TCA	0,030	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l’INERIS
Mercure	7439-97-6	Inhalation	Effets neurologiques Troubles de la mémoire et de la motricité	REL	0,030	[µg/m³]	300	OEHHA	2008	VTR retenue par l’INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	VTR	0,230	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l’ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Effets systémiques observés au niveau du système nerveux central et périphérique. Anémie microcytaire hypochrome, atteintes rénales, augmentation de la pression artérielle, effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants	VTR	0,900	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2013	VTR de l’ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Diminution de la fonction pulmonaire et augmentation des symptômes respiratoires	VTR	500	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2018	VTR de l’ANSES
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	REL	4,0E-05	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	REL	4,0E-05	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	VTR retenue par l’INERIS
Particules diesel	-	Inhalation	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	VTR	5	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible – à comparer avec les recommandations de l’OMS : 15 µg/m³ en moyenne annuelle							
Particules PM2.5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l’OMS : 5 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde d’azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l’OMS : 10 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible							
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible							

Tableau 51 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP									
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	ERUi	2,20E-06	[µg/m³]⁻¹	US EPA	1991	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigües	VTR	2,60E-05	[µg/m³]⁻¹	ANSES	2014	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies lymphoïdes	VTR	2,43E-07	[µg/m³]⁻¹	ANSES	2022	VTR de l'ANSES
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles	ERUi	2,50E-06	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2007	Seule VTR disponible
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Carcinomes au niveau des cavités nasales CT0,05=9,5 mg/m³ soit 5,26E-06 (µg/m³)⁻¹	CT0,05	5,26E-06	[µg/m³]⁻¹	Santé Canada	2000	VTR retenue par l'INERIS
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Toluène	108-88-3	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	ERUi	1,10E-03	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2008	VTR retenue par l'ANSES
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Adénomes de l'épithélium nasal respiratoire Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	VTR	5,60E-06	[µg/m³]⁻¹	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,50E-04	[µg/m³]⁻¹	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Cancers du poumon	ERUi	9,80E-03	[µg/m³]⁻¹	Santé Canada	2010	Dernière VTR parue
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	ERUi	4,00E-02	[µg/m³]⁻¹	OMS	2013	VTR retenue par l'ANSES
Mercur	7439-97-6	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,70E-04	[µg/m³]⁻¹	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Tumeurs rénales	ERUi	1,20E-05	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2011	VTR retenue par l'INERIS
AUTRES POLLUANTS									
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Aucune VTR disponible						
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	ERUi	38	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	1986	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	ERUi	11	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2011	Seule VTR disponible
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	3,40E-05	[µg/m³]⁻¹	OMS	1996	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Particules PM2,5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L’exposition d’une population à une substance toxique dépend des deux facteurs ci-après :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d’exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s’agit d’établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles. On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l’organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané). Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux. Le devenir d’une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.

À partir d’un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S’accumuler.

L’évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d’abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d’exposition à l’aide de mesures réalisées sur site ou à l’aide de la modélisation. Ensuite, il s’agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d’exposition identifiées, des scénarios d’exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Voie d’exposition - Inhalation

- Effets à seuils
 - **Enfant en bas-âge** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d’étude et de l’emprise projet et fréquentant les crèches existantes de la zone d’étude ;
 - **Écolier** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d’étude et de l’emprise projet et fréquentant les écoles (maternelle et élémentaire) de la zone d’étude ;
 - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d’étude en dehors ou au sein de l’emprise projet ;
 - **Personne âgée** : ce scénario considère les personnes résidant au sein de la résidence autonomie sénior de la zone d’étude.

- Effets sans seuils
 - **Enfant** : ce scénario considère les individus jusqu’à 11 ans vivant au sein de la zone d’étude et de l’emprise projet et fréquentant les crèches (de 0 à 3 ans) et les établissements scolaires (3 à 11 ans) de la zone d’étude et du projet ;
 - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d’étude en dehors ou au sein de l’emprise projet.

L’étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné. Pour l’inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée. Comme on considère des expositions de longue durée, on s’intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement. Celle-ci se calcule à l’aide de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti) \right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m³]
ti	Fraction du temps d’exposition à la concentration Ci pendant une journée	[-]
F	Fréquence ou taux d’exposition => nombre annuel d’heures ou de jours d’exposition ramené au nombre total annuel d’heures ou de jours	[-]
T	Nombre d’années d’exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l’exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l’exposition moyenne est calculée sur la durée effective d’exposition, soit T = Tm.
Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

Le scénario d’exposition ainsi que les paramètres associés sont fournis dans les tableaux suivants.

Tableau 52 : Scénario d’exposition « Enfant en bas âge » et paramètres considérés

Scénario d’exposition	Lieu fréquenté	Durée d’exposition retenue En moyenne annuelle (en considérant les week-end et vacances scolaires)	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT EN BAS ÂGE Durée d’exposition : 3 ans / Crèche	Crèche	2 350 h/an (10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an)	-Concentrations calculées au niveau de l’établissement présent sur la zone d’étude
	Domicile	6 410 h/an	-Centile 95 des concentrations calculées sur l’ensemble de la grille de calcul -Concentrations maximales calculées sur l’emprise projet

Tableau 53 : Scénario d’exposition « Écolier » et paramètres considérés

Scénario d’exposition	Lieu fréquenté	Durée d’exposition retenue en moyenne annuelle (en considérant les week-end et vacances scolaires)	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER <u>Durée d’exposition :</u> 3 ans / Maternelle 5 ans / Élémentaire	École	2 068 h/an (10 h/j – 4 j/semaine et 4 h/j – 1 j/semaine – 47 semaines/an)	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d’étude
	Domicile	6 692 h/an	-Centile 95 des concentrations calculées sur l’ensemble de la grille de calcul -Concentrations maximales calculées sur l’emprise projet

Tableau 54 : Scénario d’exposition « Enfant » et paramètres considérés

Scénario d’exposition	Lieu fréquenté	Durée d’exposition retenue (en considérant les week-end et vacances scolaires)	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT <u>Durée d’exposition :</u> 11 ans	Crèche	2 350 h/an (10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an)	3 ans	-Concentrations calculées au niveau des établissements présents sur la zone d’étude
	École	2 068 h/an (10 h/j – 4 j/semaine et 4 h/j – 1 j/semaine – 47 semaines/an)	8 ans	-Concentrations calculées au niveau des établissements présents sur la zone d’étude
	Domicile	6 410 h/an	3 ans	-Centile 95 des concentrations calculées sur l’ensemble de la grille de calcul
		6 692 h/an	8 ans	-Concentrations maximales calculées sur l’emprise projet

Tableau 55 : Scénario d’exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d’exposition	Lieu fréquenté	Durée d’exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT <u>Durée d’exposition :</u> 15 ans*	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	-Centile 95 des concentrations calculées sur l’ensemble de la grille de calcul -Concentrations maximales calculées sur l’emprise projet

*Correspond à l’ancienneté moyenne d’emménagement des résidents de Carqueiranne (15,0 ans) en 2021 (Insee)

Tableau 56 : Scénario d’exposition « Personnes âgées » et paramètres considérés

Scénario d’exposition	Lieu fréquenté	Durée d’exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
PERSONNE ÂGÉE	Résidence autonomie sénior	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	Concentrations calculées au niveau de l’établissement présent sur la zone d’étude

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s’effectue à l’aide du calcul des indices de risques. Ces indices diffèrent selon que l’on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ». Pour l’inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Pour les effets toxiques « à seuils », l’expression déterministe de la survenue d’un effet toxique dépend du dépassement d’une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR]. On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR :

QD = CMI/CAA

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]
CAA Concentration Admissible dans l’Air / concentration de référence [µg/m³]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés. Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l’effet toxique peut se déclarer sans qu’il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] de cancer sur la vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

ERI = ERUi × CMI

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]
ERUi Excès de Risque Unitaire par inhalation [µg/m³]⁻¹

L’interprétation des résultats s’effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10⁻⁶ (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10⁻⁴ comme le seuil de l’inacceptable en population générale.

En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10⁻⁵. Ce seuil de 10⁻⁵ est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l’air par l'OMS.

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l’application de facteur d’incertitude dans leur construction, **le dépassement d’une VTR ne signifie aucunement le risque d’apparition d’un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d’incertitude.**

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d’intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un $ERI > 10^{-4}$ et/ou un $QD > 10$;
- Un domaine de vigilance active pour un $10^{-5} < ERI < 10^{-4}$ et/ou un $1 < QD < 10$;
- Un domaine de conformité pour un $ERI < 10^{-5}$ et/ou un $QD < 1$.

Les effets conjugués sont pris en considération dans l’EQRS. En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance. Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuils : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d’action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuils : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l’organe cible.

18.3. ÉVALUATION DE L’INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS À SEUIL - QUOTIENTS DE DANGER

18.3.1. Substances avec VTR

Les quotients de dangers, pour chaque scénario d’exposition, et pour chaque polluant sont disponibles dans les tableaux suivants et les quotients de danger calculés par organes-cibles sont représentés en figures suivantes.

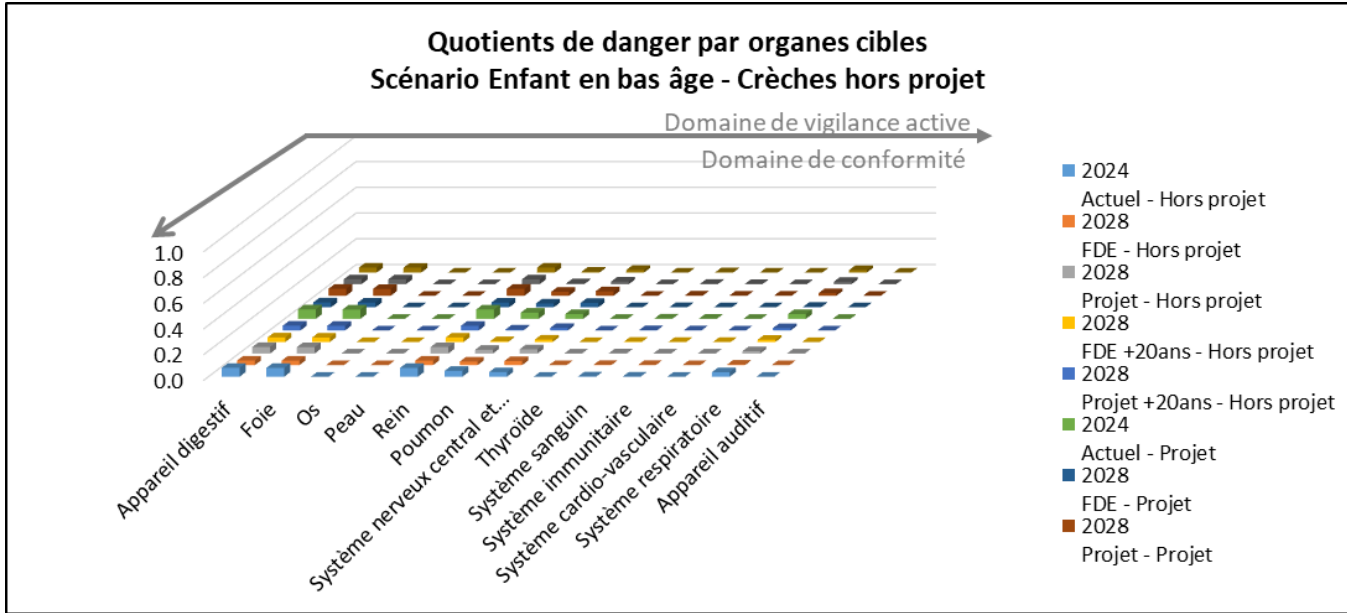
Scénario « Enfant en bas âge »

Tableau 57 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - Crèche hors projet et Résident hors projet

SCÉNARIO ENFANT EN BAS ÂGE (Crèche hors projet – Résident hors emprise projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	6,27E-05	2,42E-06	3,44E-05	3,64E-05	3,77E-05
Acroléine	3,31E-02	2,58E-03	1,69E-02	1,48E-02	1,53E-02
Arsenic	2,09E-05	2,20E-05	2,27E-05	2,72E-05	2,82E-05
Benzène	9,15E-04	4,54E-04	4,74E-04	2,91E-04	3,03E-04
1,3-butadiène	1,71E-03	1,18E-03	1,23E-03	2,06E-03	2,13E-03
Cadmium	6,27E-07	6,64E-07	6,89E-07	8,67E-07	8,96E-07
Chrome	4,88E-04	4,86E-04	5,04E-04	4,53E-04	4,69E-04
Dioxines	4,33E-08	2,84E-08	2,95E-08	1,41E-08	3,75E-09
Éthylbenzène	1,85E-06	1,03E-06	1,07E-06	9,69E-07	9,69E-07
Formaldéhyde	1,52E-04	7,88E-05	8,21E-05	8,57E-05	8,87E-05
Furanes	6,44E-08	4,22E-08	4,38E-08	2,12E-08	2,19E-08
Mercure	4,04E-04	4,14E-04	4,29E-04	4,59E-04	4,74E-04
Naphtalène	8,32E-04	7,69E-04	7,99E-04	5,09E-04	5,27E-04
Ammoniac NH ₃	5,33E-04	4,63E-04	4,80E-04	5,27E-04	5,43E-04
Nickel	7,37E-06	8,00E-06	8,30E-06	1,17E-05	1,22E-05
Plomb	1,81E-06	1,90E-06	1,97E-06	2,40E-06	2,48E-06
Toluène	7,65E-07	4,21E-07	4,38E-07	3,92E-07	4,06E-07
Xylènes	1,12E-04	6,42E-05	6,68E-05	6,88E-05	7,11E-05
Particules diesel	4,53E-02	2,76E-02	2,86E-02	6,30E-03	6,52E-03
Propionaldéhyde	3,32E-04	1,77E-04	1,84E-04	2,01E-04	2,08E-04
16 HAP eq. BaP	3,37E-02	3,08E-02	3,19E-02	1,77E-02	1,83E-02

Tableau 58 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Enfant en bas âge » - Crèches hors projet et Résident sur l’emprise projet

SCÉNARIO ENFANT EN BAS ÂGE (Crèche hors projet – Résident sur l’emprise projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	6,72E-05	2,55E-06	3,69E-05	3,90E-05	4,04E-05
Acroléine	3,55E-02	2,72E-03	1,81E-02	1,59E-02	1,64E-02
Arsenic	2,21E-05	2,32E-05	2,41E-05	2,90E-05	3,01E-05
Benzène	9,77E-04	4,86E-04	5,06E-04	3,13E-04	3,24E-04
1,3-butadiène	1,83E-03	1,26E-03	1,31E-03	2,21E-03	2,29E-03
Cadmium	6,65E-07	7,01E-07	7,31E-07	9,22E-07	9,56E-07
Chrome	5,16E-04	5,15E-04	5,36E-04	4,81E-04	5,00E-04
Dioxines	4,55E-08	2,99E-08	3,11E-08	1,49E-08	4,01E-09
Éthylbenzène	1,97E-06	1,10E-06	1,14E-06	1,03E-06	1,03E-06
Formaldéhyde	1,63E-04	8,46E-05	8,82E-05	9,16E-05	9,51E-05
Furanes	6,77E-08	4,45E-08	4,62E-08	2,24E-08	2,32E-08
Mercure	4,27E-04	4,39E-04	4,55E-04	4,89E-04	5,05E-04
Naphtalène	8,77E-04	8,12E-04	8,42E-04	5,37E-04	5,56E-04
Ammoniac NH ₃	5,62E-04	4,87E-04	5,05E-04	5,57E-04	5,76E-04
Nickel	7,80E-06	8,48E-06	8,79E-06	1,25E-05	1,29E-05
Plomb	1,91E-06	2,01E-06	2,10E-06	2,56E-06	2,65E-06
Toluène	8,19E-07	4,49E-07	4,68E-07	4,18E-07	4,34E-07
Xylènes	1,20E-04	6,85E-05	7,13E-05	7,34E-05	7,62E-05
Particules diesel	4,81E-02	2,93E-02	3,04E-02	6,73E-03	6,98E-03
Propionaldéhyde	3,56E-04	1,89E-04	1,97E-04	2,14E-04	2,22E-04
16 HAP eq. BaP	3,55E-02	3,24E-02	3,36E-02	1,87E-02	1,94E-02



Scénario « Écolier »

Tableau 59 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École maternelle et résident hors projet

SCÉNARIO ÉCOLIER (École maternelle hors projet – Résident hors projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	8,08E-05	2,69E-06	3,83E-05	4,06E-05	4,20E-05
Acroléine	4,27E-02	2,87E-03	1,88E-02	1,65E-02	1,71E-02
Arsenic	2,70E-05	2,45E-05	2,53E-05	3,04E-05	3,14E-05
Benzène	1,18E-03	5,06E-04	5,28E-04	3,25E-04	3,38E-04
1,3-butadiène	2,21E-03	1,31E-03	1,37E-03	2,30E-03	2,38E-03
Cadmium	8,08E-07	7,40E-07	7,68E-07	9,67E-07	9,99E-07
Chrome	6,29E-04	5,42E-04	5,62E-04	5,05E-04	5,22E-04
Dioxines	5,59E-08	3,16E-08	3,28E-08	1,57E-08	4,18E-09
Éthylbenzène	2,38E-06	1,15E-06	1,19E-06	1,08E-06	1,08E-06
Formaldéhyde	1,95E-04	8,78E-05	9,15E-05	9,55E-05	9,88E-05
Furanes	8,31E-08	4,70E-08	4,88E-08	2,37E-08	2,45E-08
Mercure	5,20E-04	4,61E-04	4,78E-04	5,12E-04	5,28E-04
Naphtalène	1,07E-03	8,57E-04	8,91E-04	5,68E-04	5,87E-04
Ammoniac NH ₃	6,89E-04	5,16E-04	5,35E-04	5,87E-04	6,06E-04
Nickel	9,49E-06	8,92E-06	9,25E-06	1,31E-05	1,36E-05
Plomb	2,33E-06	2,12E-06	2,20E-06	2,67E-06	2,76E-06
Toluène	9,85E-07	4,70E-07	4,88E-07	4,37E-07	4,52E-07
Xylènes	1,44E-04	7,16E-05	7,44E-05	7,67E-05	7,92E-05
Particules diesel	5,84E-02	3,08E-02	3,19E-02	7,03E-03	7,27E-03
Propionaldéhyde	4,28E-04	1,97E-04	2,05E-04	2,24E-04	2,32E-04
16 HAP eq. BaP	4,35E-02	3,43E-02	3,56E-02	1,98E-02	2,04E-02

Tableau 60 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École maternelle et résident sur l'emprise projet

SCÉNARIO ÉCOLIER (École maternelle hors projet – Résident sur l'emprise projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	8,58E-05	2,84E-06	4,11E-05	4,34E-05	4,50E-05
Acroléine	4,53E-02	3,03E-03	2,02E-02	1,77E-02	1,83E-02
Arsenic	2,83E-05	2,59E-05	2,69E-05	3,24E-05	3,36E-05
Benzène	1,25E-03	5,42E-04	5,64E-04	3,49E-04	3,62E-04
1,3-butadiène	2,33E-03	1,40E-03	1,46E-03	2,46E-03	2,55E-03
Cadmium	8,50E-07	7,82E-07	8,15E-07	1,03E-06	1,07E-06
Chrome	6,60E-04	5,74E-04	5,97E-04	5,37E-04	5,57E-04
Dioxines	5,83E-08	3,33E-08	3,46E-08	1,66E-08	4,47E-09
Éthylbenzène	2,52E-06	1,22E-06	1,27E-06	1,15E-06	1,15E-06
Formaldéhyde	2,08E-04	9,43E-05	9,83E-05	1,02E-04	1,06E-04
Furanes	8,68E-08	4,96E-08	5,16E-08	2,50E-08	2,59E-08
Mercure	5,46E-04	4,89E-04	5,08E-04	5,46E-04	5,63E-04
Naphtalène	1,12E-03	9,05E-04	9,39E-04	5,99E-04	6,20E-04
Ammoniac NH ₃	7,20E-04	5,43E-04	5,64E-04	6,21E-04	6,42E-04
Nickel	9,97E-06	9,46E-06	9,80E-06	1,39E-05	1,44E-05
Plomb	2,45E-06	2,24E-06	2,34E-06	2,85E-06	2,95E-06
Toluène	1,05E-06	5,01E-07	5,21E-07	4,66E-07	4,84E-07
Xylènes	1,53E-04	7,63E-05	7,95E-05	8,18E-05	8,49E-05
Particules diesel	6,15E-02	3,26E-02	3,39E-02	7,50E-03	7,78E-03
Propionaldéhyde	4,54E-04	2,11E-04	2,20E-04	2,39E-04	2,48E-04
16 HAP eq. BaP	4,55E-02	3,61E-02	3,75E-02	2,09E-02	2,16E-02

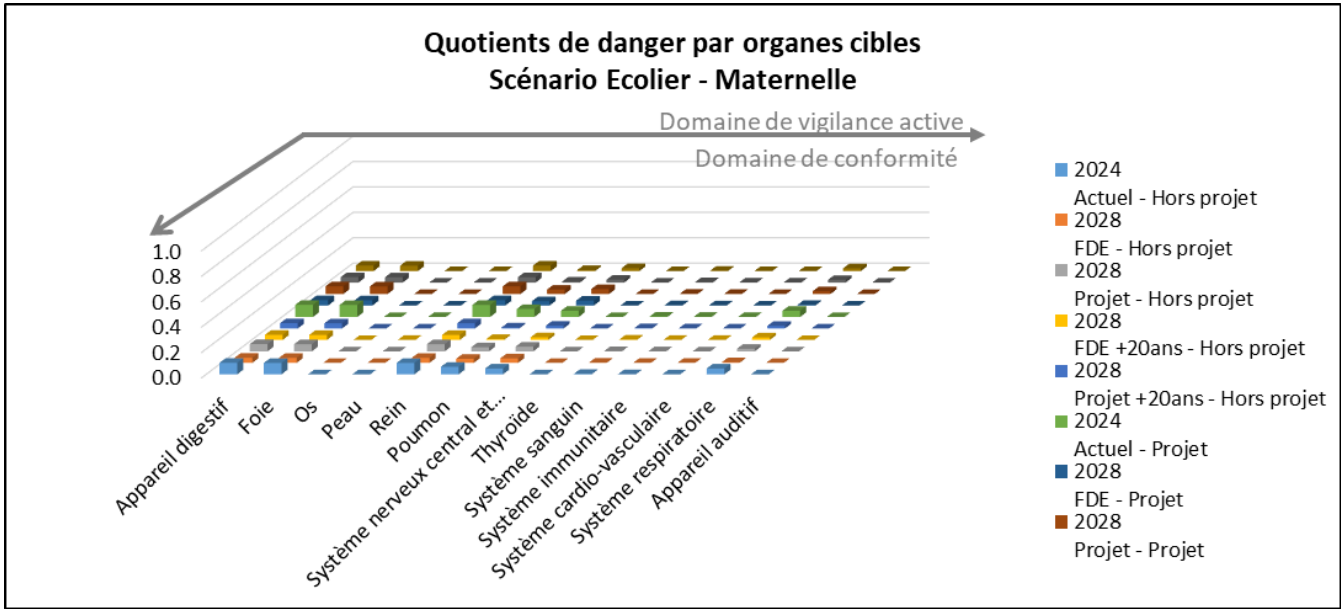


Tableau 61 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École élémentaire et résidant hors projet

SCÉNARIO ÉCOLIER (École élémentaire hors projet – Résident hors projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	7,32E-05	2,66E-06	3,77E-05	4,01E-05	4,15E-05
Acroléine	3,87E-02	2,84E-03	1,85E-02	1,63E-02	1,69E-02
Arsenic	2,44E-05	2,42E-05	2,50E-05	3,00E-05	3,09E-05
Benzène	1,07E-03	4,98E-04	5,20E-04	3,20E-04	3,32E-04
1,3-butadiène	2,00E-03	1,30E-03	1,35E-03	2,27E-03	2,35E-03
Cadmium	7,31E-07	7,30E-07	7,56E-07	9,53E-07	9,84E-07
Chrome	5,68E-04	5,34E-04	5,54E-04	4,98E-04	5,15E-04
Dioxines	5,04E-08	3,12E-08	3,24E-08	1,55E-08	4,12E-09
Éthylbenzène	2,15E-06	1,13E-06	1,17E-06	1,06E-06	1,06E-06
Formaldéhyde	1,77E-04	8,65E-05	9,01E-05	9,43E-05	9,76E-05
Furanes	7,50E-08	4,64E-08	4,81E-08	2,33E-08	2,41E-08
Mercur	4,70E-04	4,55E-04	4,71E-04	5,05E-04	5,21E-04
Naphtalène	9,69E-04	8,46E-04	8,79E-04	5,60E-04	5,79E-04
Ammoniac NH ₃	6,21E-04	5,09E-04	5,27E-04	5,80E-04	5,98E-04
Nickel	8,59E-06	8,80E-06	9,11E-06	1,29E-05	1,34E-05
Plomb	2,11E-06	2,09E-06	2,17E-06	2,64E-06	2,72E-06
Toluène	8,92E-07	4,63E-07	4,81E-07	4,31E-07	4,46E-07
Xylènes	1,31E-04	7,05E-05	7,33E-05	7,57E-05	7,81E-05
Particules diesel	5,29E-02	3,04E-02	3,14E-02	6,93E-03	7,17E-03
Propionaldéhyde	3,88E-04	1,94E-04	2,02E-04	2,21E-04	2,29E-04
16 HAP eq. BaP	3,92E-02	3,38E-02	3,51E-02	1,95E-02	2,02E-02

Tableau 62 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Écolier » - École élémentaire et résidant sur l’emprise projet

SCÉNARIO ÉCOLIER (École élémentaire hors projet – Résident sur l’emprise projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	7,82E-05	2,80E-06	4,05E-05	4,29E-05	4,45E-05
Acroléine	4,13E-02	2,99E-03	1,99E-02	1,75E-02	1,81E-02
Arsenic	2,57E-05	2,56E-05	2,65E-05	3,20E-05	3,31E-05
Benzène	1,14E-03	5,34E-04	5,56E-04	3,44E-04	3,57E-04
1,3-butadiène	2,13E-03	1,38E-03	1,44E-03	2,43E-03	2,52E-03
Cadmium	7,73E-07	7,71E-07	8,04E-07	1,02E-06	1,05E-06
Chrome	6,00E-04	5,67E-04	5,89E-04	5,30E-04	5,50E-04
Dioxines	5,29E-08	3,29E-08	3,42E-08	1,64E-08	4,41E-09
Éthylbenzène	2,30E-06	1,21E-06	1,25E-06	1,13E-06	1,13E-06
Formaldéhyde	1,89E-04	9,30E-05	9,69E-05	1,01E-04	1,05E-04
Furanes	7,86E-08	4,90E-08	5,09E-08	2,47E-08	2,55E-08
Mercur	4,97E-04	4,83E-04	5,01E-04	5,39E-04	5,55E-04
Naphtalène	1,02E-03	8,93E-04	9,27E-04	5,91E-04	6,12E-04
Ammoniac NH ₃	6,53E-04	5,36E-04	5,56E-04	6,13E-04	6,33E-04
Nickel	9,06E-06	9,33E-06	9,66E-06	1,38E-05	1,42E-05
Plomb	2,22E-06	2,22E-06	2,31E-06	2,81E-06	2,91E-06
Toluène	9,52E-07	4,94E-07	5,14E-07	4,60E-07	4,77E-07
Xylènes	1,39E-04	7,53E-05	7,83E-05	8,08E-05	8,38E-05
Particules diesel	5,60E-02	3,22E-02	3,34E-02	7,41E-03	7,67E-03
Propionaldéhyde	4,14E-04	2,08E-04	2,17E-04	2,36E-04	2,45E-04
16 HAP eq. BaP	4,12E-02	3,57E-02	3,70E-02	2,06E-02	2,13E-02

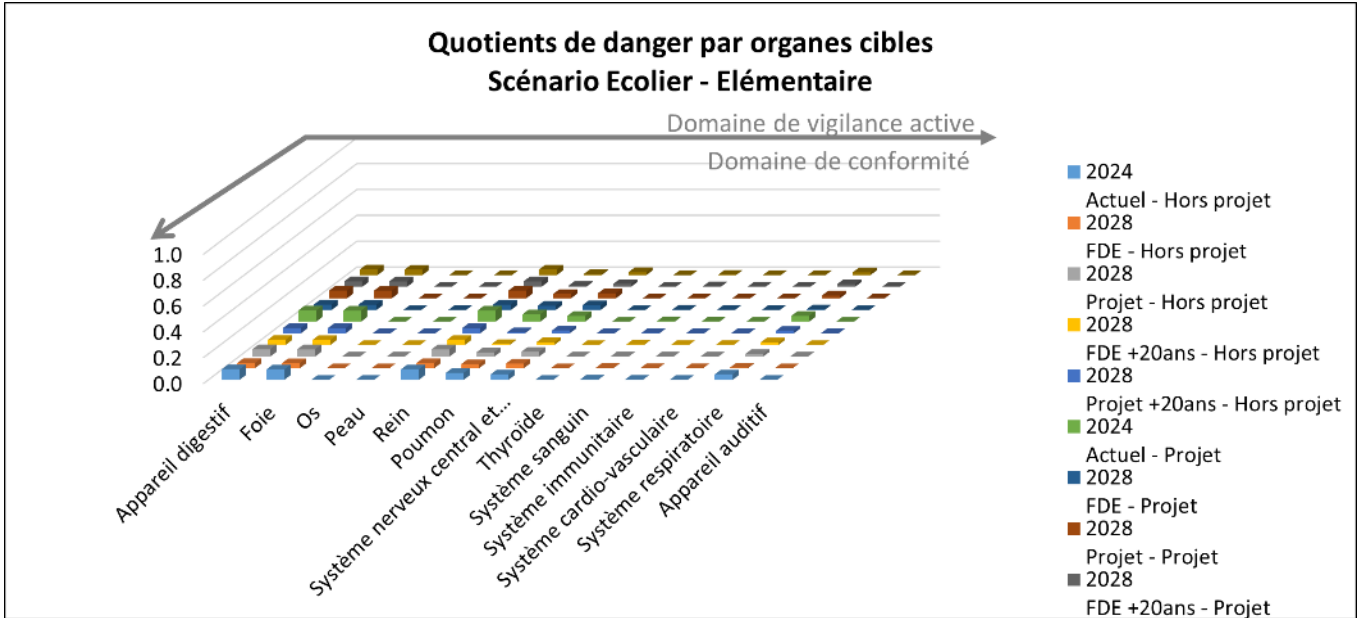


Figure 122 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – École élémentaire

Scénario « Résident »

Tableau 63 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Résident » (enfant ou adulte) résidant hors projet

SCÉNARIO RÉSIDENT (Résident hors projet)	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	8,41E-05	3,25E-06	4,61E-05	4,89E-05	5,07E-05
Acroléine	4,44E-02	3,46E-03	2,26E-02	1,99E-02	2,06E-02
Arsenic	2,81E-05	2,95E-05	3,05E-05	3,66E-05	3,78E-05
Benzène	1,23E-03	6,08E-04	6,35E-04	3,91E-04	4,06E-04
1,3-butadiène	2,30E-03	1,58E-03	1,65E-03	2,77E-03	2,86E-03
Cadmium	8,41E-07	8,91E-07	9,23E-07	1,16E-06	1,20E-06
Chrome	6,54E-04	6,52E-04	6,76E-04	6,08E-04	6,28E-04
Dioxines	5,81E-08	3,81E-08	3,95E-08	1,89E-08	5,03E-09
Éthylbenzène	2,48E-06	1,38E-06	1,43E-06	1,30E-06	1,30E-06
Formaldéhyde	2,03E-04	1,06E-04	1,10E-04	1,15E-04	1,19E-04
Furanes	8,64E-08	5,66E-08	5,88E-08	2,85E-08	2,95E-08
Mercur	5,41E-04	5,55E-04	5,75E-04	6,16E-04	6,36E-04
Naphtalène	1,12E-03	1,03E-03	1,07E-03	6,84E-04	7,07E-04
Ammoniac NH ₃	7,16E-04	6,21E-04	6,44E-04	7,08E-04	7,29E-04
Nickel	9,88E-06	1,07E-05	1,11E-05	1,57E-05	1,63E-05
Plomb	2,43E-06	2,55E-06	2,65E-06	3,22E-06	3,32E-06
Toluène	1,03E-06	5,65E-07	5,87E-07	5,27E-07	5,44E-07
Xylènes	1,50E-04	8,61E-05	8,94E-05	9,24E-05	9,53E-05
Particules diesel	6,08E-02	3,71E-02	3,84E-02	8,46E-03	8,75E-03
Propionaldéhyde	4,45E-04	2,37E-04	2,47E-04	2,70E-04	2,79E-04
16 HAP eq. BaP	4,52E-02	4,13E-02	4,29E-02	2,38E-02	2,46E-02

Tableau 64 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Résident » (enfant ou adulte) résidant sur l'emprise projet

SCÉNARIO RÉSIDENT emprise projet	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	9,01E-05	3,42E-06	4,95E-05	5,24E-05	5,43E-05
Acroléine	4,77E-02	3,65E-03	2,43E-02	2,13E-02	2,21E-02
Arsenic	2,97E-05	3,12E-05	3,23E-05	3,90E-05	4,04E-05
Benzène	1,31E-03	6,52E-04	6,79E-04	4,20E-04	4,35E-04
1,3-butadiène	2,45E-03	1,69E-03	1,76E-03	2,97E-03	3,08E-03
Cadmium	8,93E-07	9,42E-07	9,81E-07	1,24E-06	1,28E-06
Chrome	6,93E-04	6,92E-04	7,19E-04	6,47E-04	6,71E-04
Dioxines	6,11E-08	4,02E-08	4,17E-08	2,00E-08	5,38E-09
Éthylbenzène	2,65E-06	1,47E-06	1,53E-06	1,38E-06	1,38E-06
Formaldéhyde	2,18E-04	1,14E-04	1,18E-04	1,23E-04	1,28E-04
Furanes	9,09E-08	5,98E-08	6,21E-08	3,01E-08	3,12E-08
Mercur	5,73E-04	5,89E-04	6,11E-04	6,58E-04	6,78E-04
Naphtalène	1,18E-03	1,09E-03	1,13E-03	7,22E-04	7,47E-04
Ammoniac NH ₃	7,55E-04	6,55E-04	6,79E-04	7,49E-04	7,73E-04
Nickel	1,05E-05	1,14E-05	1,18E-05	1,68E-05	1,74E-05
Plomb	2,57E-06	2,70E-06	2,82E-06	3,43E-06	3,55E-06
Toluène	1,10E-06	6,03E-07	6,27E-07	5,62E-07	5,83E-07
Xylènes	1,60E-04	9,19E-05	9,56E-05	9,86E-05	1,02E-04
Particules diesel	6,46E-02	3,93E-02	4,08E-02	9,04E-03	9,37E-03
Propionaldéhyde	4,77E-04	2,54E-04	2,65E-04	2,88E-04	2,99E-04
16 HAP eq. BaP	4,77E-02	4,36E-02	4,52E-02	2,52E-02	2,61E-02

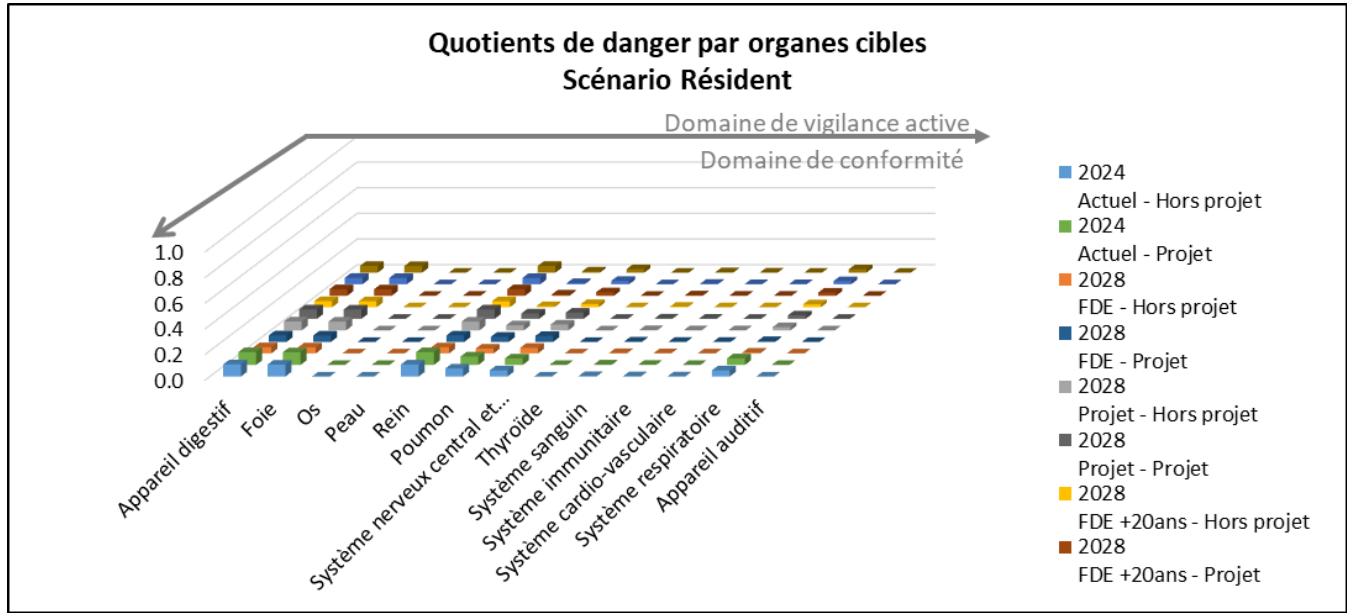


Figure 123 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Résident (enfant ou adulte) - Voie inhalation

Scénario « Personne âgée »

Tableau 65 : Quotients de danger par composé – Voie inhalation - scénario « Personne âgée » dans la résidence autonomie sénior

SCÉNARIO PERSONNE ÂGÉE Résidence autonomie sénior	Quotient de danger – Seuil = 1				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	6,27E-06	2,07E-07	3,50E-06	2,95E-06	3,11E-06
Acroléine	3,35E-03	2,21E-04	1,77E-03	1,20E-03	1,26E-03
Arsenic	1,94E-06	2,01E-06	2,23E-06	2,43E-06	2,69E-06
Benzène	9,26E-05	4,48E-05	5,01E-05	2,75E-05	3,05E-05
1,3-butadiène	1,62E-04	1,05E-04	1,14E-04	1,68E-04	1,77E-04
Cadmium	5,84E-08	6,10E-08	6,78E-08	7,74E-08	8,55E-08
Chrome	4,47E-05	4,41E-05	4,89E-05	4,00E-05	4,41E-05
Dioxines	3,72E-09	2,42E-09	2,68E-09	1,17E-09	3,68E-10
Éthylbenzène	1,86E-07	9,95E-08	1,11E-07	8,84E-08	8,84E-08
Formaldéhyde	1,52E-05	7,63E-06	8,40E-06	6,95E-06	7,33E-06
Furanes	5,54E-09	3,61E-09	3,99E-09	1,77E-09	1,95E-09
Mercur	3,73E-05	3,78E-05	4,19E-05	4,08E-05	4,49E-05
Naphtalène	7,19E-05	6,59E-05	7,30E-05	4,26E-05	4,69E-05
Ammoniac NH ₃	4,58E-05	3,93E-05	4,34E-05	4,38E-05	4,81E-05
Nickel	6,90E-07	7,40E-07	8,23E-07	1,05E-06	1,16E-06
Plomb	1,68E-07	1,75E-07	1,94E-07	2,14E-07	2,36E-07
Toluène	7,68E-08	4,05E-08	4,53E-08	3,56E-08	3,95E-08
Xylènes	1,12E-05	6,10E-06	6,79E-06	6,09E-06	6,67E-06
Particules diesel	4,24E-03	2,55E-03	2,83E-03	5,67E-04	6,27E-04
Propionaldéhyde	3,31E-05	1,70E-05	1,87E-05	1,61E-05	1,70E-05
16 HAP eq. BaP	2,89E-03	2,61E-03	2,89E-03	1,46E-03	1,61E-03

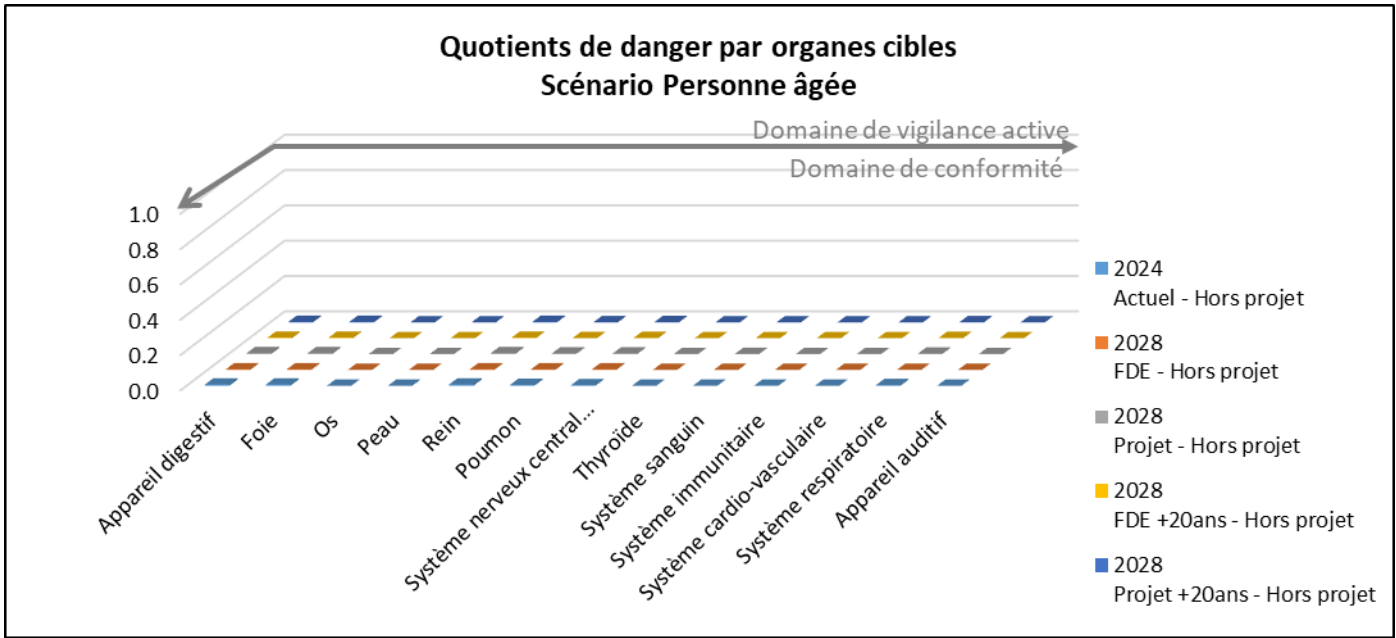


Figure 124 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario « Personne âgée » sans la résidence autonomie sénior - Voie inhalation

En tenant compte uniquement des concentrations dans l’air induites par les émissions provenant des voies de circulation (routes) du réseau d’étude, Il est possible de constater que :

- Les Quotients de Danger (QD) par composé sont tous situés dans le domaine de conformité, et cela, même en les additionnant par organe-cible, quels que soient les horizons, situations et scénarios d’exposition examinés ;
- Les QD calculés aux horizons 2028 et 2048 pour les résidents (enfants et adultes) de l’emprise du projet sont tous très légèrement supérieurs à ceux des résidents hors du projet, mais les différences sont négligeables ;
- Les QD calculés pour les résidents de l’emprise projet et hors emprise projet augmentent avec la mise en service du projet aux horizons 2028 et 2048 comparativement à la situation Fil de l’eau correspondante, mais ces variations étant très faibles, l’augmentation peut être considérée de négligeable ;

En ce qui concerne les effets à seuils, la réalisation du projet n’est pas de nature à exercer un impact significatif sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations Fil de l’Eau et Projet).
La localisation du projet n’engendre pas de risque sanitaire plus important pour les effets à seuil pour les futurs résidents du projet comparativement aux résidents de la zone d’étude hors emprise projet.

18.3.2. Cas particulier des substances sans VTR – Exposition chronique – Comparaison aux seuils OMS annuels

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR. Néanmoins, l’Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne annuelle avec les recommandations annuelles de l’OMS en ce qui concerne le dioxyde d’azote (NO₂) et les particules PM10 et PM2,5. Pour rappel, les recommandations de l’OMS sont les suivantes :

- NO₂ : 10 µg/m³ ;
- PM10 : 15 µg/m³ ;
- PM2,5 : 5 µg/m³.

Comme pour les substances avec VTR, les concentrations moyennes annuelles sont rapportées au temps de présence dans les lieux vulnérables pour chaque scénario d’exposition puis comparées aux recommandations de l’OMS dans les tableaux suivants.

Rappel : les concentrations de fond sont ajoutées aux résultats des modélisations afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air.

Tableau 66 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO₂, PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Enfant en bas âge » - Crèche de la zone d’étude

SCÉNARIO ENFANT EN BAS ÂGE (Crèche hors emprise projet - Résident hors et sur l’emprise projet)		2024 ACTUEL		2028 FIL DE L'EAU		2028 PROJET		2048 FIL DE L’EAU		2048 PROJET	
		Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors Projet	Projet
PM10	15 µg/m ³	21,6	21,6	21,0	21,1	21,0	21,1	20,8	20,8	20,8	20,9
PM2,5	5 µg/m ³	8,7	8,7	8,3	8,3	8,3	8,4	8,2	8,3	8,2	8,3
NO ₂	10 µg/m ³	21,5	21,7	16,9	17,1	17,0	17,2	5,8	5,8	5,8	5,8
Nota Bene : Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude auxquelles sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air											

Tableau 67 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO₂, PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Écolier » - École maternelle

SCÉNARIO ÉCOLIER (École maternelle hors projet – Résident hors et sur l’emprise projet)		2024 ACTUEL		2028 FIL DE L'EAU		2028 PROJET		2048 FIL DE L’EAU		2048 PROJET	
		Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors Projet	Projet
PM10	15 µg/m ³	21,9	22,0	21,1	21,2	21,2	21,3	20,9	21,0	20,9	21,0
PM2,5	5 µg/m ³	8,9	8,9	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	8,4
NO ₂	10 µg/m ³	22,6	22,9	17,2	17,4	17,3	17,6	5,8	5,8	5,8	5,9
Nota Bene : Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude auxquelles sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air											

Tableau 68 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO₂, PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Écolier » - École élémentaire

SCÉNARIO ÉCOLIER (École élémentaire hors projet – Résident hors et sur l’emprise projet)		2024 ACTUEL		2028 FIL DE L'EAU		2028 PROJET		2048 FIL DE L’EAU		2048 PROJET	
		Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors Projet	Projet
PM10	15 µg/m ³	21,8	21,8	21,2	21,3	21,2	21,3	20,9	21,0	21,0	21,1
PM2,5	5 µg/m ³	8,8	8,8	8,4	8,5	8,4	8,5	8,3	8,4	8,4	8,4
NO ₂	10 µg/m ³	22,1	22,4	17,4	17,6	17,5	17,7	5,8	5,9	5,9	5,9
Nota Bene : Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude auxquelles sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air											

Tableau 69 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO₂, PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Résident » (enfant ou adulte)

SCÉNARIO RÉSIDENT (Résidant hors et sur l’emprise projet)		2024 ACTUEL		2028 FIL DE L’EAU		2028 PROJET		2048 FIL DE L’EAU		2048 PROJET	
		Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors projet	Projet	Hors Projet	Projet
PM10	15 µg/m³	22,0	22,1	21,4	21,5	21,4	21,5	21,1	21,2	21,2	21,3
PM2,5	5 µg/m³	8,9	9,0	8,5	8,6	8,6	8,6	8,4	8,5	8,5	8,5
NO ₂	10 µg/m³	22,8	23,1	17,9	18,2	18,0	18,3	5,9	6,0	5,9	6,0
Nota Bene : Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude auxquelles sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air											

Tableau 70 : Concentrations moyennes annuelles des polluants sans VTR (NO₂, PM10 et PM2,5) comparées aux seuils OMS – scénario « Personne âgée »

SCÉNARIO PERSONNE ÂGÉE (Résidence Autonomie sénior de la zone d’étude)		2024 ACTUEL	2028 FIL DE L’EAU	2028 PROJET	2048 FIL DE L’EAU	2048 PROJET
PM10	15 µg/m³	20,5	20,0	20,0	19,8	19,8
PM2,5	5 µg/m³	8,0	7,7	7,7	7,7	7,7
NO ₂	10 µg/m³	17,9	14,2	14,2	5,3	5,3
Nota Bene : Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude, auxquelles sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air						

En considérant les hypothèses précitées, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l’OMS pour les particules PM10 et PM2,5 sont toutes dépassées quel que soit le scénario d’exposition (Enfant en bas âge, Écolier, Résident, Personnes âgées), l’horizon d’étude (2024, 2028 et 2048) et la situation (actuelle, Fil de l’eau et Projet).

Concernant le dioxyde d’azote, la recommandation annuelle de l’OMS est dépassée à l’horizon 2024 (situation actuelle) et 2028 (Fil de l’eau et Projet) quel que soit le scénario d’exposition (Enfant en bas âge, Écolier, Résident, Personne âgée) et respectée à l’horizon 2048

Comparativement, les scénarios “Fil de l’eau” et “Projet” ne présentent pas de différences significatifs aux horizons 2028 et 2048. Les habitants hors projet ne sont pas plus exposés à la pollution atmosphériques en situation projetée 2028 comme 2048 comparativement à la situation Fil de l’eau (sans le projet).

Les concentrations calculées pour les futurs habitants de l’emprise projet ne sont pas significativement différentes de celles calculées pour les résidents de la zone d’étude en situation projetée.

18.4. ÉVALUATION DE L’INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS SANS SEUILS : CALCUL DE L’EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d’une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit. On parle d’excès de risque car cette probabilité est liée à l’exposition au polluant considéré et s’ajoute au risque de base présent dans la population.

En France, l’INVS utilise la valeur de 10⁻⁵, cette valeur est reprise dans la Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation. Ce seuil signifie que sur une population de 100 000 habitants exposée à un composé pour un niveau donné, il sera observé 1 cas de cancer supplémentaire par rapport à une population de même effectif non exposée.

Les ERI calculés pour les scénarios d’exposition « Enfant » et « Résident » sont présentés dans les tableaux et figures ci-après.

Scénario « Résident »

Tableau 71 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Résident » hors projet

SCÉNARIO RÉSIDENT (Résident hors projet)	Excès de risque individuel – Seuil = 10 ⁻⁵				
	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	6,34E-09	2,45E-10	3,47E-09	3,69E-09	3,82E-09
Arsenic	1,35E-11	1,42E-11	1,47E-11	1,76E-11	1,82E-11
Benzène	6,83E-08	3,39E-08	3,54E-08	2,18E-08	2,26E-08
1,3-butadiène	2,95E-08	2,03E-08	2,12E-08	3,56E-08	3,68E-08
Cadmium	9,74E-11	1,03E-10	1,07E-10	1,35E-10	1,39E-10
Chrome	1,68E-07	1,68E-07	1,74E-07	1,56E-07	1,62E-07
Dioxines	1,89E-11	1,24E-11	1,29E-11	6,15E-12	1,64E-12
Éthylbenzène	1,99E-09	1,11E-09	1,15E-09	1,04E-09	1,04E-09
Formaldéhyde	2,82E-08	1,46E-08	1,52E-08	1,60E-08	1,65E-08
Furanes	8,15E-12	5,34E-12	5,54E-12	2,69E-12	2,78E-12
Naphtalène	4,96E-08	4,59E-08	4,76E-08	3,04E-08	3,14E-08
Nickel	8,28E-11	9,00E-11	9,32E-11	1,32E-10	1,37E-10
Plomb	5,62E-12	5,91E-12	6,13E-12	7,45E-12	7,69E-12
Particules diesel	2,22E-06	1,35E-06	1,40E-06	3,08E-07	3,19E-07
16 HAP eq. BaP	1,16E-08	1,06E-08	1,10E-08	6,13E-09	6,33E-09
Cumulé	2,58E-06	1,64E-06	1,71E-06	5,79E-07	5,99E-07

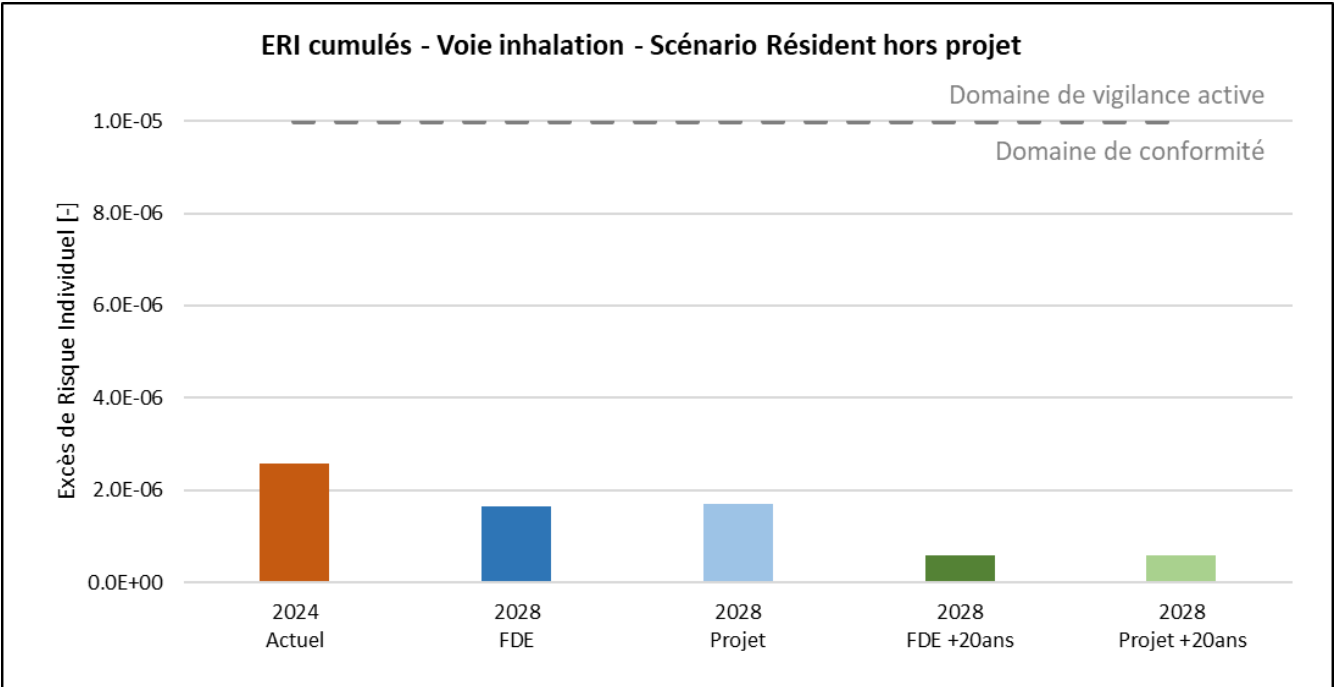


Figure 125 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Résident » hors projet

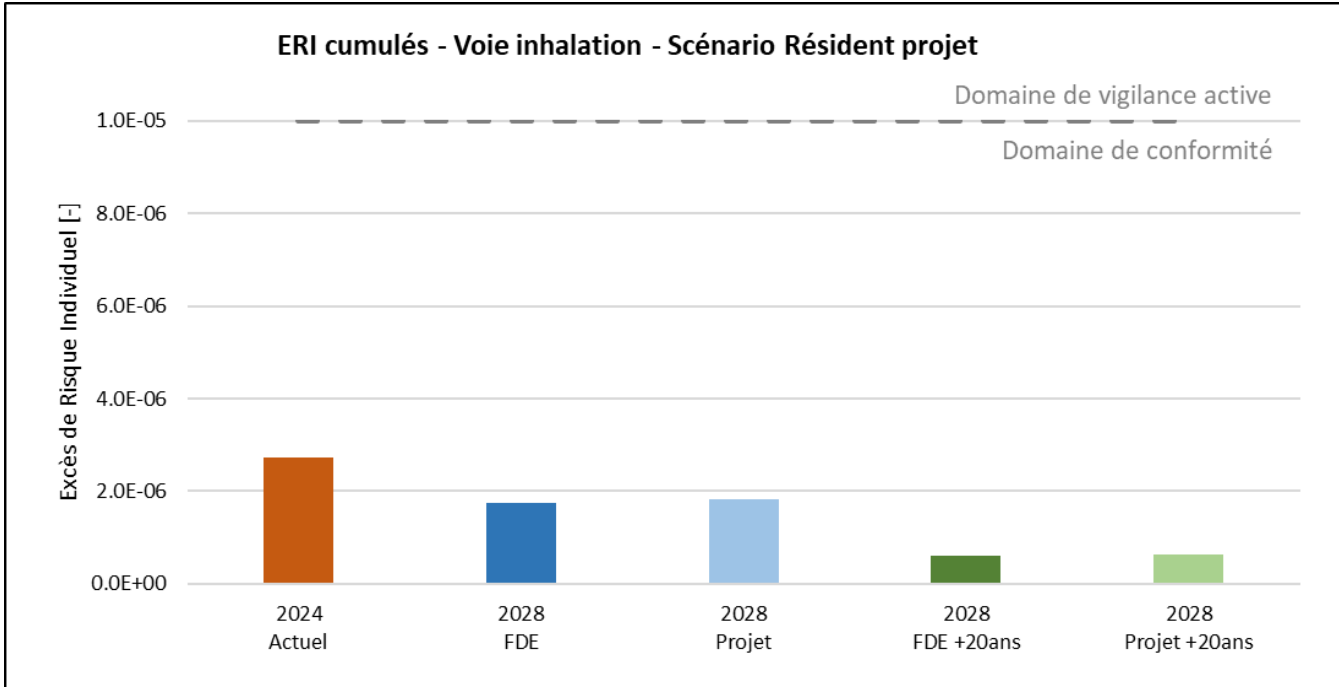


Figure 126 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Résident » sur l'emprise du projet

Tableau 72 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Résident » sur l'emprise du projet

SCÉNARIO RÉSIDENT (Résident emprise projet)	Excès de risque individuel – Seuil = 10 ⁻⁵				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	6,80E-09	2,58E-10	3,73E-09	3,95E-09	4,10E-09
Arsenic	1,43E-11	1,50E-11	1,56E-11	1,88E-11	1,95E-11
Benzène	7,30E-08	3,63E-08	3,78E-08	2,34E-08	2,43E-08
1,3-butadiène	3,15E-08	2,17E-08	2,26E-08	3,81E-08	3,96E-08
Cadmium	1,03E-10	1,09E-10	1,14E-10	1,43E-10	1,48E-10
Chrome	1,78E-07	1,78E-07	1,85E-07	1,66E-07	1,73E-07
Dioxines	1,99E-11	1,31E-11	1,36E-11	6,50E-12	1,75E-12
Éthylbenzène	2,13E-09	1,18E-09	1,23E-09	1,11E-09	1,11E-09
Formaldéhyde	3,03E-08	1,57E-08	1,64E-08	1,71E-08	1,77E-08
Furanes	8,57E-12	5,64E-12	5,86E-12	2,84E-12	2,94E-12
Naphtalène	5,23E-08	4,84E-08	5,02E-08	3,21E-08	3,32E-08
Nickel	8,77E-11	9,54E-11	9,88E-11	1,41E-10	1,46E-10
Plomb	5,95E-12	6,26E-12	6,52E-12	7,95E-12	8,22E-12
Particules diesel	2,35E-06	1,43E-06	1,49E-06	3,29E-07	3,41E-07
16 HAP eq. BaP	1,23E-08	1,12E-08	1,16E-08	6,47E-09	6,70E-09
Cumulé	2,74E-06	1,74E-06	1,82E-06	6,18E-07	6,41E-07

Scénario « Enfant »

Tableau 73 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » – Crèche de la zone d'étude et Écoles maternelles et élémentaires – Résident hors projet

SCÉNARIO ENFANT (Crèche et École zone d'étude – Résident hors projet)	Excès de risque individuel – Seuil = 10 ⁻⁵				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	4,01E-09	1,48E-10	2,11E-09	2,23E-09	2,31E-09
Arsenic	8,54E-12	8,60E-12	8,89E-12	1,07E-11	1,10E-11
Benzène	4,31E-08	2,05E-08	2,14E-08	1,32E-08	1,37E-08
1,3-butadiène	1,87E-08	1,23E-08	1,28E-08	2,15E-08	2,23E-08
Cadmium	6,14E-11	6,23E-11	6,47E-11	8,14E-11	8,41E-11
Chrome	1,06E-07	1,01E-07	1,05E-07	9,46E-08	9,78E-08
Dioxines	1,19E-11	7,50E-12	7,79E-12	3,72E-12	9,92E-13
Éthylbenzène	1,26E-09	6,70E-10	6,96E-10	6,32E-10	6,32E-10
Formaldéhyde	1,78E-08	8,87E-09	9,24E-09	9,65E-09	9,99E-09
Furanes	5,14E-12	3,23E-12	3,35E-12	1,62E-12	1,68E-12
Naphtalène	3,13E-08	2,77E-08	2,88E-08	1,83E-08	1,90E-08
Nickel	5,22E-11	5,44E-11	5,64E-11	7,98E-11	8,27E-11
Plomb	3,54E-12	3,57E-12	3,71E-12	4,50E-12	4,65E-12
Particules diesel	1,40E-06	8,17E-07	8,46E-07	1,86E-07	1,93E-07
16 HAP eq. BaP	7,33E-09	6,42E-09	6,66E-09	3,70E-09	3,83E-09
Cumulé	1,63E-06	9,95E-07	1,03E-06	3,50E-07	3,63E-07

Tableau 74 : Excès de risque individuel – Voie inhalation – scénario « Enfant » – Crèche de la zone d'étude et Écoles maternelle et élémentaire de la zone d'étude – Résidant sur l'emprise du projet

SCÉNARIO ENFANT (Crèche et École zone d'étude – Résidant sur l'emprise du projet)	Excès de risque individuel – Seuil = 10 ⁻⁵				
	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Acétaldéhyde	4,27E-09	1,56E-10	2,26E-09	2,38E-09	2,47E-09
Arsenic	8,99E-12	9,08E-12	9,41E-12	1,14E-11	1,18E-11
Benzène	4,59E-08	2,19E-08	2,29E-08	1,41E-08	1,47E-08
1,3-butadiène	1,98E-08	1,31E-08	1,37E-08	2,30E-08	2,39E-08
Cadmium	6,49E-11	6,58E-11	6,86E-11	8,65E-11	8,96E-11
Chrome	1,12E-07	1,07E-07	1,12E-07	1,00E-07	1,04E-07
Dioxines	1,25E-11	7,90E-12	8,20E-12	3,92E-12	1,06E-12
Éthylbenzène	1,34E-09	7,14E-10	7,43E-10	6,70E-10	6,70E-10
Formaldéhyde	1,90E-08	9,51E-09	9,91E-09	1,03E-08	1,07E-08
Furanes	5,38E-12	3,40E-12	3,53E-12	1,71E-12	1,77E-12
Naphtalène	3,29E-08	2,92E-08	3,03E-08	1,93E-08	2,00E-08
Nickel	5,51E-11	5,76E-11	5,97E-11	8,49E-11	8,79E-11
Plomb	3,74E-12	3,78E-12	3,94E-12	4,79E-12	4,96E-12
Particules diesel	1,48E-06	8,64E-07	8,98E-07	1,99E-07	2,06E-07
16 HAP eq. BaP	7,70E-09	6,75E-09	7,01E-09	3,90E-09	4,04E-09
Cumulé	1,72E-06	1,05E-06	1,10E-06	3,73E-07	3,87E-07

En tenant compte uniquement des concentrations dans l'air induites par les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude, Il est possible de constater que :

- Quel que soit l'horizon, la situation et le scénario, les ERI par composés et cumulés sont tous inférieurs à 10⁻⁵ et donc tous situés dans le domaine de conformité ;
- Les ERI cumulés aux horizons futurs (2028 et 2048) sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle ;
- Les ERI cumulés calculés aux horizons 2028 et 2048 en situation Projet sont équivalents à ceux calculés en situation Fil de l'eau (différences non significatives entre les valeurs des ERI cumulés), quel que soit le scénario d'exposition ;
- Les ERI cumulés calculés pour les actuels et futurs résidents du projet sont systématiquement légèrement supérieurs à ceux calculés pour les résidents hors projet, quel que soit l'horizon d'étude.

La réalisation du projet n'est pas de nature à exercer d'impact significatif sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations « Fil de l'eau » et « Projet ») pour ce qui concerne les effets sans seuils. La localisation du projet n'engendre pas de risque sanitaire significativement plus important pour les effets sans seuil pour les actuels et futurs résidents du projet comparativement aux résidents de la zone d'étude hors emprise projet (les indicateurs cumulés calculés pour les résidents du projet sont légèrement supérieurs à ceux calculés pour les résidents hors projet les plus exposés).

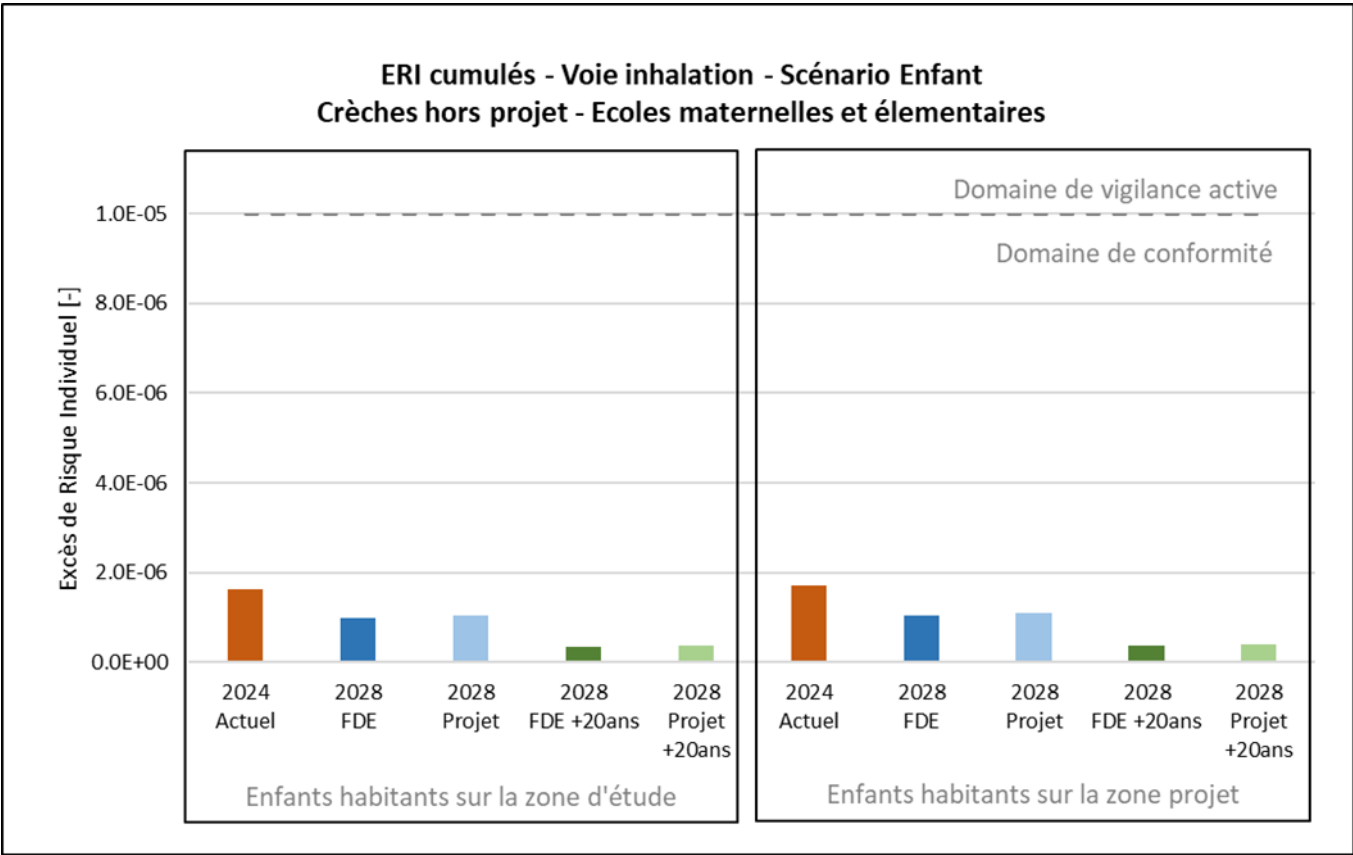


Figure 127 : ERI cumulés – Voie inhalation – scénario « Enfant » – Crèche de la zone d'étude et écoles maternelle et élémentaire de la zone d'étude

18.5. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS AIGUS : COMPARAISON AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des seuils en dessous desquels une exposition à ces concentrations ne révèle aucun effet sur la santé.

Les percentiles 99 des concentrations journalières (NO₂, PM10 et PM2.5) et la concentration maximale horaire en NO₂ calculées au niveau des habitations les plus exposées de la zone d'étude (centile 95 des concentrations de la grille de calcul) pour les habitants hors emprise projet et des futures habitations les plus exposées de l'emprise projet pour les futurs habitants du projet ainsi qu'au niveau des lieux vulnérables sont comparées aux recommandations horaire et/ou journalières de l'OMS pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5 dans les tableaux ci-après.

Il est alors obtenu les résultats regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 75 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – Dioxyde d’azote – Moyenne journalière

NO ₂ (µg/m ³) Recommandation OMS journalière : 25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 j/an	2024 ACTUEL	2028 FIL DE L'EAU	2028 PROJET	2048 FIL DE L'EAU	2048 PROJET
Max Zone d'étude	37,4	28,9	29,3	7,6	7,7
Max École Maternelle	29,5	23,0	23,2	6,7	6,7
Max École élémentaire	23,0	18,0	18,2	5,9	6,0
Crèche	18,8	14,9	14,9	5,4	5,5
Résidence autonomie sénior	19,2	15,1	15,2	5,5	5,5
Futurs Locaux d'activités	-	-	16,1	-	5,6
Max Zone projet	32,7	25,4	25,8	7,1	7,1
Habitants hors projet	32,3	25,1	25,3	7,0	7,1
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, auquel sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d'émissions de la zone d'étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l'OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l'air				

Tableau 76 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – Dioxyde d’azote – Moyenne horaire

NO ₂ (µg/m ³) Recommandation OMS horaire : 200 µg/m ³	2024 ACTUEL	2028 FIL DE L'EAU	2028 PROJET	2048 FIL DE L'EAU	2048 PROJET
Max Zone d'étude	114,7	87,3	88,1	16,7	16,9
Max École Maternelle	53,8	41,3	41,9	9,5	9,6
Max École élémentaire	43,8	33,6	35,1	8,3	8,5
Crèche	35,5	27,4	28,1	7,3	7,4
Résidence autonomie sénior	31,1	24,1	24,5	6,8	6,9
Futurs Locaux d'activités	-	-	36,6	-	8,7
Max Zone projet	87,4	66,8	68,2	13,5	13,7
Habitants hors projet	94,3	71,9	72,5	14,3	14,4
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, auquel sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d'émissions de la zone d'étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l'OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l'air				

Tableau 77 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – Particules PM10 – Moyenne journalière

PM10 (µg/m ³) Recommandation OMS journalière : 45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 j/an	2024 ACTUEL	2028 FIL DE L'EAU	2028 PROJET	2048 FIL DE L'EAU	2048 PROJET
Max Zone d'étude	26,2	25,4	25,6	25,1	25,2
Max École Maternelle	23,9	23,2	23,4	22,9	23,1
Max École élémentaire	22,0	21,4	21,5	21,2	21,2
Crèche	20,8	20,3	20,3	20,1	20,1
Résidence autonomie sénior	20,9	20,4	20,4	20,2	20,2
Futurs Locaux d'activités	-	-	20,7	-	20,5
Max Zone projet	24,9	24,1	24,3	23,8	24,0
Habitants hors projet	24,7	24,0	24,1	23,7	23,8
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, auquel sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d'émissions de la zone d'étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l'OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l'air				

Tableau 78 : Concentrations moyennes comparées aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – Particules PM2,5 – Moyenne journalière

PM2,5 (µg/m ³) Recommandation OMS journalière : 15 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 j/an	2024 ACTUEL	2028 FIL DE L'EAU	2028 PROJET	2048 FIL DE L'EAU	2048 PROJET
Max Zone d'étude	11,7	11,0	11,1	10,7	10,8
Max École Maternelle	10,2	9,7	9,8	9,5	9,6
Max École élémentaire	9,0	8,5	8,6	8,5	8,5
Crèche	8,2	7,8	7,9	7,8	7,8
Résidence autonomie sénior	8,2	7,9	7,9	7,9	7,9
Futurs Locaux d'activités	-	-	8,1	-	8,1
Max Zone projet	10,8	10,2	10,3	10,0	10,1
Habitants hors projet	10,7	10,1	10,2	9,9	10,0
Nota Bene	Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude, auquel sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d'émissions de la zone d'étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l'OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l'air				

Les recommandations journalières (PM10 et PM2,5) et horaire (NO₂) sont toutes respectées au niveau des lieux vulnérables et des zones d’habitation hors et sur le projet pour tous les horizons et les situations. La recommandation journalière de l’OMS est dépassée pour le NO₂ en situation actuelle et à l’horizon 2028 (fil de l’eau et projet) au niveau des habitations hors et sur le projet. Elle est également dépassée en situation actuelle au niveau de l’école maternelle.

Les concentrations horaires et/ou journalières en NO₂, PM10 et PM2.5 calculées aux horizons 2028 et 2048 en situation avec et sans projet sont toutes inférieures à celles calculées en situation actuelle. La réalisation du projet en comparaison au scénario sans projet ne va pas modifier l’exposition des populations de la zone d’étude (les différences de concentrations sont négligeables entre les situations « Projet » et « Fil de l’eau »). Les concentrations calculées pour les résidents du projet sont similaires à celles calculées pour les résidents les plus exposés hors projet, pour tous les horizons d’étude et tous les polluants.

Sur l’ensemble des habitations et des lieux vulnérables de la zone d’étude, la mise en place du projet aux horizons 2028 et 2048, entraine une variation non significative des concentrations moyennes journalières (NO₂, PM10 et PM2,5) et des concentrations moyennes horaires en NO₂.
En définitive, les concentrations aux horizons 2028 et 2048 seront inférieures aux recommandations journalières (NO₂, PM10 et PM2,5) et horaire (NO₂) de l’OMS sur l’ensemble de la zone d’étude. Également, la réalisation du projet n’induit pas une modification significative de l’exposition des habitants déjà présents sur la zone d’étude. Les futurs résidents du projet auront une exposition similaire à la pollution atmosphérique que les résidents de la zone d’étude à situation et horizon équivalent.

Il convient, par ailleurs, de retenir qu’en France, les **seuils réglementaires applicables à la qualité de l'air ambiant** sont définis à l’**article R. 221-1 du Code de l’environnement**. Pour rappel, l’objectif de qualité est de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂. Il convient de noter également que les lignes directrices de l’OMS ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles apportent un référentiel commun au niveau international et permettent des comparaisons, et ce, malgré des réglementations nationales différentes. Les réglementations françaises et les directives européennes sont quant à elles juridiquement contraignantes pour la gestion de la qualité de l'air.

18.6. INCERTITUDES RELATIVES À L’EQRS

L’évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].

Le tableau ci-dessous reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Tableau 79 : Incertitudes potentielles liées à la réalisation d’une EQRS [Hubert, 2003]

Étape 1 : Identification du danger <i>Quels sont les effets néfastes de l’agent et son mode de contact ?</i>	•Interaction de mélanges de polluants •Produits de dégradation des molécules mal connus •Données pas toujours disponibles pour l’Homme ou même l’animal
Étape 2 : Choix de la VTR <i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l’organisme ?</i>	•Extrapolation des observations lors d’expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d’exposition de populations •Transposition des données d’une population vers une autre (utilisation de données animales pour l’Homme) •Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l’Exposition <i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l’agent dangereux ?</i>	•Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d’exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) •Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace •Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque <i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?</i>	•Méconnaissance de l’action de certains polluants (VTR non validées) •Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat •Calcul de l’impact sanitaire qui rajoute un niveau d’incertitude

Identification des dangers

L’identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d’ordre sanitaire.

À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d’information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l’EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l’information n’existe pas.

Ces substances n’ont pas encore de facteurs d’émission. Toutefois, la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes, et/ou la sévérité des effets sanitaires, amènent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d’émission.

Évaluation des incertitudes sur l’évaluation de la toxicité

L’identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l’Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l’évaluation et la possibilité d’interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d’études expérimentales chez l’animal, mais également à partir d’études et d’enquêtes épidémiologiques chez l’Homme. L’étape qui génère l’incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l’établissement des **V**aleurs **T**oxicologiques de **R**éférence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l’extrapolation à l’homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d’incertitude ou facteurs d’évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l’animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d’une étude épidémiologique conduite chez l’Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l’extrapolation à la population générale s’effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l’extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs changent d’une substance à une autre.

Pour certaines d’entre elles, il n’y a purement pas de facteur de quantification en l’état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l’évaluation de l’exposition

Quatre types d’incertitudes peuvent être associés à l’évaluation de l’exposition, à savoir :

L’incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l’exposition des populations à une source de polluants dans l’environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l’atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

La caractérisation du risque est la dernière étape de l’EQRS et est définie ici comme une « éventualité » d’apparition d’effets indésirables.

Pour les produits cancérogènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d’exposition identifiées - les VTR et les doses d’exposition, cela afin d’arriver à une prédiction sur l’apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d’exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d’exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d’ingestion, fréquence et durée d’exposition, masse corporelle, etc.).

18.7. SYNTHÈSE DE L'EQRS – IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

En considérant les concentrations issues des émissions des brins routiers du réseau d'étude additionnées à la pollution de fond (pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2.5), il est constaté que :

- Quel que soit l'horizon et la situation étudiés, les Quotients de Dangers (QD) sont tous inclus dans le domaine de conformité (QD inférieur à 1) cela même en les additionnant par organe-cible.
- Quel que soit l'horizon et la situation étudiés, les indices d'Excès de Risques Individuels (ERI) sont tous inclus dans le domaine de conformité (ERI inférieur à la valeur seuil de 10⁻⁵ correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée).
- Les recommandations annuelles de l'OMS pour les particules PM10 et PM2,5 sont toutes dépassées quel que soit le scénario d'exposition (Enfant en bas âge, Écolier, Résident, Personnes âgées), l'horizon d'étude (2024, 2028 et 2048) et la situation (actuelle, Fil de l'eau et Projet). Concernant le dioxyde d'azote, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée à l'horizon 2024 (situation actuelle) et 2028 (Fil de l'eau et Projet) quel que soit le scénario d'exposition (Enfant en bas âge, Écolier, Résident, Personne âgée) et respectée à l'horizon 2048.
- Les recommandations journalières (PM10 et PM2,5) et horaire (NO₂) sont toutes respectées au niveau des lieux vulnérables et des zones d'habitation hors et sur le projet pour tous les horizons et les situations. La recommandation journalière de l'OMS est dépassée pour le NO₂ en situation actuelle et à l'horizon 2028 (fil de l'eau et projet) au niveau des habitations hors et sur le projet. Elle est également dépassée en situation actuelle au niveau école.
- Aucune différence significative n'est relevée concernant les indicateurs sanitaires calculés pour les populations déjà présentes sur la zone d'étude, entre le scénario avec projet et sans projet aux horizons 2028 et 2048.
- Les concentrations calculées pour les futurs habitants de l'emprise projet ne sont pas significativement différentes de celles calculées pour les résidents de la zone d'étude en situation projetée.

L'aménagement projeté aux horizons 2028 et 2048 n'est pas de nature à exercer d'impact significatif sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations « Fil de l'eau » et « Projet »). La localisation du projet n'est pas de nature à induire une exposition des futurs résidents supérieure à celle des résidents de la zone d'étude hors du projet.

19. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BATIMENTS

19.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.

Des études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la voie. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études portant sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Les résultats indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).

Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes, comme par exemple :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (sec et humide) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).

L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.

Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

19.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.

La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.

La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.

Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres, comme par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain. Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation. En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O₃)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes). L'ozone peut entraîner des dégâts foliaires entraînant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée. L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus. Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d’organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer des stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres.

Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l’animal et l’homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.

La majorité des poussières ne présente qu’une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l’eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles. Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

Dioxyde d’azote (NO2)

Le dioxyde d’azote présente également des effets sur divers écosystèmes. Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d’azote.

Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l’apport d’azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D’importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d’azote.

On peut également noter la modification du rapport partie ‘aérienne’/partie ‘racinaire’ des plantes. Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sécheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s’il s’agit de plantes agricoles).

Impact sur la végétation de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la zone d’étude

Dans la réglementation française, 2 polluants (en sus de l’ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation.

Il s’agit des NOx avec un niveau critique à 30 µg/m³ (exprimé en équivalent NO2) en moyenne annuelle et du SO2 avec un niveau critique à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale.

Les tableaux suivants synthétisent les résultats des modélisations pour l’ensemble des scénarios et horizons concernant les polluants visés.

Tableau 80 : Résultats des modélisations pour les oxydes d’azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) - Moyenne annuelle en équivalent NO2 Niveau critique pour la protection de la végétation : 30 µg/m³	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Zone d’étude - Maximum	42,8	33,7	33,8	11,5	11,5
Centile 90	39,4	31,1	31,2	11,1	11,1
Centile 80	38,0	30,1	30,2	11,0	10,9
Centile 70	36,9	29,2	29,3	10,8	10,8
Centile 60	36,5	28,9	29,0	10,8	10,8
Centile 50	36,0	28,6	28,6	10,7	10,7

Les résultats pour les NOx incluent la pollution de fond en NO2.

Tableau 81 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO2 (µg/m³) - Moyenne annuelle Niveau critique pour la protection de la végétation : 20 µg/m³	2024 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projet	2048 Fil de l’eau	2048 Projet
Zone d’étude - Maximum	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Centile 90	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Centile 80	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Centile 70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Centile 60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Centile 50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

En ne considérant que les émissions liées au trafic routier du réseau d’étude :
-Pour le SO2 : quels que soient l’horizon et la situation, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l’intégralité de la zone d’étude.
-Pour les NOx : le niveau critique pour la protection de la végétation n’est pas respecté à l’horizon 2028 (situations “Fil de l’eau” et “Projet”) sur une partie de la zone d’étude. Cependant, il est respecté à l’horizon 2048 (situations “Fil de l’eau” et “Projet”) sur l’intégralité de la zone d’étude.

19.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons.

- Elle détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent
- Elle diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire

❖ Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❖ Effets de la pollution atmosphérique sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.

Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur succès de reproduction et en causant possiblement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce, causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influencer sur l'abondance et la santé des espèces dépendantes. Par exemple, la perte de certaines espèces de poissons due à l'augmentation des concentrations d'aluminium peut permettre aux populations d'insectes de s'accroître, ce qui peut être avantageux pour certains types de canards qui se nourrissent d'insectes, mais cette perte peut être préjudiciable aux aigles, aux balbuzards pêcheurs et à bon nombre d'autres animaux qui comptent sur le poisson pour s'alimenter.

Il est très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d'autres espèces de l'écosystème.

❖ En bref

La pollution de l'air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir. Elle modifie la physiologie des organismes, l'anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

19.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO₂, NO_x, CO, CO₂ ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si

les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.

La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO₂ les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcaireux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.

Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

20. IMPACTS DES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE

20.1. GÉNÉRALITÉS

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement.

Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [CO₂] ;
- Le méthane [CH₄] ;
- Le protoxyde d'azote [N₂O].

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère.

Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO₂) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes équivalent CO₂, quel que soit le GES considéré.

❖ Les GES en PACA

La Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur³⁶ représente 9,0 % (soit 149 TWh) de la consommation d'énergie nationale, estimée à 1 657,5 TWh en 2022. La consommation d'énergie régionale en 2022 a diminué par rapport à 2021 (-1,4 %), notamment en raison de la crise énergétique. Cette baisse est surtout visible dans le secteur industriel.

En 2022, les émissions directes de gaz à effet de serre s'élèvent à 7,4 teqCO₂ par habitant en Provence-Alpes-Côte d'Azur (soit 38,3 MteqCO₂ dont 31,4 MteqCO₂ d'origine énergétique pour l'ensemble de la région). Cette évolution à la baisse par rapport à 2021 est principalement induite par la filière industrielle, la seule ayant connu une diminution des émissions, en lien avec la baisse des consommations de gaz naturel et l'activité sidérurgique.

En Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, les émissions de gaz à effet de serre sont imputables principalement aux secteurs de l'industrie manufacturière (41,0 %), des transports (34,2 %) et du résidentiel-tertiaire (11,5 %) (cf. planche suivante).

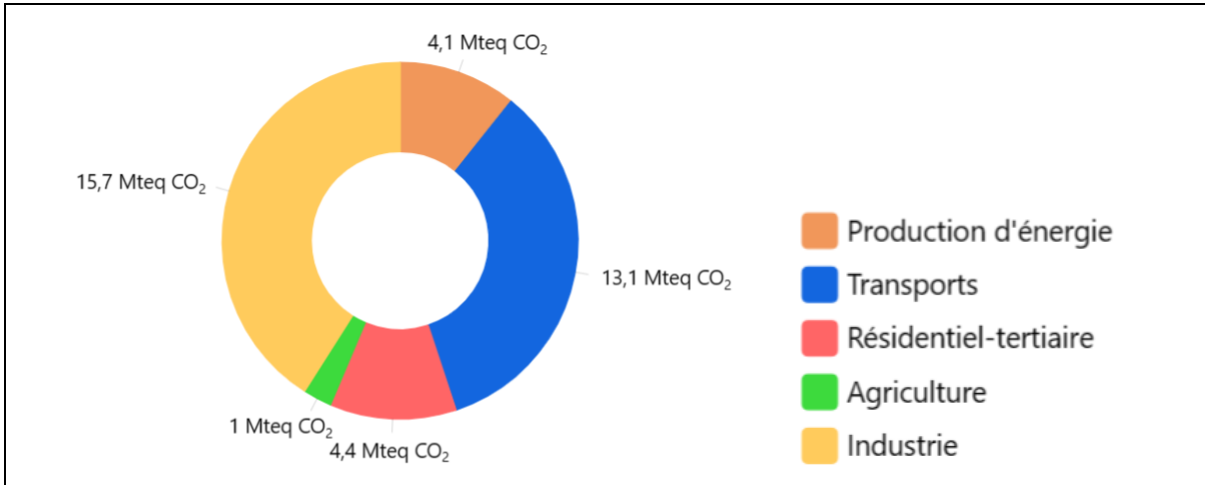


Figure 128 : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre par secteur d'activité en Sud PACA pour l'année 2022 (source : ORECA)

En comparaison aux émissions nationales, la région Sud PACA présente des spécificités. En effet, le secteur de l'industrie et de la production d'énergie est un fort contributeur aux émissions de GES, tandis que l'agriculture est très en deçà de la moyenne nationale.

Le faible poids du secteur résidentiel/tertiaire dans l'inventaire régional constitue une autre des spécificités locales, à corrélérer avec un climat plus favorable induisant des émissions liées au chauffage moins importantes.

Le profil des émissions de GES affiche une forte disparité départementale, comme il est possible de l'observer sur le graphe ci-après.

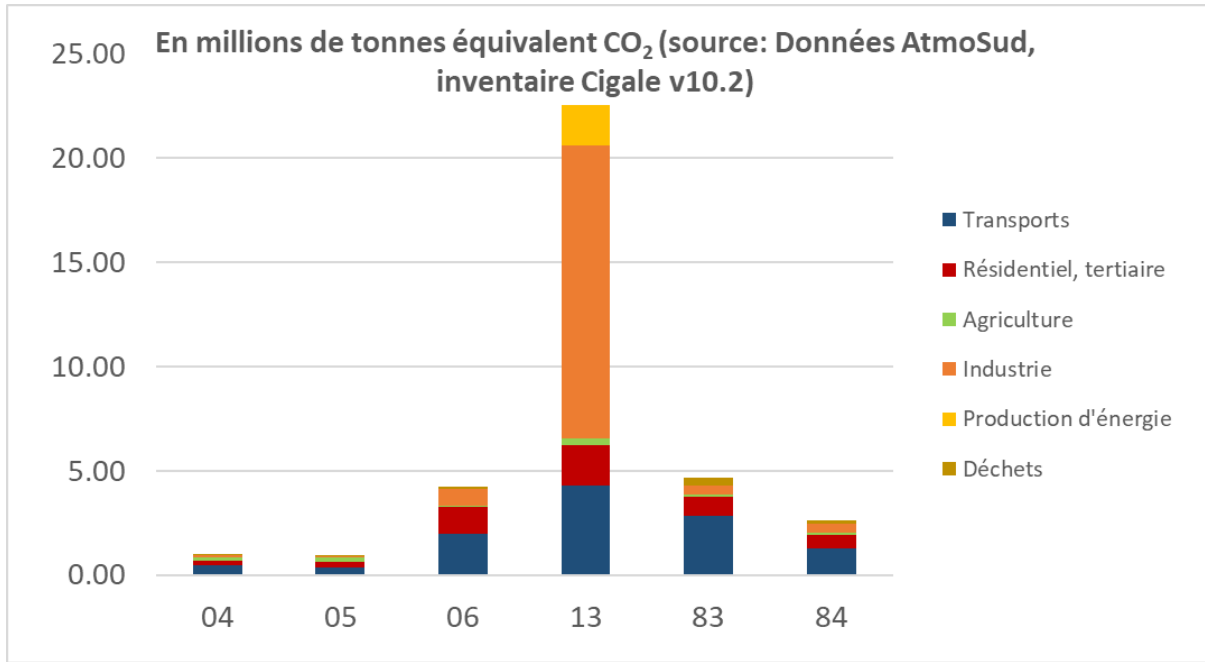


Figure 129 : Émissions de GES par département en Sud PACA en 2021 (source : Données AtmoSud, inventaire Cigale v10.2)

³⁶ <https://bilanoreca.fr/>

Le département des Bouches-du-Rhône émet à lui seul 64 % des GES de la région Sud PACA, en lien avec la forte activité industrielle sur son territoire. Dans les autres départements, le secteur des transports est le secteur le plus émetteur.

Les territoires des Alpes-de-Haute-Provence et des Hautes-Alpes constituent à eux deux seulement 6 % des émissions régionales.

Note : Une augmentation de 11 % des émissions totales des GES en PACA est constatée de 2020 à 2021.

Les émissions totales de GES en Sud PACA ont diminué de 3,5 % sur la période 2012-2022. Les efforts de réduction des émissions doivent être intensifiés pour s'inscrire dans les trajectoires de réduction :

- Loi TECV (Transition Énergétique pour la Croissance Verte) : -40 % à horizon 2030 par rapport à 1990 ;
- SNBC 2 (Stratégie Nationale Bas Carbone révisée) : atteindre la neutralité carbone à horizon 2050 (facteur au moins égal à 6 par rapport à 1990) ;
- SRADDET : -27 % à horizon 2030 par rapport à 2012.

Il existe un groupe régional d'experts sur le climat en Sud PACA (GREC-SUD) qui a vocation à centraliser, transcrire et partager la connaissance scientifique sur le climat et le changement climatique. Il est aujourd'hui largement reconnu que la Méditerranée est l'une des régions les plus vulnérables au changement climatique.

Selon le GIEC, les travaux compilés dans un précédent rapport indiquent qu'une hausse des températures de 2 à 3°C est à prévoir en région méditerranéenne à l'horizon 2050, et de 3 à 5°C à l'horizon 2100. Les précipitations estivales pourraient diminuer de 35 % sur la rive sud et de 25 % sur la rive nord d'ici la fin du siècle.

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur est déjà confrontée à d'importants problèmes de stress hydrique, de désertification, de pertes de biodiversité et d'événements climatiques extrêmes tels qu'inondations et sécheresses. En cohérence avec l'augmentation des températures, le nombre de journées très chaudes croît également (température maximale supérieure à 30°C).

Conformément à l'accord de Paris de 2015, pour limiter l'ampleur du réchauffement climatique à 1,5°C, le GIEC indique que les émissions de dioxyde de carbone devraient être réduites d'environ 45 % par rapport aux niveaux de 2010, cela d'ici à 2030.

❖ **Secteur industriel**

En France, selon les inventaires du CITEPA³⁷, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone des industries évoluent à la baisse (cf. schéma ci-après). La part des émissions de ce secteur dans le total national est également en baisse, passant de 26 % en 1990 à 18 % en 2023.

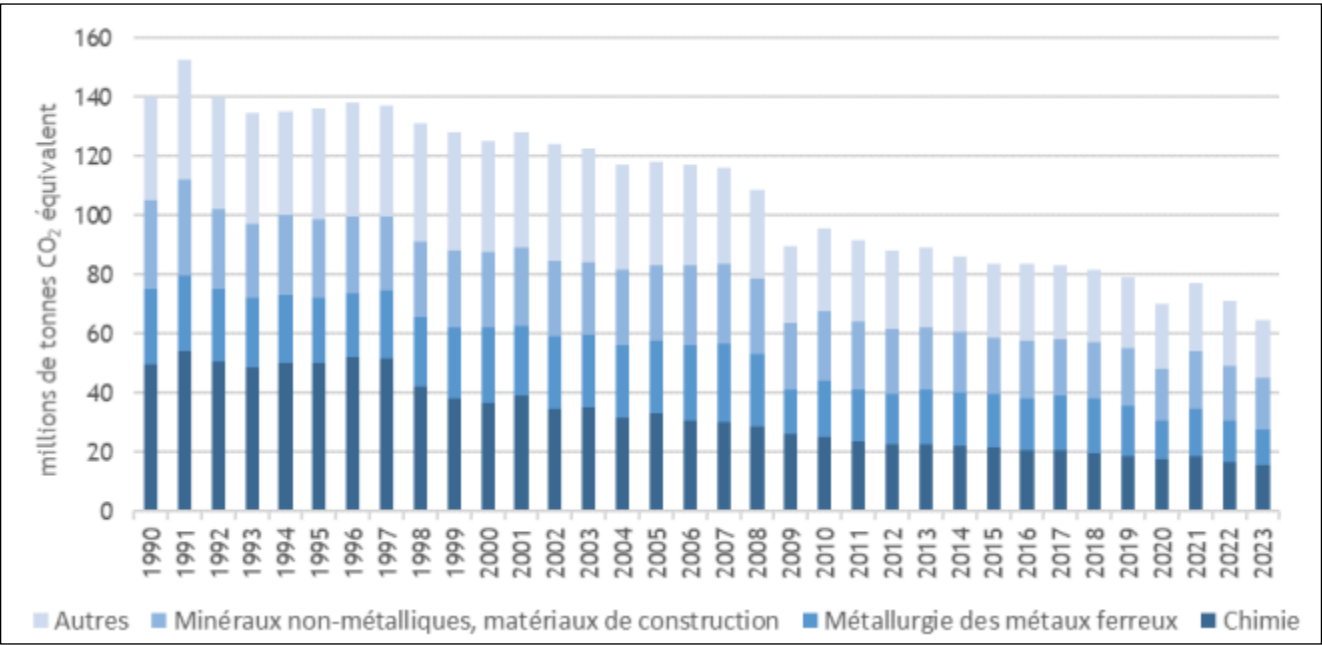


Figure 130 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ des industries (Source : Citepa, juin 2024 - Format SECTEN)

Le mix énergétique des industries en 2021 en Sud PACA³⁸ est représenté graphiquement ci-après. Les énergies fossiles représentaient plus de 40 % des énergies consommées par ce secteur. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur des industries en Sud PACA pour l'année 2021 s'élèvent à environ 15 516 ktCO₂eq.

³⁷ Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

³⁸ <https://cigale.atmosud.org/extraction.php> (Inventaire v10.1)

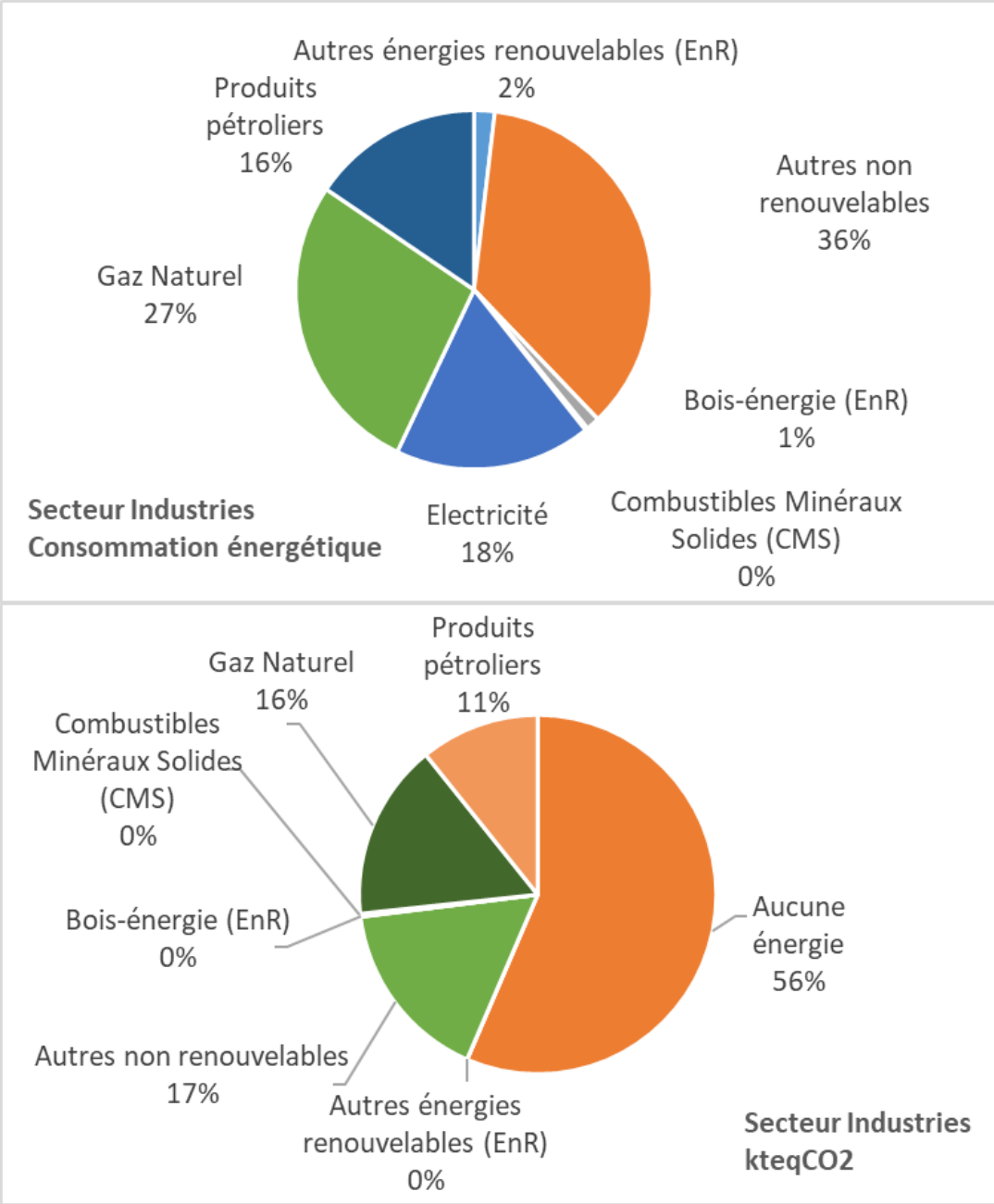


Figure 131 : Mix énergétique et émissions de GES (total 3GES eq.CO₂) du secteur des industries en Sud PACA en 2021 (inventaire AtmoSud CIGALE v10.1)

❖ **Secteur résidentiel & tertiaire**

En France, et toujours selon les inventaires du CITEPA, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone des secteurs résidentiel et tertiaire sont relativement stables, en signalant néanmoins une légère tendance à la baisse ces dernières années (cf. schéma ci-après). La part des émissions de ces secteurs dans le total national est en baisse, passant de 17 % en 1990 à 15 % en 2022.

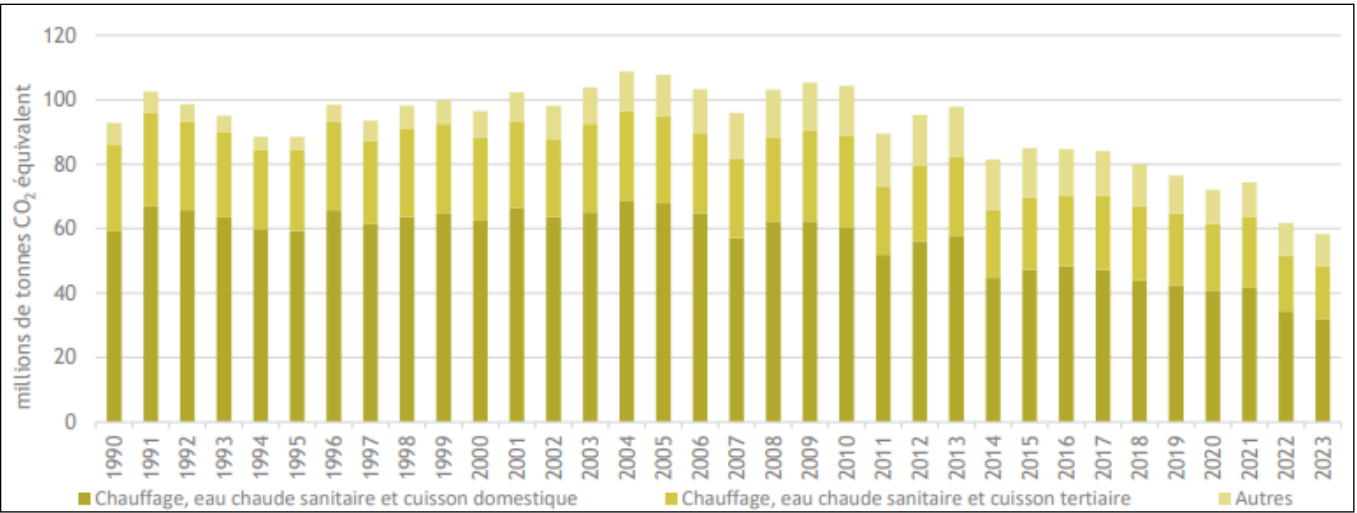


Figure 132 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du résidentiel/tertiaire (Source : Citepa, juin 2024 - Format SECTEN)

Le mix énergétique des secteurs résidentiel et tertiaire en 2021 en Sud PACA est schématisé sur la planche qui va suivre. Les énergies fossiles représentaient 29,6 % et 28,8 % des énergies consommées respectivement par le résidentiel et le tertiaire.

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire en Sud PACA pour l'année 2021 s'élèvent à environ 1 281 ktCO₂eq et celles du secteur résidentiel à 2 029 ktCO₂eq.

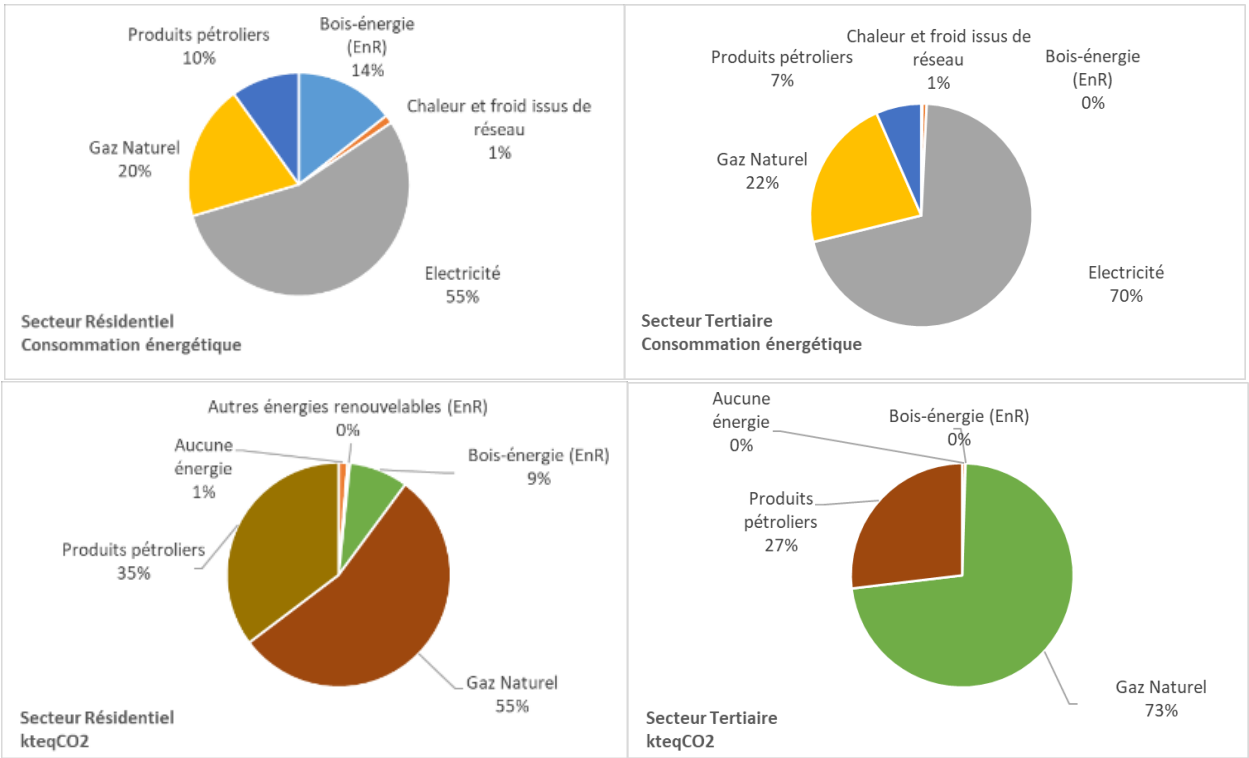


Figure 133 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur résidentiel et du secteur tertiaire en Sud PACA en 2021 (inventaire AtmoSud CIGALE v10.1)

❖ **Transport routier**

Selon les inventaires du CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique), les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont globalement en baisse après plusieurs années de hausse (cf. figure ci-après).

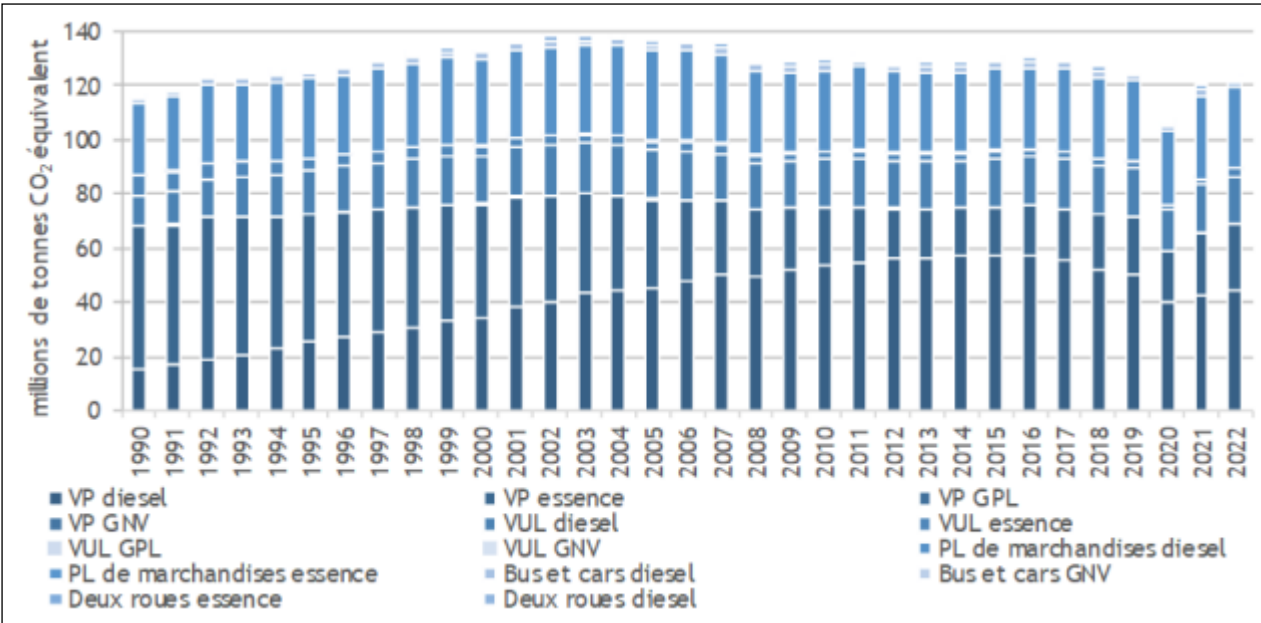


Figure 134 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du transport routier (Source : Citepa, juin 2024 - Format SECTEN)

Cette baisse s'explique par la dédiésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

Le diagramme suivant présente les émissions de GES par type de transports en France en 2021. Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES tous transports confondus.

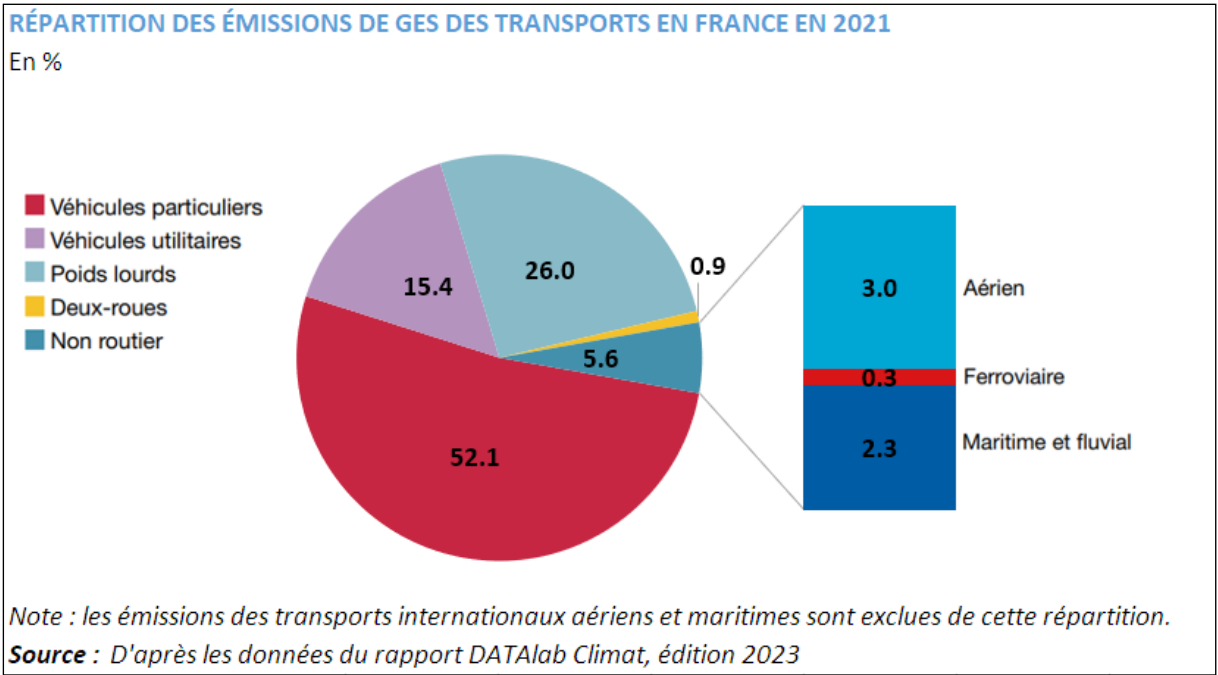


Figure 135 : Émissions de GES par type de transports en France (source : D'après les données DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2023 ; Ministère de la Transition Énergétique)

Le mix énergétique du secteur du transport routier en 2021 en Sud PACA est illustré ci-après.

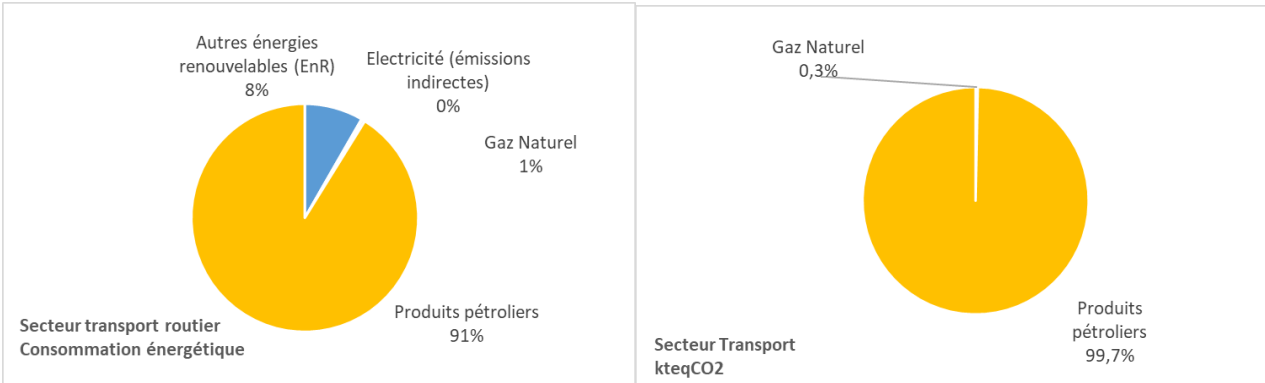


Figure 136 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur du transport routier en Sud PACA en 2021 (inventaire AtmoSud CIGALE v10.1)

Les énergies fossiles représentaient 91,1 % des énergies consommées. Les émissions de gaz à effet de serre du transport routier en Sud PACA pour l'année 2020 s'élèvent à environ 10 268 ktCO₂eq.

Selon les inventaires d'AtmoSud, le transport routier représentait 23,4 % en 2007 et 26,3 %³⁹ en 2021, des émissions de GES (exprimé en équivalent CO₂) pour la région Sud PACA.

³⁹ <https://cigale.atmosud.org/>

❖ **GES sur la commune de Carqueiranne**

Sur la commune de Carqueiranne, la répartition des émissions directes de GES par secteur (graphiques suivants) est sensiblement différente de celle de la région. En 2021, 15,1 kteqCO₂ de GES ont été émises à Carqueiranne. Le secteur du transport routier est prépondérant avec 11,7 kteqCO₂, suivi par le résidentiel et le tertiaire (respectivement 2,9 et 0,7 kteqCO₂). Les énergies fossiles représentent environ 41 % des énergies consommées sur la commune.

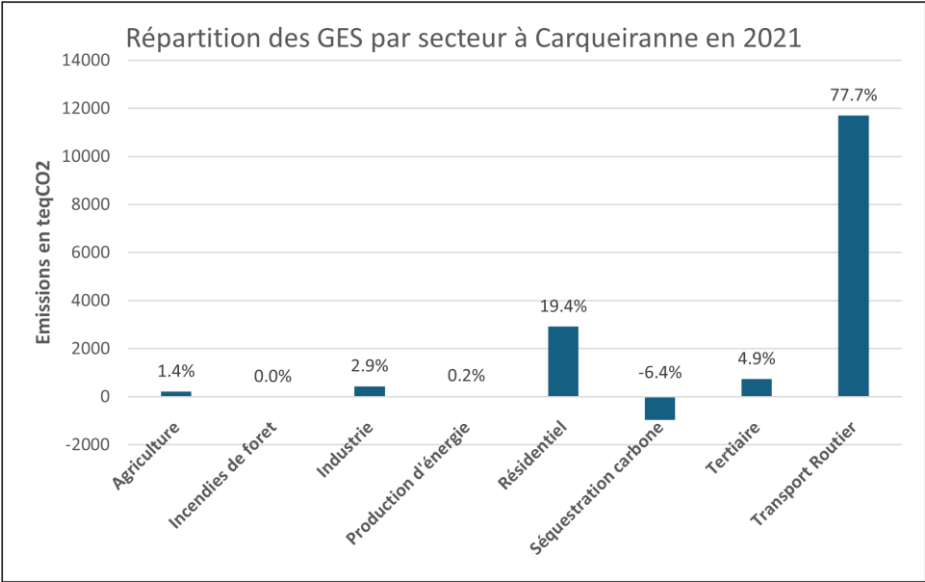


Figure 137 : Répartition des GES par secteur à Carqueiranne en 2021 (Source : inventaire AtmoSud CIGALE v10.1)

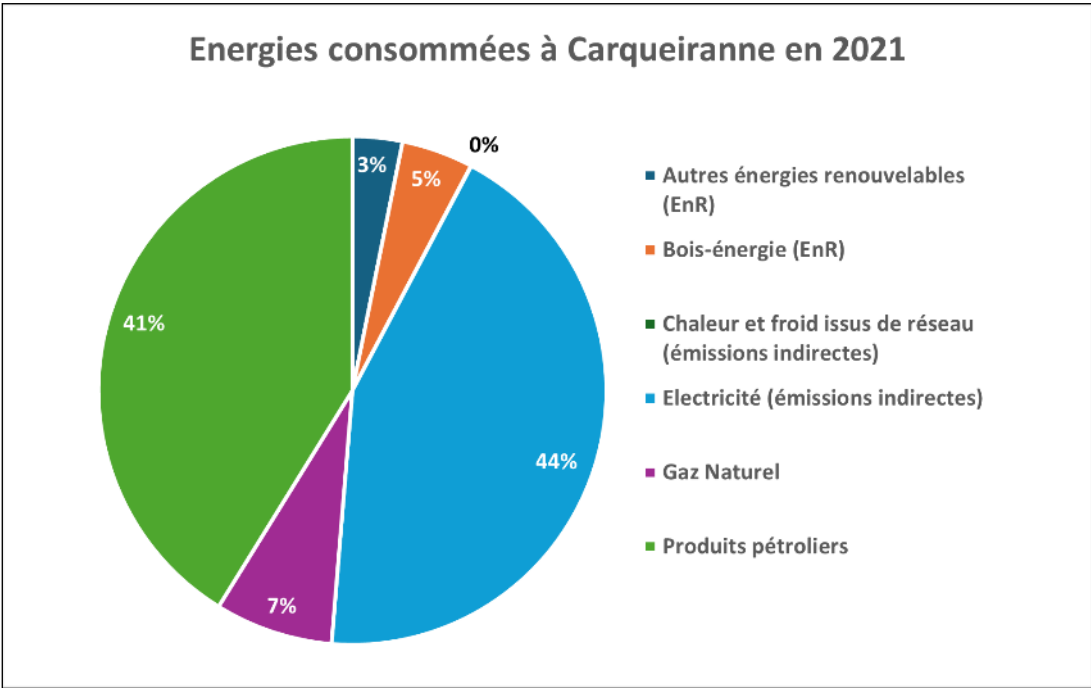


Figure 138 : Énergies consommées à Carqueiranne en 2021

20.2. ÉMISSIONS DE GES DU RÉSEAU D'ÉTUDE (SECTEUR ROUTIER)

Ici, la quantification en GES a été effectuée ici au moyen des facteurs d'émission COPERT pour les émissions engendrées par le trafic du réseau d'étude.

Les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 82 : Quantité de GES produits par le trafic routier du réseau d'étude						
GES [kg CO ₂ e/j]	PRG-100*	2024 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
CO ₂	1	3 278	3 211	3 335	2 747	2 844
CH ₄	30	2	1	1	1	1
N ₂ O	265	46	43	45	30	31
TOTAL GES [kg CO ₂ e/j]		3 325	3 256	3 381	2 778	2 876

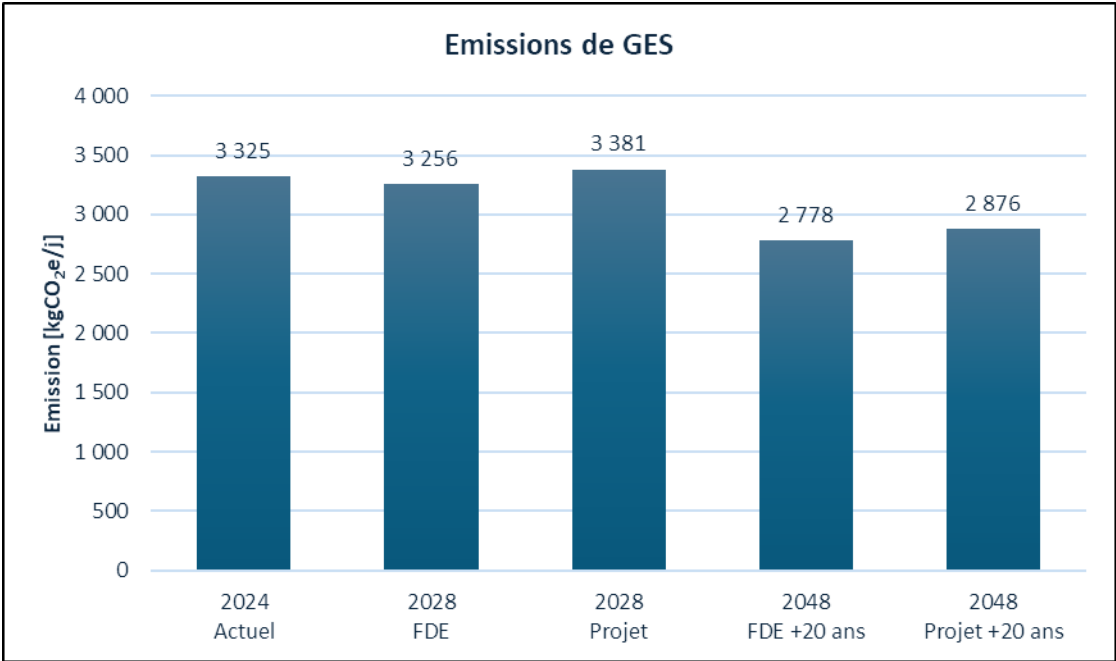


Figure 139 : Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent CO₂/jour) sur le réseau d'étude

Les quantités de **Gaz à Effet de Serre** sont dépendantes de la tendance des consommations de carburant. Elles augmentent pour la situation projetée par rapport à la situation actuelle.

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une petite partie des émissions (figure suivante).
Le dioxyde de carbone provient des combustibles fossiles. La réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

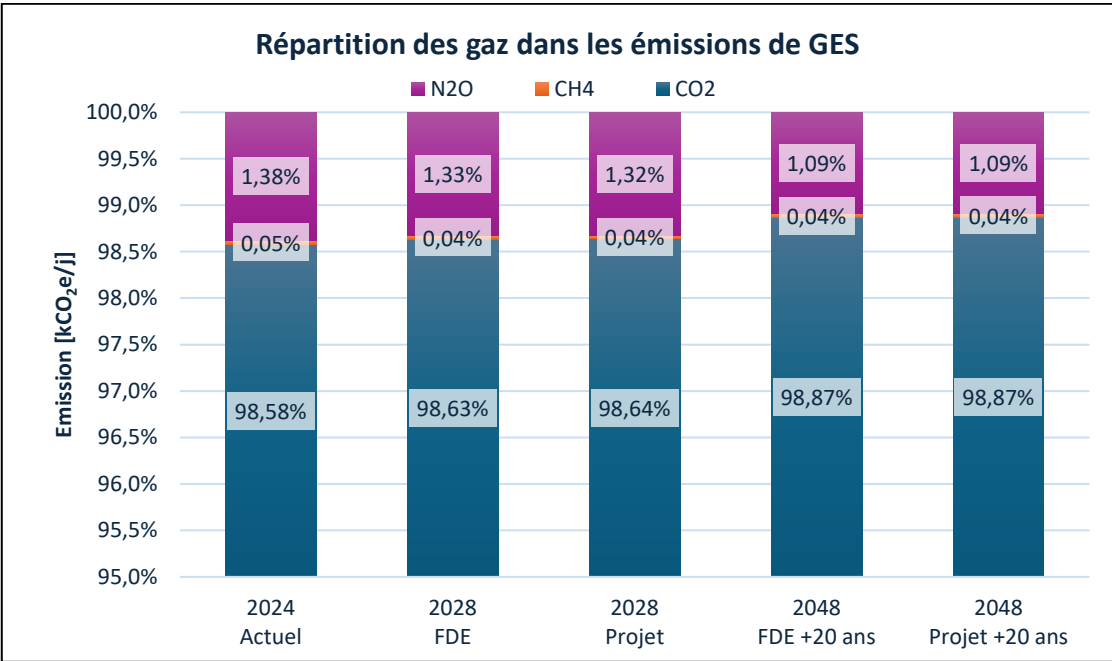


Figure 140 : Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

Le trafic routier sur le réseau d'étude augmente aux horizons futurs 2028 et 2048 par rapport à la situation actuelle (VK + 3,7 % en Fil de l'Eau 2028, +10,9 % en situation Projet 2028, + 9,4 % en Fil de l'Eau 2048 et +16,2 % en situation Projet 2048).
Par rapport au fil de l'Eau 2028, les émissions globales de GES liées au trafic routier augmentent de 3,9 % en 2028.
Par rapport au fil de l'Eau 2048, les émissions globales de GES liées au trafic routier augmentent de 3,5 % en 2048.

21. COUTS COLLECTIFS DES GAZ A EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

21.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité. La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Tableau 83 : Classes de densité					
Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab./km²]	> 4500	1500 -4500	450 -1500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab./km²]	6750	2250	750	250	25

Compte tenu de la densité de population sur la zone d'étude (1 623 hab./km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu **Urbain dense**.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 84 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €2015 / 100 véhicules x km)						
Types de véhicule	Densité de population des zones traversées par l'infrastructure	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
	Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €2015 / 100 véhicules x km)					
	Véhicule Particulier	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2	1,7
	VU diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
	VU 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

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population. Pour la région PACA, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,2 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2013-2023), l'inflation a été en moyenne de 1,678 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts aux horizons futurs.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau et la figure ci-après (valeurs journalières et annuelles).

Tableau 85 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier du réseau d'étude					
Type de véhicules	2024 - Actuel (en €2024)	2028 - Fil de l'eau (en €2028)	2028 - Projet (en €2028)	2048 – Fil de l'eau (en €2048)	2048 – Projet (en €2048)
Sur une journée					
VL	840 €	814 €	868 €	1 267 €	1 346 €
PL	120 €	106 €	111 €	166 €	173 €
Coût total/jour	960 €	920 €	979 €	1 432 €	1 519 €
Sur une année					
VL	308 k€	298 k€	318 k€	464 k€	493 k€
PL	44 k€	39 k€	41 k€	61 k€	63 k€
Coût total/an	351 k€	337 k€	358 k€	524 k€	556 k€

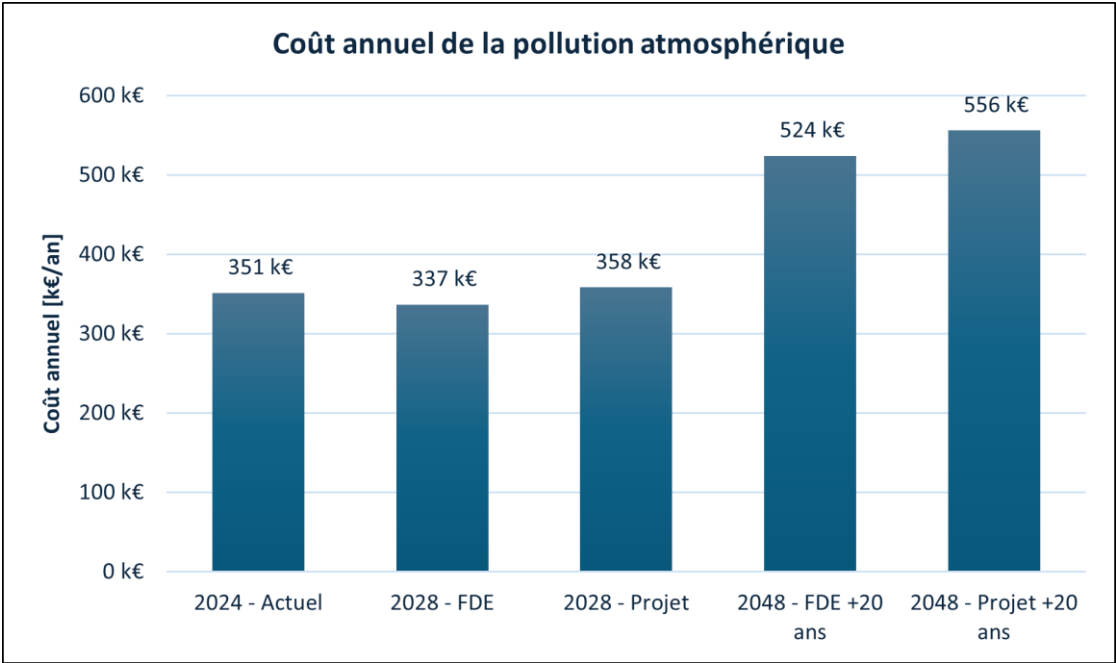


Figure 141 : Coût annuel de la pollution atmosphérique du réseau d'étude

La mise en place du projet à l'horizon 2028 engendre une augmentation (+1,9 %) des coûts annuels de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude par rapport à la situation actuelle ; et une augmentation (+6,4 %) par rapport à la situation Fil de l'Eau 2028. Pour la situation projet en 2048, les coûts annuels augmentent de 58,2 % par rapport à la situation actuelle et de 6,1 % par rapport à la situation Fil de l'eau 2048.

À ce jour, il est nécessaire de prendre en compte le fait que, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.

Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Diverses études sont actuellement menées sur cette thématique.

21.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO₂.

La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « *La valeur de l'action pour le climat* » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO₂ émise sont de 152 €₂₀₁₈ en 2024, de 217,3 €₂₀₁₈ en 2028, et de 710 €₂₀₁₈ en 2048.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V. Le tableau suivant présente l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 86 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude					
	2024 - Actuel (en € ₂₀₂₄)	2028 - Fil de l'eau (en € ₂₀₂₈)	2028 - Projet (en € ₂₀₂₈)	2048 – Fil de l'eau (en € ₂₀₄₈)	2048 – Projet (en € ₂₀₄₈)
Journalier	558 €	836 €	868 €	3 250 €	3 364 €
Annuel	204 k€	306 k€	318 k€	1 189 k€	1 231 k€

Ces résultats sont illustrés ci-après, en valeur annuelle.

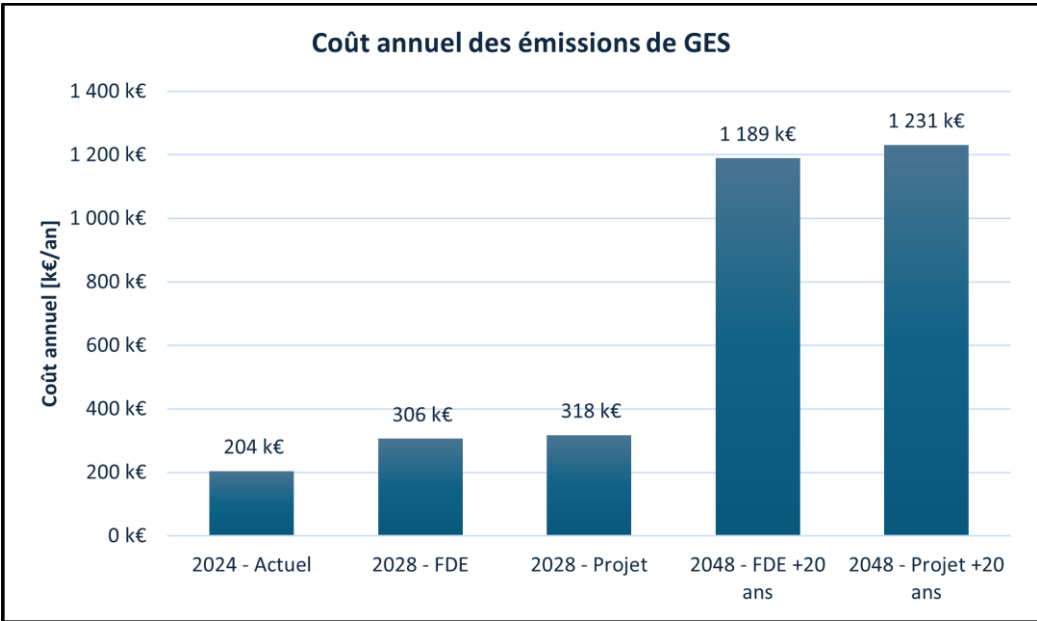


Figure 142 : Coût annuel des émissions de GES du réseau d'étude

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée ().

Par rapport au scénario Fil de l'Eau correspondant, l'exploitation du projet engendre une hausse des coûts des émissions de GES sur le réseau d'étude (+3,8 % en 2028 et +3,5 % en 2048).

22. QUALITÉ DE L’AIR INTÉRIEUR

22.1. PRÉSENTATION

Le projet prévoyant la création de logements, la problématique de la pollution de l’air intérieur dans les habitations est donc un sujet à prendre en considération. En effet, en France, une personne passe en moyenne 80 à 90 % de son temps en milieu clos, que ce soit en habitat, au travail ou dans les transports. Chaque année en France, la pollution de l’air intérieur est responsable du décès d’environ 20 000 personnes et engendre un coût socio-économique évalué à 19,5 milliards d’euros⁴⁰. Aussi, la question de la qualité de l’air intérieur est un sujet faisant l’objet de plus en plus d’études sanitaires et scientifiques.

Les polluants susceptibles d’affecter la qualité de l’air intérieur et la santé sont nombreux et de plusieurs types : composés toxiques (formaldéhyde, monoxyde de carbone, ...), biologiques (acariens, pollens, moisissures, ...), radioactifs (radon) ou physiques (particules fines, amiante).

L’origine de ces polluants est multiple. En effet, certains polluants proviennent de l’interaction avec l’air extérieur, mais la plupart sont émis à l’intérieur même des bâtiments, que ce soit par les équipements, les matériaux de construction ou les activités humaines.

La pollution de l’air intérieur peut avoir des effets sur la santé plus ou moins graves : toux, céphalées, irritation des yeux et de la gorge, fatigue, nausées, cancer.



Figure 143 : Principales sources de pollution de l’air intérieur en habitat (source : Ademe)

⁴⁰ ANSES (avril 2014) « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l’air intérieur »

22.2. POLLUANTS

Dans les habitations, le **formaldéhyde** est un des polluants les plus répandus du fait des nombreuses sources potentiellement présentes en environnement intérieur : bois agglomérés et contreplaqués (meuble et matériaux de construction), colle, vernis, produits ménagers, cosmétiques, fumée de tabac, ... Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures, classé cancérogène certain chez l’homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Le **monoxyde de carbone** provient de la combustion incomplète de matériaux carbonés, donc en général d’installations de chauffage mal réglées ou mal entretenues. Il est responsable de nombreuses morts par asphyxie en se liant à l’hémoglobine à la place du dioxygène, d’autant plus qu’il s’agit d’un gaz incolore et inodore.

Les **oxydes d’azote** (NOx) sont une famille de gaz formés d’azote et d’oxygène, comprenant principalement le monoxyde d’azote (NO) et le dioxyde d’azote (NO₂). Émis lors de combustions à haute température, la pollution intérieure provient essentiellement des appareils de chauffage ou de production d’eau chaude, des gazinières, du tabagisme ou de la circulation automobile (transfert de la pollution extérieure à l’intérieur des bâtiments).

Les **Composés Organiques Volatils** (COV) sont des substances pouvant facilement se trouver sous forme gazeuse dans l’atmosphère. Ils correspondent à plusieurs familles chimiques : alcanes, alcènes, aldéhydes, cétones, esters, alcools, terpènes...

Les sources intérieures de COV sont les activités humaines (tabagisme, produits d’entretien, bricolage, utilisation de bougies, d’encens...), les matériaux de construction, l’ameublement (vernis, peinture, colles...) et les équipements (imprimantes, appareils de chauffage...).

Les **particules en suspension** sont des solides de nature très diverse qui restent longtemps dans l’air compte tenu de leur petite taille. Les particules sont considérées comme substances hautement prioritaires par l’Observatoire de la Qualité de l’Air Intérieur (OQAI). Elles peuvent provenir de la fumée de tabac, de la cuisson des aliments, de bougies, d’encens, de feux de cheminée, ...

Le **dioxyde de carbone** est issu principalement de la respiration. Il ne présente pas un grand danger sanitaire, mais peut être utilisé pour déterminer le niveau de confinement d’un local et l’efficacité de la ventilation.

Les **polluants biologiques** sont constitués de l’ensemble des micro-organismes et des vecteurs particuliers en suspension dans l’air. Ils sont omniprésents et très divers, il s’agit des bactéries (dont certaines produisent des endotoxines), des virus, des moisissures (dont certaines produisent des mycotoxines), des allergènes d’animaux (chats, chiens), d’insectes (blattes) ou d’acariens, ou des pollens. Les effets sanitaires de ces micro-organismes, pollens, ou résidus de micro-organismes pour les allergènes, vont dépendre des espèces présentes, de leurs concentrations et de la durée d’exposition et des personnes exposées. Outre le risque infectieux, il existe des risques allergiques et toxiques non négligeables.

22.3. RECOMMANDATIONS

La ventilation et l'aération jouent un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution de l'air intérieur. En effet, elles permettent d'évacuer l'air chargé en pollution ou en humidité et d'apporter de l'air neuf. Le renouvellement de l'air d'un logement est la résultante de plusieurs facteurs : la perméabilité à l'air du bâtiment, l'ouverture des fenêtres et des portes et la présence de dispositifs spécifiques de ventilation (naturelle ou mécanique). Une maintenance régulière des systèmes de ventilation est donc primordiale pour réduire les problèmes de pollution intérieure.

Le taux d'humidité est un facteur important de la pollution de l'air intérieur. Un air trop humide tend à favoriser le développement de moisissures et bactéries dont les spores et toxines peuvent affecter la santé, tandis qu'un air trop sec fragilise les muqueuses respiratoires et les rend plus sensibles à la pollution. L'OQAI recommande un taux d'humidité relative compris entre 40 et 60 % pour une température de 18 à 22°C.

Il est donc conseillé de maintenir une humidité aux alentours de 50 %, dans un premier temps par une bonne ventilation des locaux, et dans un second temps par l'installation d'un humidificateur ou déshumidificateur d'air.

Une attention particulière doit être appliquée dans l'aménagement des logements afin de limiter les matériaux, peintures et meubles dégageant de composés toxiques comme le formaldéhyde ou les COV. Les produits de construction et de décoration (matériaux d'isolation, peinture, papiers peints, colle, vernis, moquette, ...) doivent être choisis en fonction de leur niveau d'émissions de COV indiqué sur l'étiquette « émissions dans l'air intérieur » obligatoire depuis 2013.



Figure 144 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration

L'emploi de produits d'entretien doit respecter les dosages et les consignes d'utilisation indiquées sur l'étiquette et stockés, flacon fermé, dans une zone ventilée.

Les appareils de combustion (chauffage et gazinière) doivent être entretenues et vérifiées périodiquement.

Enfin, le tabagisme, ainsi que l'utilisation de bougies, d'encens et de parfums d'intérieur est déconseillé.

Afin de remédier à une pollution de l'air persistante, il existe des dispositifs de décontamination par effet photochimique, oxydation photocatalytique ou photoplasma. Ces appareils présentent cependant des inconvénients (efficacité en situation réelle, coût élevé, bruit, ...) et de ce fait, ne doivent être envisagés qu'après mise en place d'actions préventives.

23. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

Concernant les secteurs résidentiel et tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

La **pollution atmosphérique** dans le domaine **des transports** est une nuisance pour laquelle **il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables**. Cependant, pour le transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation de la norme Euro 6 (voire 7 dans quelques années) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme, il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : vote du 08 juin 2022 du Parlement européen interdisant les ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2035 (sachant qu'en 2020 ces derniers [motorisations 100 % essence ou diesel] représentent encore 54 % des ventes⁴¹ de véhicules neufs ; 74 % si l'on inclut les motorisations hybrides essence et hybrides diesel) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules.
- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur. Il est possible de citer :
 - Le déploiement des véhicules électriques à batteries ou à pile à combustibles (hydrogène) et les projets de logistique du dernier kilomètre avec le projet ESPRIT (quadricycles électriques en autopartage emboîtables et attelables pour former des trains routiers).
 - Les trains à sustentation magnétique tels que le Transrapid de Shanghai, le Linimo au Japon déjà en circulation.
 - Les capsules taxi autonomes à sustentation magnétique telles que le projet SkyTran.
 - Des capsules suspendues sur rails à propulsion humaine (par pédales) telles que le projet Shweeb.
 - Les « vactrain » tels que Hyperloop ou Transpod fonctionnant sur coussin d'air dans des tubes sous pression réduite : de nombreux projets ont été imaginés en France. Des projets similaires existent également pour le transport de marchandises en souterrain.
 - Les téléphériques urbains à vocation de transport en commun et non juste de desserte de sites touristiques, tels que Métrocable à Medellín, le téléphérique de Brest (800 000 personnes par an) ou de Toulouse déjà en fonctionnement. À Toulouse, la mise en service a eu lieu en mai 2022. Ce métrocable comporte 3 stations et desservira en 10 min un trajet nécessitant 40 min de voiture. Le projet de l'agglomération de Grenoble a été validé le 20 février 2020 et devrait voir le jour en 2026. Ce téléphérique urbain reliera les communes de Fontaine et de Saint-

Martin-le-Vinoux en survolant la rivière du Drac et l'autoroute A80. Il comportera 4 stations pour une durée de transport de 13 min sur la totalité de la ligne.

- Le développement des transports individuels en free-floating (vélos, trottinettes).
- Concernant le transport maritime, des projets de bateaux au GPL et force des vents (coque ou voile gigantesque) ou encore solaires voient le jour tels que Vindskip, Efuture 13000C, Skysails.
- Le transport aérien voit des projets d'avions modulables avec Clip-Air ou d'avion solaire (Solar Impulse), des projets reprenant le principe du dirigeable tels que SolarShip, Aeros.
- Les projets d'hoverboard (skate en lévitation) utilisant le principe de supraconductivité tels que Magsurf ou Slide.

- L'évolution des pratiques personnelles de transport :
 - Déploiement des véhicules gyroscopiques roulant électriques monoplace (gyropode, gyroroue, gyroskate).
 - L'augmentation de la part modale du vélo (électrique ou non) en zone urbaine, la part modale augmentant de l'ordre de 10 % à 35 % par an dans les grandes villes françaises (source : ADEME).
 - L'utilisation importante du free-floating.

À l'égard de l'ensemble de ces projets, déjà en service ou en développement, visant la réduction du transport routier individuel, il est plausible d'envisager que dans le futur long terme, la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui soit révolutionnée et que les émissions polluantes liées à la combustion des véhicules thermiques diminuent fortement et plus drastiquement que dans les perspectives actuelles.

En tout état de cause, plusieurs types de mesures peuvent être mis en place afin de minimiser l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

23.1. MESURES D'ÉVITEMENT

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs.

Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou sensibles.

23.2. MESURES DE RÉDUCTION

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

- Éloignement

⁴¹ <http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescler/r/venteParTypeEnergie>

L'éloignement consiste à installer les populations à distance des sources d'émissions, et particulièrement les populations sensibles pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.

Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière, car elles représentent une part importante des émissions de polluants (en moyenne en France, plus de 55 % pour le dioxyde d'azote et entre 15 et 20 % pour les PM10 et PM2,5).

Les mesures d'éloignement vis-à-vis des sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu, en termes d'exposition des personnes, peut rapidement se montrer important.

- **Adaptation de la morphologie urbaine**

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air afin de, soit :

- Favoriser la dispersion des polluants et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations ;
- Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles), afin que les zones à enjeux ou sensibles soient protégées des sources d'émission.

- **Recommandations constructives sur les bâtiments et gestion du bâtiment au quotidien**

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Pour limiter la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur dans les bâtiments, il est possible d'agir, par exemple, sur :

- Le positionnement et l'implantation des ouvrants (dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des ouvertures sur les façades les moins exposées à la voirie) ;
- Le positionnement des bouches de prise d'air neuf (de manière générale, privilégier le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment, loin des bouches d'air vicié, de parkings).
- La ventilation (par exemple, mettre en place et entretenir régulièrement une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double-flux comprenant une filtration de l'air entrant (filtre à pollen et filtre à poussières fines)) ;
- etc.

23.3. AMÉNAGEMENTS DU TERRITOIRE

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Les activités polluantes mais également les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs...) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.

À l'échelle de l'aménagement, plusieurs paramètres ont une influence sur l'exposition des populations et sur la dispersion des polluants :

- La présence d'obstacles verticaux obstrue les flux d'air, mais peut aussi être mise à profit *via* des bâtiments « masques », par exemple, pour protéger des espaces vulnérables et/ou sensibles de voies au trafic soutenu ;
- La présence d'obstacles horizontaux influence fortement la vitesse du vent en fonction des inégalités de hauteur de la canopée urbaine ;
- Les configurations « en canyon » bloquent le flux d'air et limitent la ventilation ;
- La complexité des rues et leur obstruction (rapport entre l'écartement des immeubles et leur hauteur) sont des facteurs aggravants.

Les espaces ouverts (Nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) constituent des espaces permettant la circulation de l'air et la dispersion des polluants contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres.

Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines.
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote...) ; selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4% pour le NO₂ et de 1% pour les PM10.
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- Les alignements d'arbres ont une capacité de captation mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé).
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes, cela est à prendre en considération dans le choix des espèces (le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes⁴²).

⁴² <http://www.vegetation-en-ville.org/> (site du RNSA)

23.4. LUTTE CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Avec le réchauffement climatique, les vagues de chaleur devraient s'intensifier significativement en Europe dans les décennies à venir. Pour contrecarrer le phénomène des îlots de chaleur urbains, plusieurs solutions sont envisagées : de l'aménagement des espaces verts à l'arrosage des chaussées, en passant par la mise en œuvre de revêtements adaptés.

En effet, augmenter la couverture végétale au sol permet de rafraîchir plus efficacement les rues. Cet effet de rafraîchissement est d'autant plus efficace si la surface végétalisée est importante et si la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C, et la combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement⁴³.

Des solutions alternatives telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

En l'état de définition du projet, aucune solution de lutte contre les îlots de chaleur urbains n'est impliquée.

⁴³ Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

Conclusion - Analyse des Impacts

24. CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Cette partie du rapport a traité l'analyse des impacts du volet Air & Santé concernant le projet d'aménagement urbain « La Trelette », sur le territoire de la ville de Carqueiranne (Var/83).

L'analyse des impacts a été menée en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

Six établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèche, écoles, résidence autonomie sénior) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases de chantier et d'exploitation.

Les bâtiments créés respecteront *a priori* la RE2020 (ou la RT2012 pour les locaux d'activités). Les émissions liées au bâti s'avéreront ainsi minimales comparées aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

Par rapport à la situation actuelle de 2024, il est observé à l'horizon futur de 2028 :

- Une augmentation des indices VK Tous Véhicules quelle que soit la situation (+3,7% en situation « Fil de l'eau » et +10,9 % en situation « Projet ») ;
- Une diminution des émissions de tous les principaux polluants à l'exception du SO₂, de l'arsenic et du nickel quelle que soit la situation ;
- Une diminution des émissions moyennes de polluants quelle que soit la situation (-22 % en situation « Fil de l'eau » et -19 % en situation « Projet ») tous polluants confondus considérés dans cette étude ;
- Pollution atmosphérique : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (en moyenne sur les polluants réglementés : -7,4 % pour la situation « Fil de l'eau » et -5,5 % pour la situation « Projet ») ;
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO₂) et par l'abrasion (traceur PM10) pour toutes les situations.

Par rapport à la situation future « Fil de l'eau » 2028, la mise en œuvre du projet induit :

- Une légère augmentation des émissions moyennes de polluants atmosphériques tous polluants confondus considérés dans cette étude (+3,9 %) corrélée avec l'augmentation de l'indice VK Tous Véhicules et de la consommation énergétique ;
- Pollution atmosphérique : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (+2,1 %). Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentations inférieures à 0,25 µg/m³ pour le NO₂, PM10 et PM2,5).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : il est constaté une légère hausse négligeable des concentrations en polluants.

Par rapport à la situation actuelle de 2024, il est observé à l'horizon futur de 2048 :

- Une augmentation des indices VK Tous Véhicules quelle que soit la situation (+9,4 % en situation « Fil de l'eau » et +16,2 % en situation « Projet ») ;
- Une diminution des émissions de tous les principaux polluants à l'exception du SO₂, de l'ammoniac, de l'arsenic et du nickel quelle que soit la situation ;
- Une diminution des émissions moyennes de polluants quelle que soit la situation (-62 % en situation « Fil de l'eau » et -61 % en situation « Projet ») tous polluants confondus considérés dans cette étude ;
- Pollution atmosphérique : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (en moyenne sur les polluants réglementés : -4,8 % pour la situation « Fil de l'eau » et -2,8 % pour la situation « Projet »).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO₂) et par l'abrasion (traceur PM10) pour toutes les situations.

Par rapport à la situation future « Fil de l'eau » 2048, la mise en œuvre du projet induit :

- Une légère augmentation des émissions moyennes de polluants atmosphériques tous polluants confondus considérés dans cette étude (+3,6 %) corrélée avec l'augmentation de l'indice VK Tous Véhicules et de la consommation énergétique ;
- Pollution atmosphérique : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (1,9 %). Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentations inférieures à 0,11 µg/m³ pour le NO₂, PM10 et PM2,5).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : il est constaté une légère hausse négligeable des concentrations en polluants.

Également, l'évaluation quantitative des risques sanitaires indique que les indicateurs sanitaires (QD, ERI, concentrations inhalées pour les polluants sans VTR) diminuent aux horizons 2028 et 2048 en situation avec et sans projet comparativement à ceux calculés en situation actuelle (2024) et ne varient pas de manière significative entre les scénarios « Fil de l'eau » et « Projet ». Bien que certaines recommandations de l'OMS soient dépassées en situations Fil de l'eau et Projet, l'aménagement projeté (aux horizons 2028 comme 2048) n'est pas de nature à augmenter le risque sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations « Fil de l'eau » et « Projet »). La localisation du projet n'est pas de nature à induire une exposition des futurs résidents supérieure à celle des résidents de la zone d'étude hors du projet.

En définitive, l'aménagement projeté et les hausses de trafic corrélées ne vont pas entraîner de modification notable ni de la qualité de l'air sur le secteur, ni de l'exposition à la pollution atmosphérique des populations présentes, comparativement à la situation sans projet à horizon d'étude équivalent. En outre, la réalisation du projet n'engendre pas de risque supplémentaire pour les futurs résidents du projet par rapport aux habitants déjà présents sur la zone d'étude.

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet, comparativement à la situation dite actuelle.

Tableau 87 : Synthèse de l’analyse des impacts

PHASE TRAVAUX	À ce jour, la durée prévisionnelle des travaux sur l’ensemble de l’ensemble immobilier n’étant pas connue, il n’est pas possible d’estimer la quantité de poussières totales émises pendant la phase travaux.
VEHICULES-KILOMETRES	Sur le réseau d’étude : -Par rapport à la situation actuelle 2024, les indices VK Tous Véhicules augmentent quelle que soit la situation : +3,7 % en situation « Fil de l’eau » 2028 et +10,5 % en situation « Projet » 2028 ; +9,4 % en situation « Fil de l’eau » 2048 et +16,2 % en situation « Projet » 2048. -La réalisation du projet, comparativement à la situation « Fil de l’eau » correspondante, engendre une augmentation des VK de +6,6 % en 2028 et de +6,2 % en 2048.
CONSOMMATION DE CARBURANT	Sur le réseau d’étude : -Par rapport à la situation actuelle 2024, la consommation de carburant diminue en situation « Fil de l’eau » 2028 (-2 %) et 2048 (-16 %). -La situation « Projet » induit une augmentation de la consommation de carburant par rapport à la situation « Fil de l’eau » correspondante : +3,8 % en 2028 » et +3,3 % en 2048.
ÉMISSION DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	-Par rapport à la situation actuelle 2024, les émissions moyennes tous polluants confondus considérés dans cette étude diminuent aux horizons futurs quelle que soit la situation (-22 % en situation « Fil de l’eau » 2028 ; -19 % en situation « Projet » 2028 ; -62 % en situation « Fil de l’eau » 2048 et -61 % en situation « Projet » 2048. Cette diminution est en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations) et ce, malgré la hausse des VK. -Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), la réalisation du projet de construction génère une évolution moyenne des émissions de polluants de +3,9 % par rapport à la situation « Fil de l’eau » 2028 et + 3,6% par rapport à la situation « Fil de l’eau » 2048 (moyenne sur l’ensemble des polluants). Cela est à corréliser avec l’augmentation des VK sur le réseau d’étude entre les situations « Projet » et « Fil de l’eau », compte tenu de l’augmentation des déplacements.
CONCENTRATION DANS L’AIR AMBIANT	En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières du réseau d’étude ajoutées à la pollution de fond, les concentrations en NO ₂ et en particules PM ₁₀ et PM _{2,5} calculées en moyennes annuelles (et horaires ou journalières) sont inférieures aux seuils réglementaires au niveau des <u>lieux vulnérables existants</u> , de <u>l’emprise projet</u> et des <u>zones d’habitation hors projet</u> , pour toutes les situations (actuelle, fil de l’eau, projet) et les horizons (2024, 2028, 2048). Les concentrations en polluants les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés, notamment près de la D559. Par rapport à la situation actuelle 2024, il est observé aux horizons futurs 2028 et 2048 : <u>Pollution atmosphérique</u> : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d’étude (en moyenne sur les polluants réglementés : -7,4 % pour la situation « Fil de l’eau » 2028, -5,5 % pour la situation « Projet » 2028, -4,8 % pour la situation « Fil de l’eau » 2048 et -2,8 % pour la situation « Projet » 2048). <u>Enjeux populationnels</u> (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : une baisse des concentrations en polluants émis à l’échappement (traceur NO ₂) et par l’abrasion (traceur PM ₁₀) pour toutes les situations. Par rapport à la situation futur Fil de l’eau 2028, la mise en œuvre du projet induit : <u>Pollution atmosphérique</u> : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d’étude (+2,1 %). Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentations inférieures à 0,25 µg/m ³ pour le NO ₂ , PM ₁₀ et PM _{2,5}). <u>Enjeux populationnels</u> (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : il est constaté une légère hausse négligeable des concentrations en polluants. Par rapport à la situation futur Fil de l’eau 2048, la mise en œuvre du projet induit : <u>Pollution atmosphérique</u> : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d’étude (1,9 %). Les hausses maximales des concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentations inférieures à 0,11 µg/m ³ pour le NO ₂ , PM ₁₀ et PM _{2,5}). <u>Enjeux populationnels</u> (lieux vulnérables existants, habitations existantes [hors projet], futures habitations [emprise projet]) : il est constaté une légère hausse négligeable des concentrations en polluants. L’exploitation du projet d’aménagement « La Trelette » à Carqueiranne [83] et les hausses de trafic associées sur la <u>zone d’étude</u> ne sont pas de nature à influencer significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires aux horizons 2028 et 2048, que ce soit au niveau des <u>habitations hors projet</u> , des <u>lieux vulnérables existants</u> et de <u>l’emprise projet</u> , comparativement à la situation « Fil de l’eau » correspondante.
EQRS	En considérant les concentrations issues des émissions des brins routiers du réseau d’étude additionnées à la pollution de fond (pour le NO ₂ et les particules PM ₁₀ et PM _{2,5}), il est constaté que : - Quel que soit l’horizon et la situation étudiés, les Quotients de Dangers (QD) sont tous inclus dans le domaine de conformité (QD inférieur à 1) cela même en les additionnant par organe-cible. - Quel que soit l’horizon et la situation étudiés, les indices d’Excès de Risques Individuels (ERI) sont tous inclus dans le domaine de conformité (ERI inférieur à la valeur seuil de 10 ⁻⁵ correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée). - Les recommandations annuelles de l’OMS pour les particules PM ₁₀ et PM _{2,5} sont toutes dépassées quel que soit le scénario d’exposition (Enfant en bas âge, Écolier, Résident, Personnes âgées), l’horizon d’étude (2024, 2028 et 2048) et la situation (actuelle, Fil de l’eau et Projet). Concernant le dioxyde d’azote, la recommandation annuelle de l’OMS est dépassée à l’horizon 2024 (situation actuelle) et 2028 (Fil de l’eau et Projet) quel que soit le scénario d’exposition (Enfant en bas âge, Écolier, Résident, Personne âgée) et respectée à l’horizon 2048 - Les recommandations journalières (PM ₁₀ et PM _{2,5}) et horaire (NO ₂) sont toutes respectées au niveau des lieux vulnérables et des zones d’habitation hors et sur le projet pour tous les horizons et les situations. La recommandation journalière de l’OMS est dépassée pour le NO ₂ en situation actuelle et à l’horizon 2028 (fil de l’eau et projet) au niveau des habitations hors et sur le projet. Elle est également dépassée en situation actuelle au niveau école. - Aucune différence significative n’est relevée concernant les indicateurs sanitaires calculés pour les populations déjà présentes sur la zone d’étude, entre le scénario avec projet et sans projet aux horizons 2028 et 2048. - Les concentrations calculées pour les futurs habitants de l’emprise projet ne sont pas significativement différentes de celles calculées pour les résidents de la zone d’étude en situation projetée.

ÉMISSION DE GAZ A EFFET DE SERRE	Par rapport à la situation Actuelle 2024, sur le réseau d’étude, les émissions de GES diminuent en situation Fil de l’eau (2028 et 2048) et en situation projet 2048. En revanche elles augmentent légèrement en situation projet 2028. Par rapport à la situation Fil de l’eau correspondante, la réalisation du projet induit une augmentation légère des émissions de GES (+3,9 % en 2028 et +3,5 % en 2048).
COUT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	Par rapport à la situation Actuelle 2024, sur le réseau d’étude, le coût des émissions de polluants atmosphériques diminue en situation Fil de l’eau 2028 et augmente en situation Fil de l’eau 2048 et projet 2028 et 2048. Par rapport à la situation Fil de l’eau correspondante, la réalisation du projet induit une augmentation du coût des émissions de polluants atmosphériques (+6,4 % en 2028 et +6,1 % en 2048).
COUT DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée (). Par rapport au scénario Fil de l’Eau correspondant, l’exploitation du projet engendre une hausse des coûts des émissions de GES sur le réseau d’étude (+3,8 % en 2028 et +3,5 % en 2048).

Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l’Air	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	Hg	Mercure
AEE	Agence Européenne de l’Environnement	HPM	Heure de pointe du matin
ALD	Affections Longues Durées	HPS	Heure de pointe du soir
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l’Aménagement et des Réseaux
ARS	Agence Régionale de Santé	IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
As	Arsenic	INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry	INRETS	Institut de recherche sur les transports
Ba	Baryum	INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
B(a)P	Benzo(a)Pyrène	INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive	InVS	Institut de Veille Sanitaire
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes	IPP	Indice Pollution Population
CAA	Concentration Admissible dans l’Air	IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
Cd	Cadmium	IREP	Registre français des émissions polluantes
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès	kep	kilo équivalent pétrole
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	LOM	Loi d’Orientation des Mobilités
CH₂O	Formaldéhyde	MRL	Minimum Risk Level
CH₄	Méthane	NH₃	Ammoniac
C₂H₄O	Acétaldéhyde	Ni	Nickel
C₃H₄O	Acroléine	NO	Monoxyde d’azote
C₄H₆	1,3-Butadiène	NO₂	Dioxyde d’azote
C₆H₆	Benzène	NOx	Oxydes d’azote
CIGALE	Consultation d'Inventaires Géolocalisés	N₂O	Protoxyde d’azote
	Air Climat Énergie	O₃	Ozone
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer	OAP	Orientation d’Aménagement et de Programmation
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d’Étude de la Pollution Atmosphérique	OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
CJUE	Cour de justice de l’Union européenne	OMS	Organisation Mondiale de la Santé
CMI	Concentration Moyenne Inhalée	ORS	Observatoire Régional de Santé
CO	Monoxyde de carbone	PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
CO₂	Dioxyde de carbone	Pb	Plomb
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport	PCET	Plan Climat Énergie Territorial
CORINAIR	CORE INventories AIR	PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
COV	Composé Organique Volatil	PDU	Plan de Déplacements Urbains
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique	PIB	Produit intérieur brut
Cr	Chrome	PL	Poids Lourd
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	PLD	Plan Local de Déplacement
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques	PLQA	Plans Locaux de Qualité de l’Air
EFSA	European Food Safety Authority	PLU	Plan Local d’Urbanisme
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes	PLUi	Plan Local d’Urbanisme intercommunal
EICU	Effet d’Ilot de Chaleur Urbain	PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
EIS	Évaluation de l’Impact Sanitaire	PM₁₀	Particules de taille inférieure à 10 µm
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale	PM_{2,5}	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
EPT	Établissement Public Territorial	PM_{1,0}	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
ERI	Excès de Risque Individuel	PNSE	Plan National Santé Environnement
ERP	Établissement Recevant du Public	PPA	Plan de Protection de l’Atmosphère
ERU	Excès de risque Unitaire	PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
EQIS	Évaluation Quantitative de l’Impact Sanitaire	PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires	PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l’Air
FET	Facteur d’équivalence Toxique	PRSE	Plan Régional Santé Environnement
GES	Gaz à Effet de Serre	PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l’Air
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	QD	Quotient de danger
GPL	Gaz de pétrole liquéfié	REL	Risk Effect Level
		RfC	Reference concentration
		RIVM	[Pays-Bas] RijksInstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
		RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique

SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
SDRIF	Schéma directeur de la région Île-de-France
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SO₂	Dioxyde de soufre
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
TCA	Tolerable concentration in air
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
TSP	Poussières Totales (<i>Total Suspended Particulate matter</i>)
TV	Tous Véhicules
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	Ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	Zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l’Air
ZPAd	Zone de Protection de l’Air départementale

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES – MESURES *IN SITU*

Point n°1		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Centre du projet 86-204 Chemin de la Grillonne, 83320 Carqueiranne		43.09578°N 6.07274°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond projet	Début mesure	15/05/2024 à 10:03
Distance de la voie la plus proche	91 m	Fin mesure	13/06/2024 à 10:13
Type de support Hauteur	Poteau 2,0 m	Durée d'exposition	696,2 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-541 FTS-542	6,0 5,7	Moyenne = 5,8 µg/m³ Écart relatif = 3,8 %
PM ₁₀	Micro-capteur n°SD17	Moyenne : 5,2 µg/m³ Maximum : 12 µg/m³	Moyenne sur la durée de la campagne Maximum en moyenne journalière
PM _{2,5}		Moyenne : 4,7 µg/m³ Maximum : 11 µg/m³	

Point n°2		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Parking Impasse des Tulipes, 83320 Carqueiranne		43.09518°N 6.07349°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond projet	Début mesure	15/05/2024 à 10:28
Distance de la voie la plus proche	4 m	Fin mesure	13/06/2024 à 10:18
Type de support Hauteur	Arbre 2,0 m	Durée d'exposition	695,8 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-543	5,6	-

Point n°3		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Chemin de la Grillonne, 83320 Carqueiranne		43.09513°N 6.07240°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond projet	Début mesure	15/05/2024 à 9:40
Distance de la voie la plus proche	10 m	Fin mesure	13/06/2024 à 10 :13
Type de support Hauteur	Poteau, 2 m	Durée d'exposition	696,5 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-544	6,4	-

Point n°4		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Limite serre Chemin de la Grillonne, 83320 Carqueiranne		43.09599°N 6.07217°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond projet	Début mesure	15/05/2024 à 9 :51
Distance de la voie la plus proche	48 m	Fin mesure	13/06/2024 à 10 :13
Type de support Hauteur	Poteau, 2,0 m	Durée d'exposition	696,4 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-545	6,1	Moyenne = 6,0 µg/m³ Écart relatif = 1,0 %
	FTS-546	6,0	

Point n°5		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Chemin de la Grillonne x Parking Résidence les Anémones, 83320 Carqueiranne		43.09655°N 6.07313°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond projet	Début mesure	15/05/2024 à 10:04
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	13/06/2024 à 10 :13
Type de support Hauteur	Panneau, 2 m	Durée d'exposition	696,2 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-547	5,0	Blanc de mesure < LD
	FTS-548 (blanc)	<0,2	

Point n°6		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Chemin des Anémones, 83320 Carqueiranne		43.09686°N 6.07436°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond projet	Début mesure	15/05/2024 à 10:41
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	13/06/2024 à 09 :56
Type de support Hauteur	Poteau, 2 m	Durée d'exposition	695,3 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-549	4,6	-

Point n°7		La Trelette – Carqueiranne [83]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Chemin de la Missimine, 83320 Carqueiranne		43.10245°N 6.07972°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond urbain	Début mesure	15/05/2024 à 10:59
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	13/06/2024 à 09 :47
Type de support Hauteur	Panneau, 2 m	Durée d'exposition	694,8 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS-550	5,4	Moyenne = 5,4 µg/m³ Écart relatif = aucun
	FTS-530	5,4	
PM ₁₀	Micro-capteur n°SD5	Moyenne : 6,1 µg/m³ Maximum : 14 µg/m³	Moyenne sur la durée de la campagne Maximum en moyenne journalière
PM _{2.5}		Moyenne : 5,3 µg/m³ Maximum : 12 µg/m³	

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURES *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l’air est directement liée aux conditions météorologiques⁴⁴. En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.). De manière simplifiée :

- Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d’air contenant des polluants en provenance d’autres sources. Lorsqu’il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d’accumulation, n’est pas inhabituel.
- Les températures trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l’air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c’est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d’une moins bonne combustion.
- Le soleil est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l’ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d’ozone sera importante s’il existe dans l’atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c’est-à-dire les oxydes d’azote et les Composés Organiques Volatils).
- Les précipitations influencent également la qualité de l’air. De fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d’azote, etc.).
- Le phénomène d’inversion de température peut être à l’origine d’une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l’air diminue avec l’altitude (dans les basses couches de l’atmosphère), l’air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière). Cependant, lorsque le sol s’est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d’altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d’inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d’air chaud en altitude plus communément appelée couche d’inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l’ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l’air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d’azote et aux particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d’inversion de température.

Les données présentées proviennent de la station Météo-France « Hyères – Le Palyvestre »⁴⁵ (coordonnées : 43,10°N | 6,15°E) à environ 6,1 km à l’Est du projet.

⁴⁴ <https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques>

❖ Températures

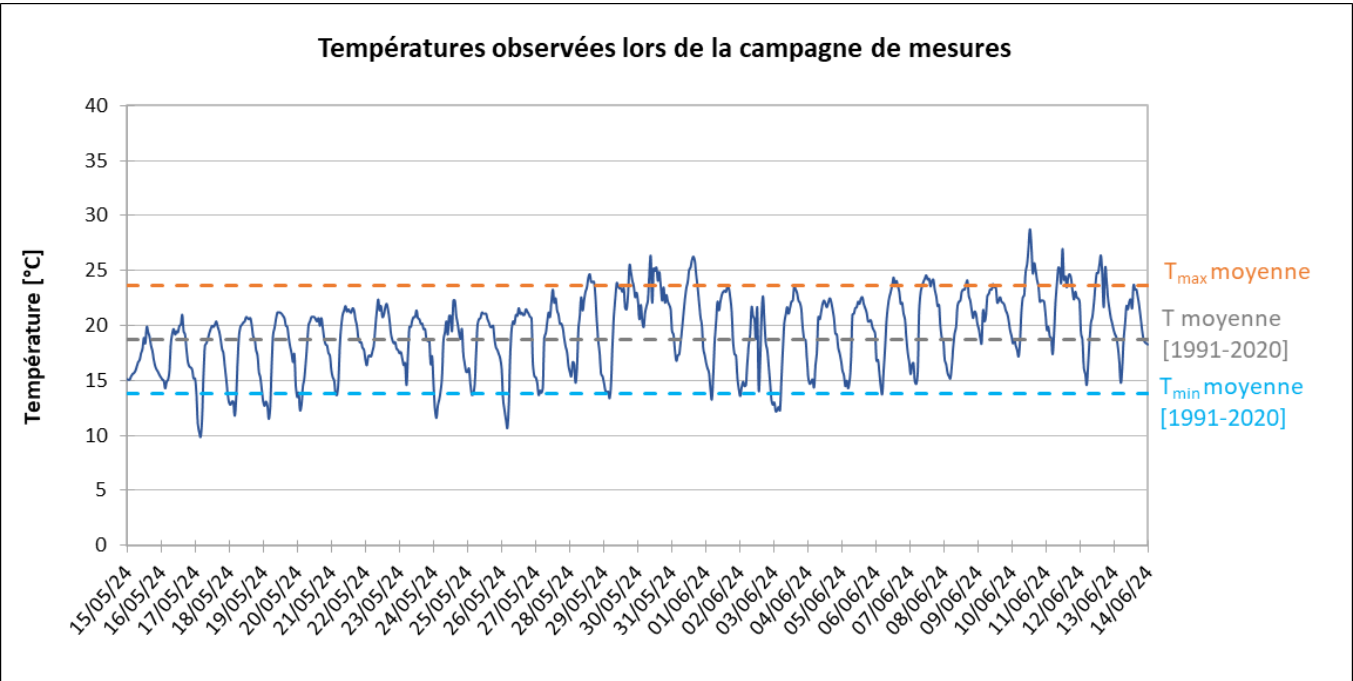


Figure 145 : Évolution des températures lors de la campagne

La température moyenne lors de la campagne de mesures *in situ* est de 19,4°C. Cela est supérieure à la moyenne des normales de mai et juin à savoir 18,7°C (période 1991-2020).

❖ Pression atmosphérique

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. A contrario, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.

Le graphique ci-après présente les pressions atmosphériques enregistrées au cours de la campagne de mesure.

⁴⁵ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/hyeres-le-palyvestre/valeurs/07667.html>

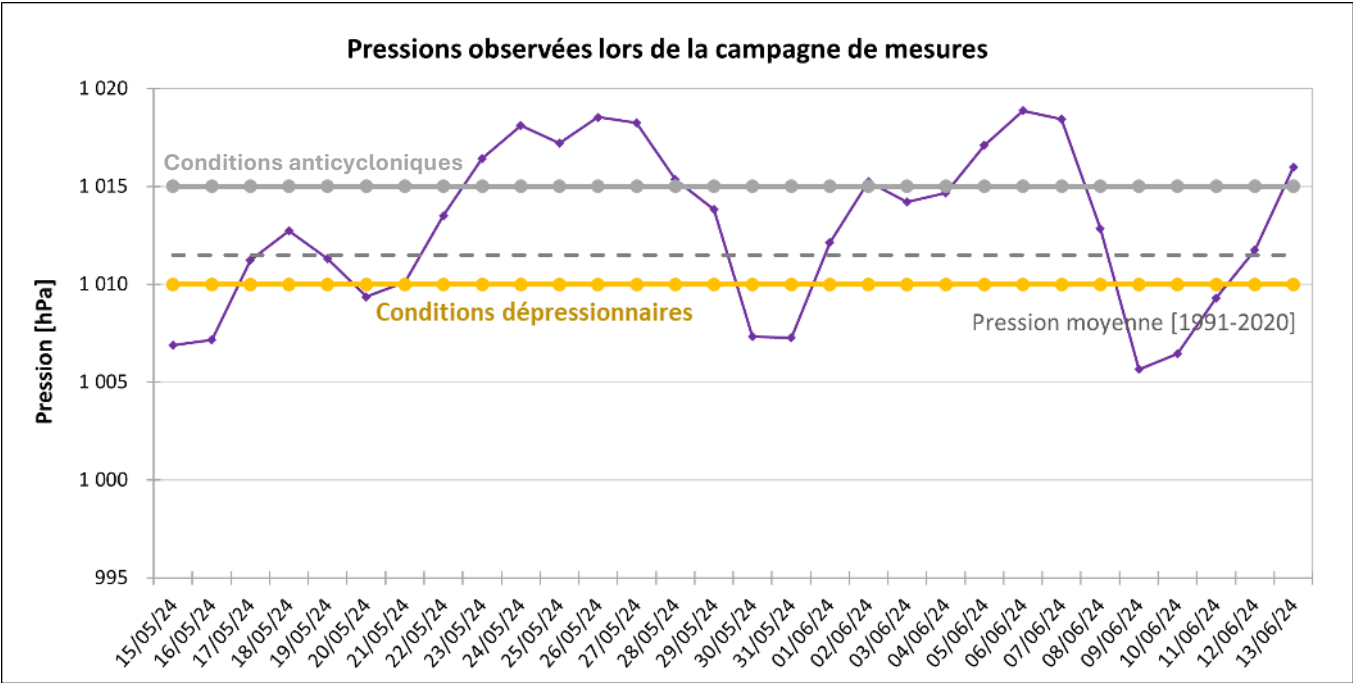


Figure 146 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la campagne

Les conditions de pression atmosphérique ont été anticycloniques du 23 mai au 28 mai et du 05 juin au 07 juin. Elles ont été dépressionnaires du 30 mai au 31 mai ainsi que du 09 juin au 11 juin.

❖ **Vents moyens et rafales**

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.

Les moyennes journalières des vitesses⁴⁶ des vents moyens horaires ainsi que les rafales maximales journalières sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure. Les données horaires sont tracées sur le graphe également suivant.

Tableau 88 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journalières		
Date	Vitesse moyenne [km/h]	Rafale Max [km/h]
15/05/2024	13,33	37,10
16/05/2024	16,17	49,00
17/05/2024	11,04	39,60
18/05/2024	9,21	40,00
19/05/2024	9,92	35,30
20/05/2024	7,92	32,80
21/05/2024	24,13	70,20
22/05/2024	23,67	63,70
23/05/2024	21,25	57,20
24/05/2024	9,71	39,60
25/05/2024	11,50	42,50
26/05/2024	13,54	41,80
27/05/2024	8,54	34,90
28/05/2024	8,71	33,30
29/05/2024	11,54	34,60
30/05/2024	25,50	69,50
31/05/2024	22,92	64,80
01/06/2024	11,63	41,80
02/06/2024	9,00	45,40
03/06/2024	8,67	24,80
04/06/2024	9,29	37,10
05/06/2024	11,38	36,70
06/06/2024	9,71	30,60
07/06/2024	10,13	35,60
08/06/2024	9,96	36,40
09/06/2024	12,96	42,80
10/06/2024	20,46	65,50
11/06/2024	22,00	69,80
12/06/2024	19,29	54,70
13/06/2024	23,38	64,40
Période	14,21	70,20

La vitesse moyenne du vent sur l'ensemble de la période est de 14,21 km/h. Les vitesses moyennes horaires sont comprises entre 0 km/h et 47,0 km/h (les 30 mai, 10 et 11 juin), avec des rafales atteignant au maximum 70,3 km/h le 21 mai 2024.

⁴⁶ Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

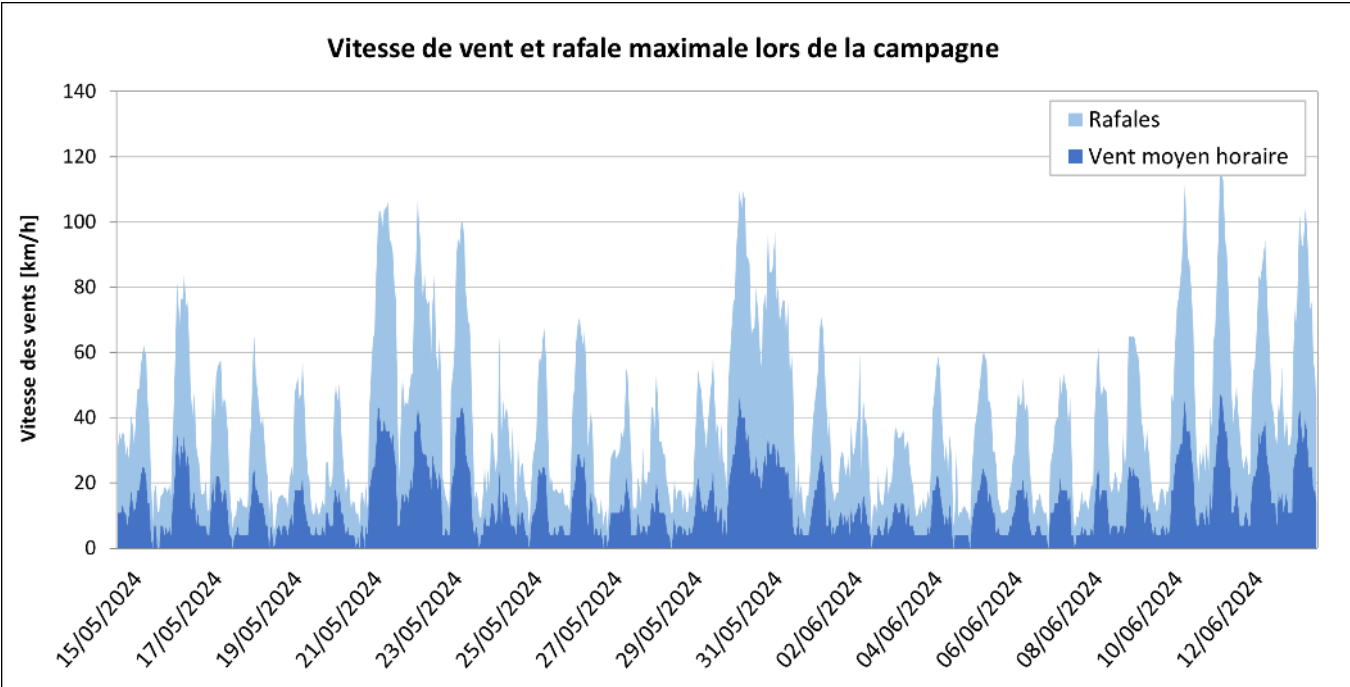


Figure 147 : Évolution de la vitesse moyenne horaire du vent et des rafales maximum horaires pendant la campagne de mesure

Les figures suivantes présentent le nombre d'observation et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesures in situ ainsi que la rose des vents annuelle.

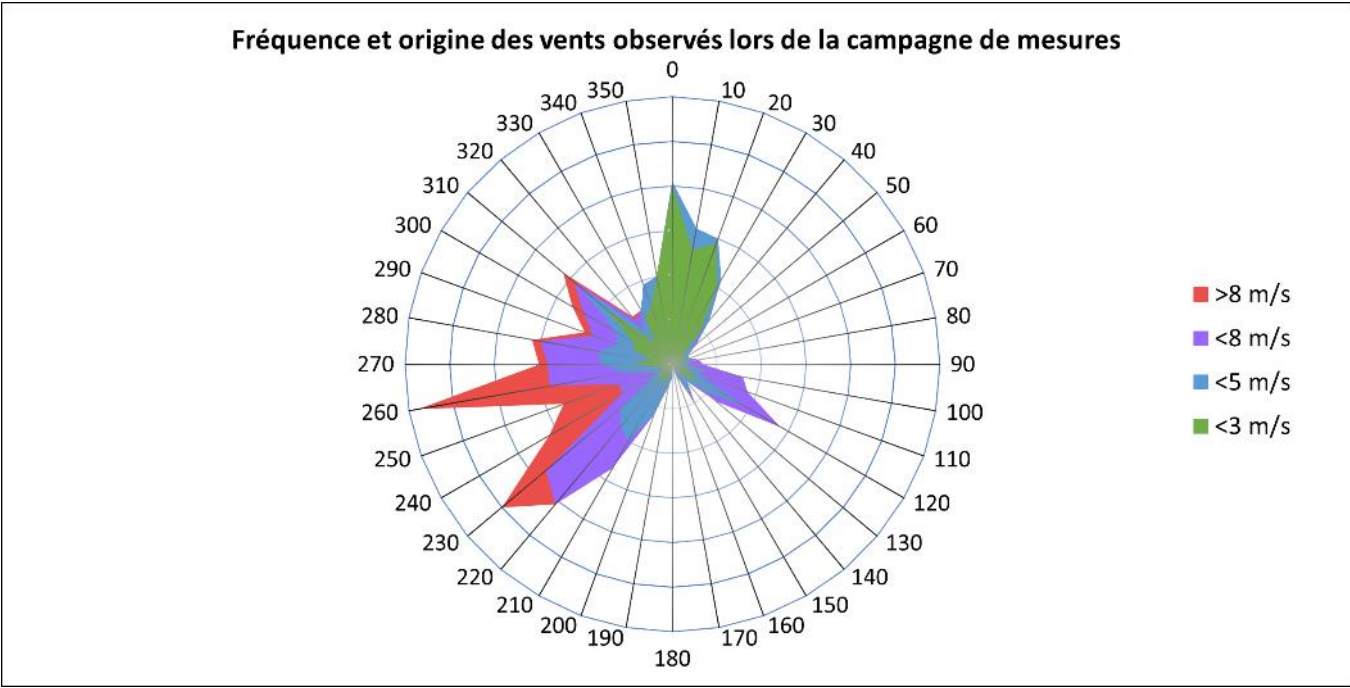


Figure 148 : Origine des vents lors de la période de mesure

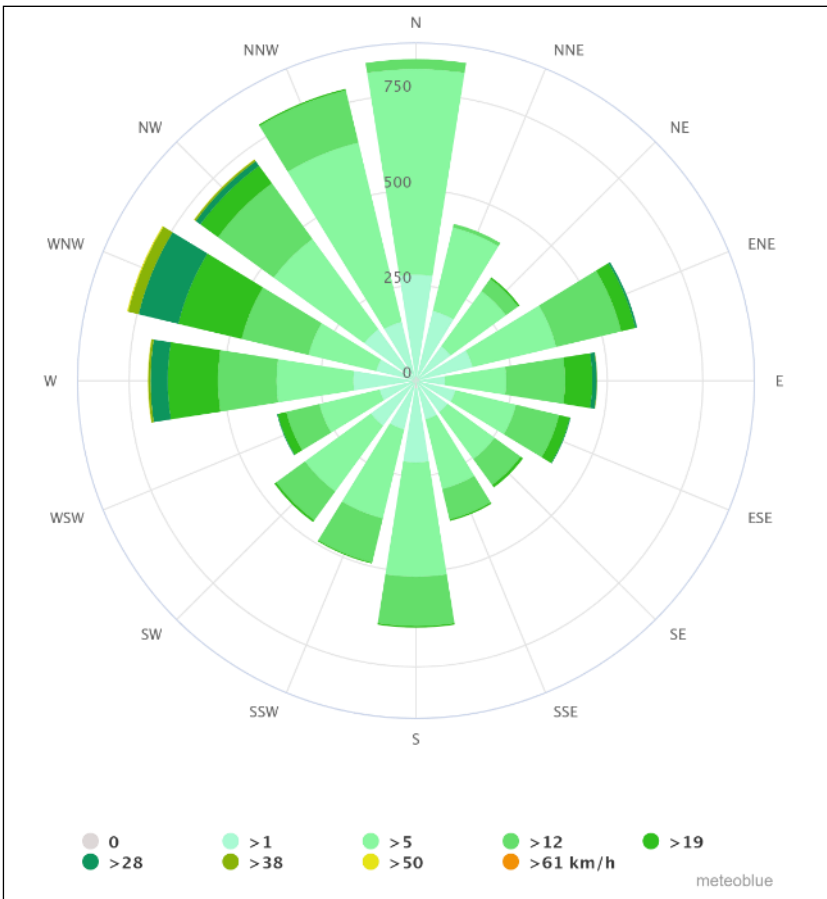


Figure 149 : Rose des vents annuelle à Carqueiranne (Source : meteoblue)

Lors de la campagne, les vents enregistrés sont majoritairement des vents :

- D'Ouest (fréquence cumulée de 23 % sur les secteurs de 250° à 290°)
- Du Sud-Ouest (fréquence cumulée de 21 % sur les secteurs de 200° à 250°)
- Du Nord (fréquence cumulée de 20 % sur les secteurs de 340° à 20°)

La rose des vents obtenue sur la période de mesures présente peu de similitudes avec celle observée en moyenne annuelle pour le secteur (vents venants majoritairement du quart Nord-Ouest). Pendant la campagne, les vents du nord-ouest (secteurs 290° à 330°) sont peu présents et ceux du Sud quasiment absents.

Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort. C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes. L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12).

Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent. Cette échelle est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 89 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calme	< à 1	< à 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	= ou > à 64	> à 118	Très gros dégâts.

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurés selon l’échelle de Beaufort.

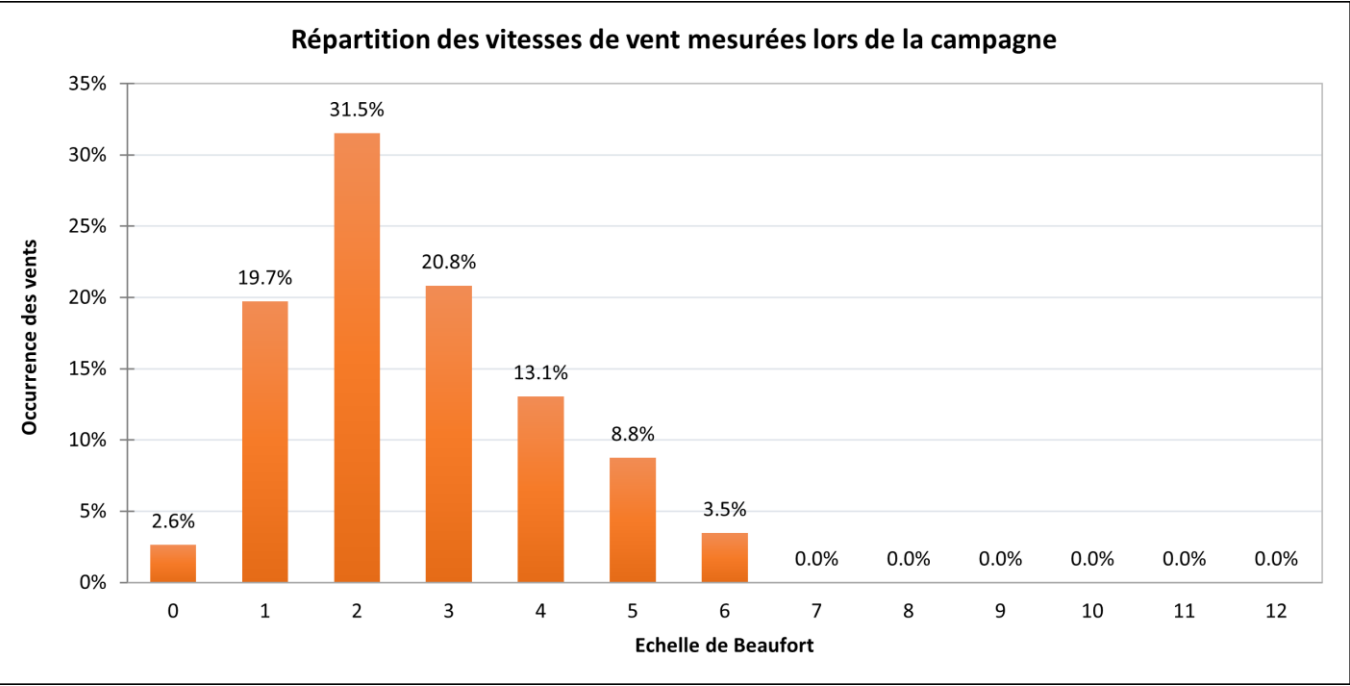


Figure 150 : Répartition des vitesses des vents selon l’échelle de Beaufort

Le vent a été présent de manière faible sur 74,6 % de la campagne : 2,6 % de vents ‘calmes’, 19,7 % de ‘très légères brises’, 31,5 % de ‘légères brises’ et 20,8 % de ‘petites brises’.

15,4 % de la campagne a donc présenté des épisodes venteux importants : 13,1 % des vents étaient des ‘jolies brises’, 8,8 % de ‘bonnes brises’ et 3,5% est de ‘vent frais’.

Les 3/4 des vents mesurés sont des vents faibles ne favorisant pas une dispersion efficace des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 74,6 % des vents mesurés.

❖ Précipitations

Les hauteurs de précipitations pendant la période de mesures sont illustrées en figure suivante.

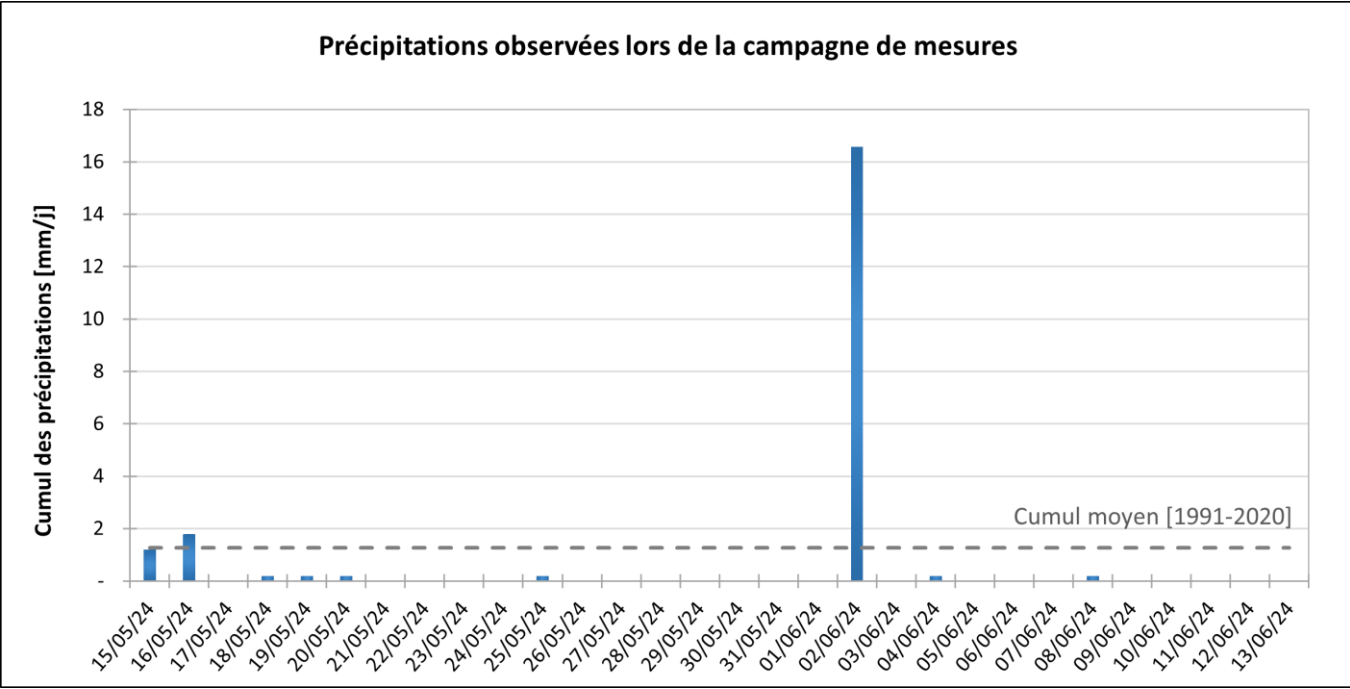


Figure 151 : Précipitations pendant la campagne de mesure

Lors de la campagne de mesures (30 jours), le cumul des précipitations a été de 20,8 mm répartis sur 30 jours, avec une moyenne de 0,7 mm/j.

Les précipitations sur cette période sont inférieures à la normale ; la normale proratisée de mai/juin (ramenée à 30 jours) étant de 38,2 mm sur la période avec 1,3 mm/j [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de -45,5 %.

Le nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm (3 jours) est quasiment identique à la normale sur la période, qui est de 3,5 jours [Données Météo-France pour 1991-2020].

La période de mesure s’avère plus sèche que les normales de saison. Le phénomène de lessivage de l’air par les pluies est moins présent comparé à la normale pour laquelle ce phénomène est déjà très faible.

ANNEXE N°4 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site de l'Aasqa référente.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ Programme APHEIS

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

❖ Programme CAFE

Par exemple, dans le programme CAFE (Clean Air for Europe, 'un Air propre pour l'Europe'), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l'exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d'espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l'ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d'euros par an en 2020.

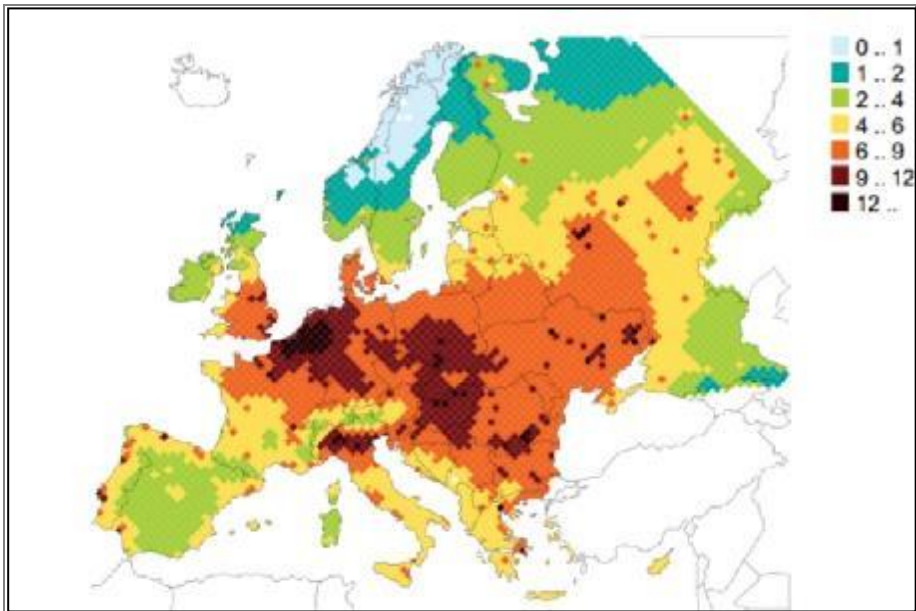


Figure 152 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]

Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec

l'exposition chronique aux particules fines PM2,5 d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois.

❖ Programme APHEKOM

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ Les EIS (Évaluations d'Impact Sanitaire)

Une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

En date de Mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d'habitants ont ainsi bénéficié d'EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l'impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m³ à Toulouse à 24,7 µg/m³ à Lyon. Si la valeur-guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m³ de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d'espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

❖ Le PNSE (Plan National Santé Environnement)

Le Plan National Santé Environnement vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement. Le PNSE (rappel : plan national santé environnement) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans.

Le deuxième plan national santé environnement a été adopté en conseil des Ministres le 24 juin 2009 pour la période 2009-2013. Sa mise en œuvre a été placée sous le copilotage des ministères en charge de la santé et de l'écologie.

Le troisième PNSE (2015-2019) témoigne de la volonté du gouvernement de réduire autant que possible et de façon la plus efficace les impacts des facteurs environnementaux sur la santé afin de permettre à chacun de vivre

dans un environnement favorable à la santé. Il a fait l'objet d'une déclinaison en plans régionaux santé environnement (PRSE).

Le quatrième PNSE 4, (2021-2025), intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.

Le PNS4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

❖ Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.

Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - NO₂, O₃, PM₁₀ et PM_{2,5} - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Ont pu être observées des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM₁₀, PM_{2,5}) et de NO₂ et le nombre journalier d'hospitalisations pour causes cardiovasculaires. Ces relations sont plus importantes pour les 65 ans et plus. Elles sont également plus élevées pour les causes cardiaques, en particulier les cardiopathies ischémiques, alors qu'elles ne sont pas significatives pour les maladies cérébrovasculaires.

Concernant les admissions hospitalières pour causes respiratoires, les excès de risque relatif associés à une augmentation des niveaux de NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

❖ Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

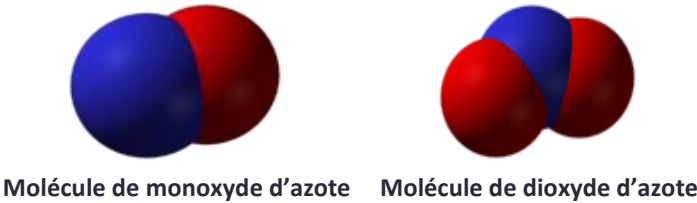
Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.
- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction" estime le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France, entre 68 et 97 milliards d'euros.

ANNEXE N°5 : PRESENTATION DES PRINCIPAUX POLLUANTS AUTOMOBILES

Oxydes d'azote [NOx]

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO₂]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques).
À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.



❖ Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO₂ dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO₂ dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

❖ Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

❖ Principales sources d'émission

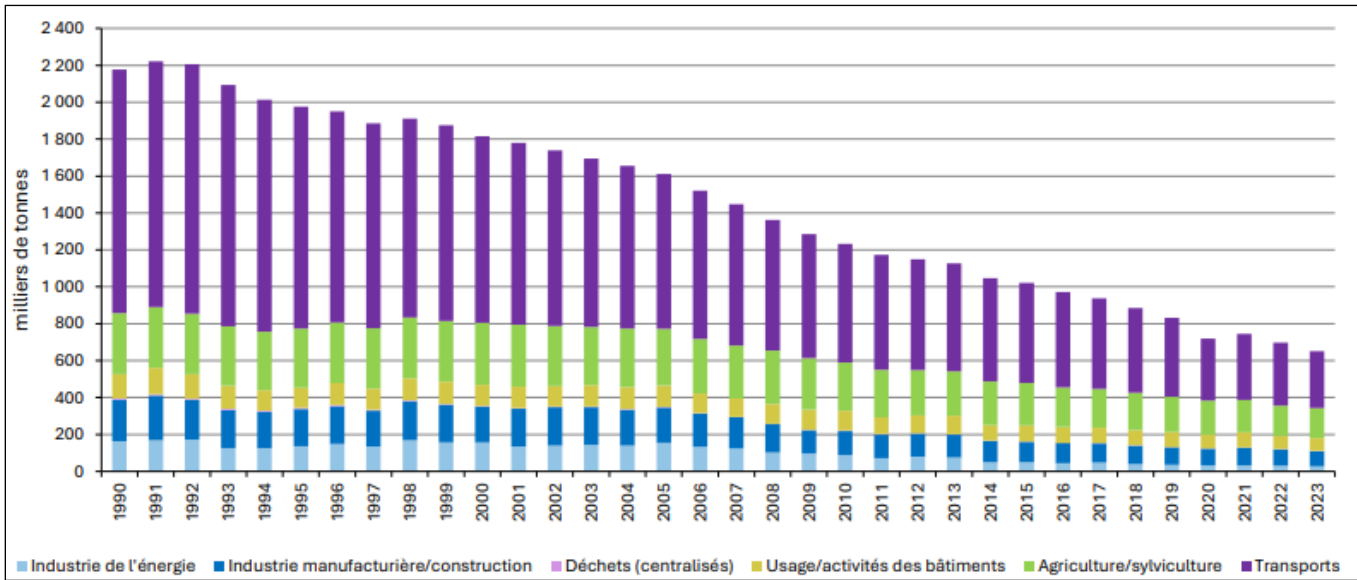


Figure 153 : Évolution des émissions de NOx dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten)

Les transports sont le 1^{er} secteur émetteur de NOx (49 % des émissions de la France métropolitaine en 2022). Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques. La tendance à la baisse plus marquée en 2020 qu'auparavant est l'effet des mesures de confinement liées à la crise sanitaire du Covid 19.

Particules en suspension PM10 et PM2,5

Les particules sont des entités liquides ou solides en suspension dans l'air (gaz) ; elles forment avec ce dernier un aérosol (gaz + particules en suspension).

Les particules en suspension sont considérées aujourd'hui comme l'un des principaux indicateurs de la qualité de l'air. Elles peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) ou anthropique (combustion incomplète de matières fossiles, transport, agriculture, activités industrielles : sidérurgie, incinération...). Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils.

On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), 2,5 microns (PM2,5) et 1 micron (PM1).

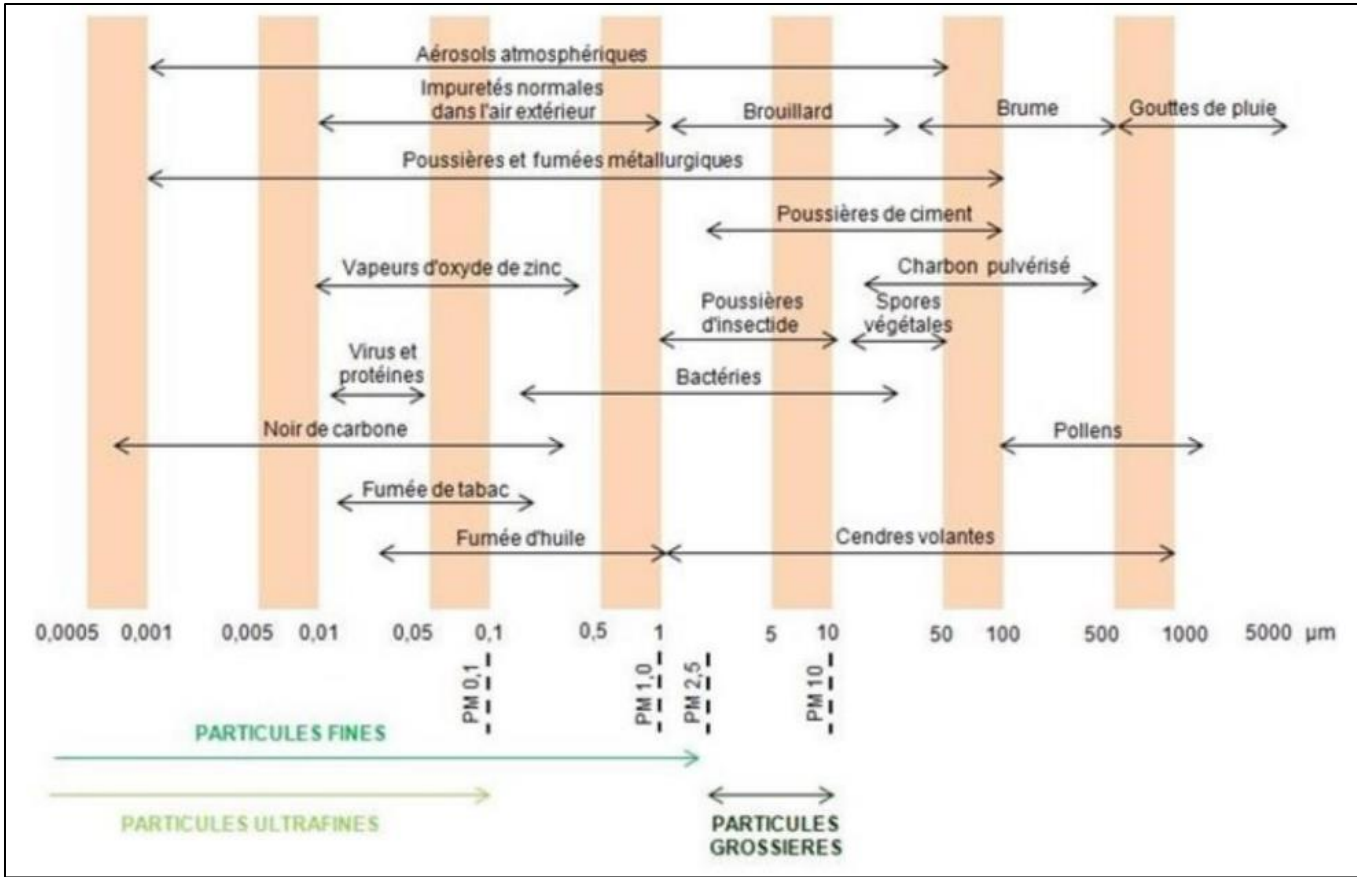


Figure 154 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA)

❖ Principales sources d'émission

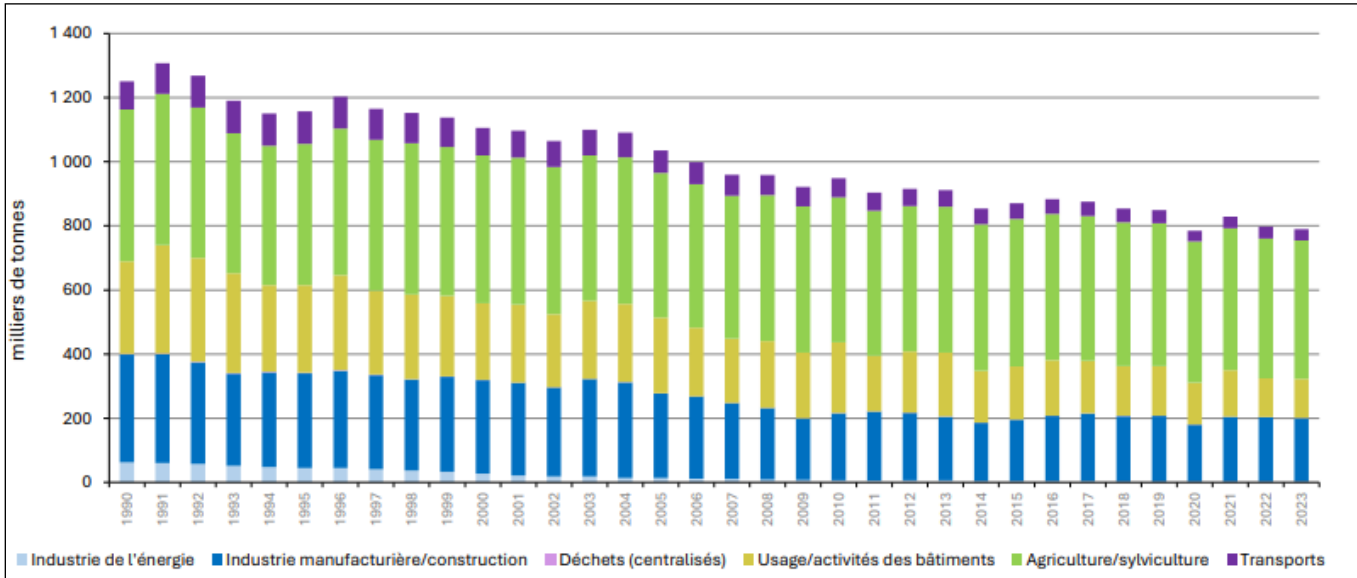


Figure 155 : Évolution des émissions de TSP dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten)

Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2022. Il s'agit par ordre d'importance de :

- L'agriculture/sylviculture avec 55 % des émissions de la France métropolitaine, notamment du fait des labours des cultures ;
- L'industrie manufacturière avec 25 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières ;
- Le résidentiel / tertiaire (15 %) du fait de la consommation de bois ;
- Les transports (5 %).

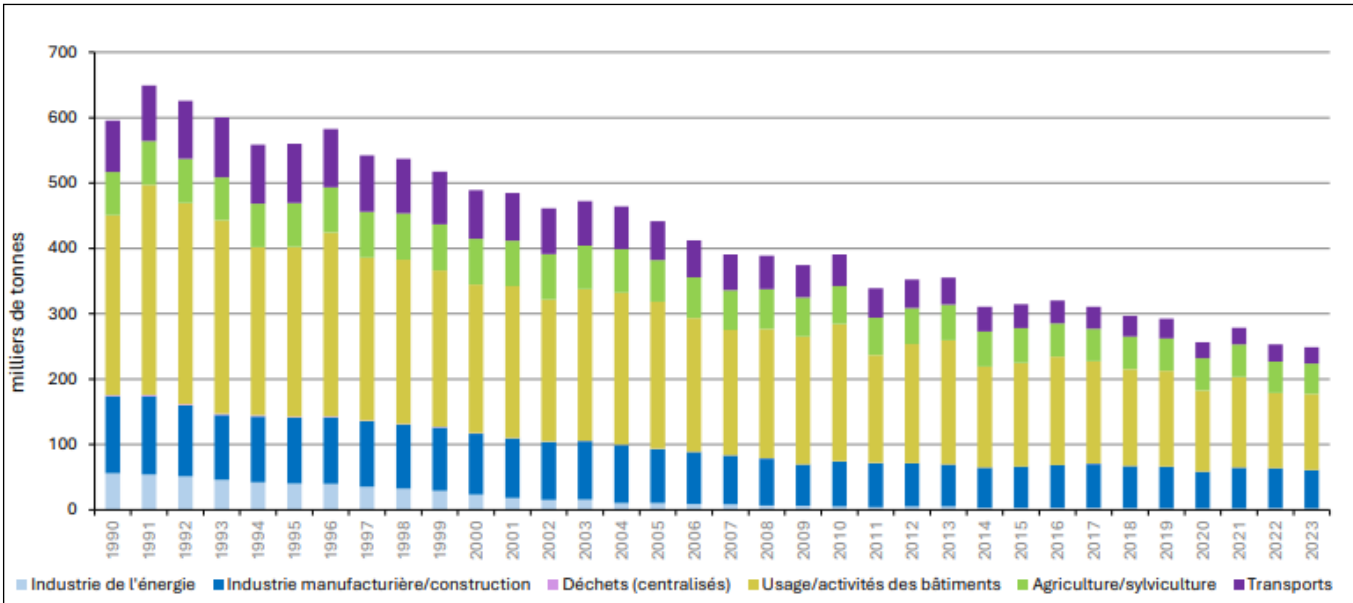


Figure 156 : Évolution des émissions de PM10 dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten)

Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2022 sont :

- Le résidentiel / tertiaire (46 %), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul ;
- L'industrie manufacturière/construction (24 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction ;
- L'agriculture / sylviculture (19 %), en particulier les élevages et le labour des cultures ;
- Les transports (10 %) ;
- La transformation d'énergie 1 %.

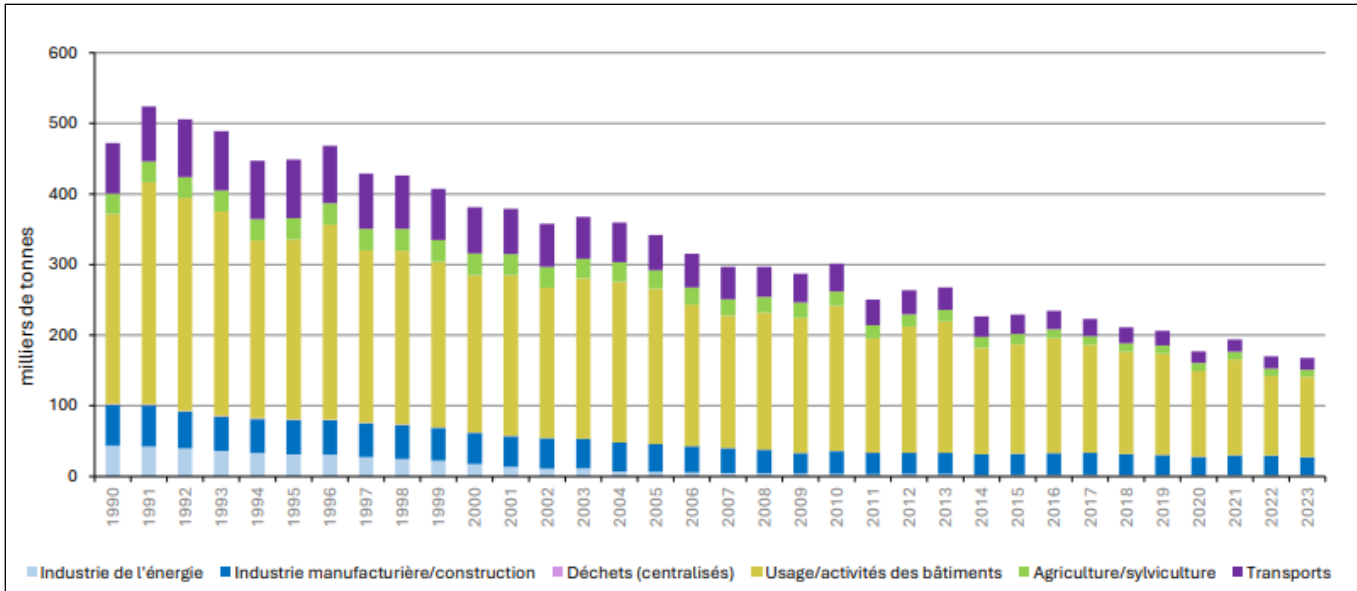


Figure 157 : Évolution des émissions de PM2,5 dans l'air (Source : Citepa, juin 2024 - Format Secten)

Les émissions par ordre d'importance en 2022 sont induites par :

- Le résidentiel / tertiaire avec 67 % des émissions totales de la France métropolitaine ;
- L'industrie manufacturière/construction 16 % ;
- Les transports 10 % ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture 6 % ;
- La transformation d'énergie 1 %.

❖ Effets sur la santé

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°6 : METROLOGIE DES POLLUANTS

Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO₂ ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

Mesure du dioxyde d'azote (NO₂)

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO₂) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

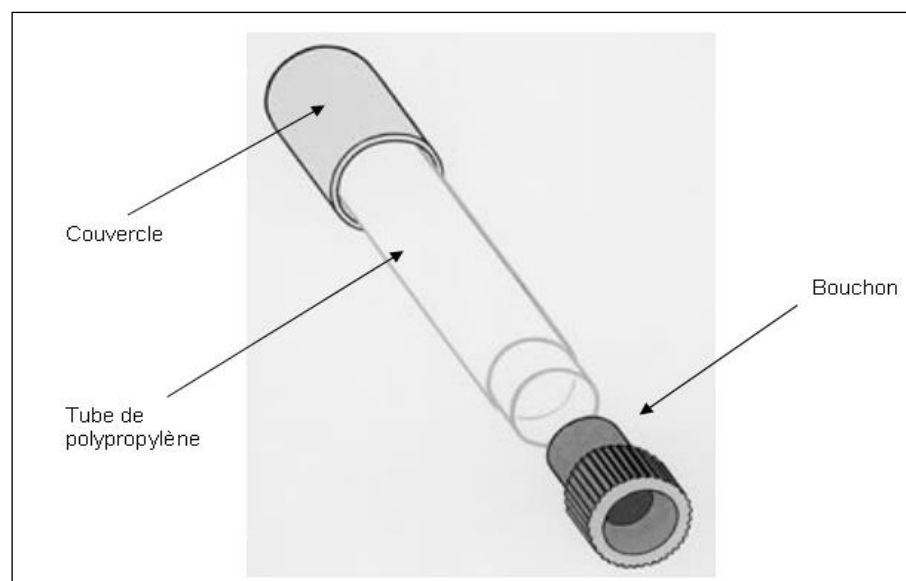


Figure 158 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'incertitude étendue relative donnée par le laboratoire est de 20,9 % pour une concentration de 40 µg/m³. La limite de détection est de 0,2 µg/m³ lors d'une exposition de 4 semaines.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluide laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12} \frac{dC_{12}}{dl} \quad \text{Équation 1}$$

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm⁻².s⁻¹)

D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s⁻¹)

dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion

C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm⁻³)

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr², avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration $\{C-C_0\}$ le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12} \frac{(C_0 - C).S.t}{L} \quad \text{Équation 2}$$

Où : C : concentration ambiante du gaz 1

C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif

$(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où

$C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12} \frac{S}{L} C.t \quad \text{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \quad \text{Équation 4}$$

Le coefficient de diffusion de NO₂ utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : $D(\text{NO}_2) = 0,154 \text{ cm}^2.\text{s}^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :

Longueur $L = 7,116 (\pm 0,020) \text{ cm}$, Diamètre $2r = 1,091 (\pm 0,015) \text{ cm}$.

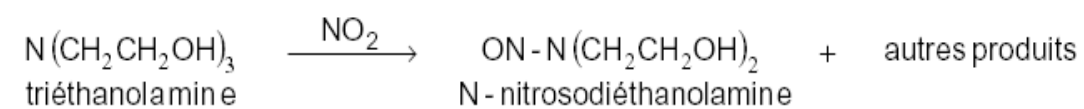
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $\text{cm}^3.\text{s}^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{\text{éch}} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

$D_{\text{éch}}$ ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D_{12} .

Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO_2 soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO_2 capté et NO_2^- présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO_2 mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :



Après extraction et analyse des ions NO_2^- formés, la concentration en NO_2 (en $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. À titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C . Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un bécher rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 (éther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles. La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO_2 a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbolès et al., 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;
- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30 μl de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40 à 50 μl de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule translucide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyléthylènediamine) à 0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agité. Le NO_2^- formé à partir du NO_2 réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphtalène pour former un colorant azoïque (complexe coloré). Après un temps de développement de la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de NaNO_2 , de la forme $A = f([\text{NO}_2^-])$ avec A l'absorbance de la solution et $[\text{NO}_2^-]$ la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO_2 . Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO_2^- formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

Principe des micro-capteurs laser

Mesure des particules

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules. Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m³, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10 %.

La figure ci-après représente le micro-capteur.



Figure 159 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

ANNEXE N°7 : REGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Tableau 90 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³. En moyenne horaire : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	En moyenne annuelle : 40 µg/m³.	En moyenne horaire : 200 µg/m³.	En moyenne horaire : 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	
Oxydes d'azote (NO _x)					En moyenne annuelle (équivalent NO ₂) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. En moyenne horaire : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	En moyenne annuelle : 50 µg/m³.	En moyenne horaire : 300 µg/m³.	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.	En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.
Plomb (Pb)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.	En moyenne annuelle : 0,25 µg/m³.			
Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³.				
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	En moyenne annuelle : 30 µg/m³.	En moyenne journalière : 50 µg/m³.	En moyenne journalière : 80 µg/m³.	
Benzène (C ₆ H ₆)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	En moyenne annuelle : 2 µg/m³.			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O ₃)		Seuil de protection de la santé , pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation , AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	En moyenne horaire : 180 µg/m³.	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population , en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence , en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.
* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)					

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	En moyenne annuelle : 25 µg/m³ depuis le 01/01/15.	En moyenne annuelle : 10 µg/m³.	En moyenne annuelle : 20 µg/m³.	Concentration initiale	Objectif de réduction	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				<= à 8,5 µg/m³	0%	
				>8,5 et <13 µg/m³	10%	
				>=13 et <18 µg/m³	15%	
				>=18 et <22 µg/m³	20%	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	
* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011. ** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015.						

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³
* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.	

- Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).
- Les normes à respecter en matière de qualité de l’air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :
- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
 - **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
 - **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l’intervention de mesures d’urgence ;
 - **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère fixé dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l’environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
 - **Valeur limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
 - **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Remarque : le 26 octobre 2022, la Commission Européenne⁴⁷ a publié une proposition de révision des directives de la qualité de l’air.

⁴⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN>

ANNEXE N°8 : LIGNES DIRECTRICES DE L’OMS

Polluant	Durée retenue	Niveau recommandé
PM _{2,5} , µg/m³	Annuel	5
	24 heures ^a	15
PM ₁₀ , µg/m³	Annuel	15
	24 heures ^a	45
O ₃ , µg/m³	Saison de pointe ^b	60
	8 heures ^a	100
NO ₂ , µg/m³	Annuel	10
	24 heures ^a	25
SO ₂ , µg/m³	24 heures ^a	40
CO, mg/m³	24 heures ^a	4
^a 99 ^e percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)		
^b Moyenne de la concentration moyenne en O ₃ maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O ₃ des moyennes glissantes sur six mois.		

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l'air restant valides
NO ₂ , µg/m³	1 heure	200
SO ₂ , µg/m³	10 minutes	500
CO, mg/m³	8 heures	10
	1 heure	35
	15 minutes	100

ANNEXE N°9 : DONNEES TRAFIC CONSIDEREES DANS L'ETUDE

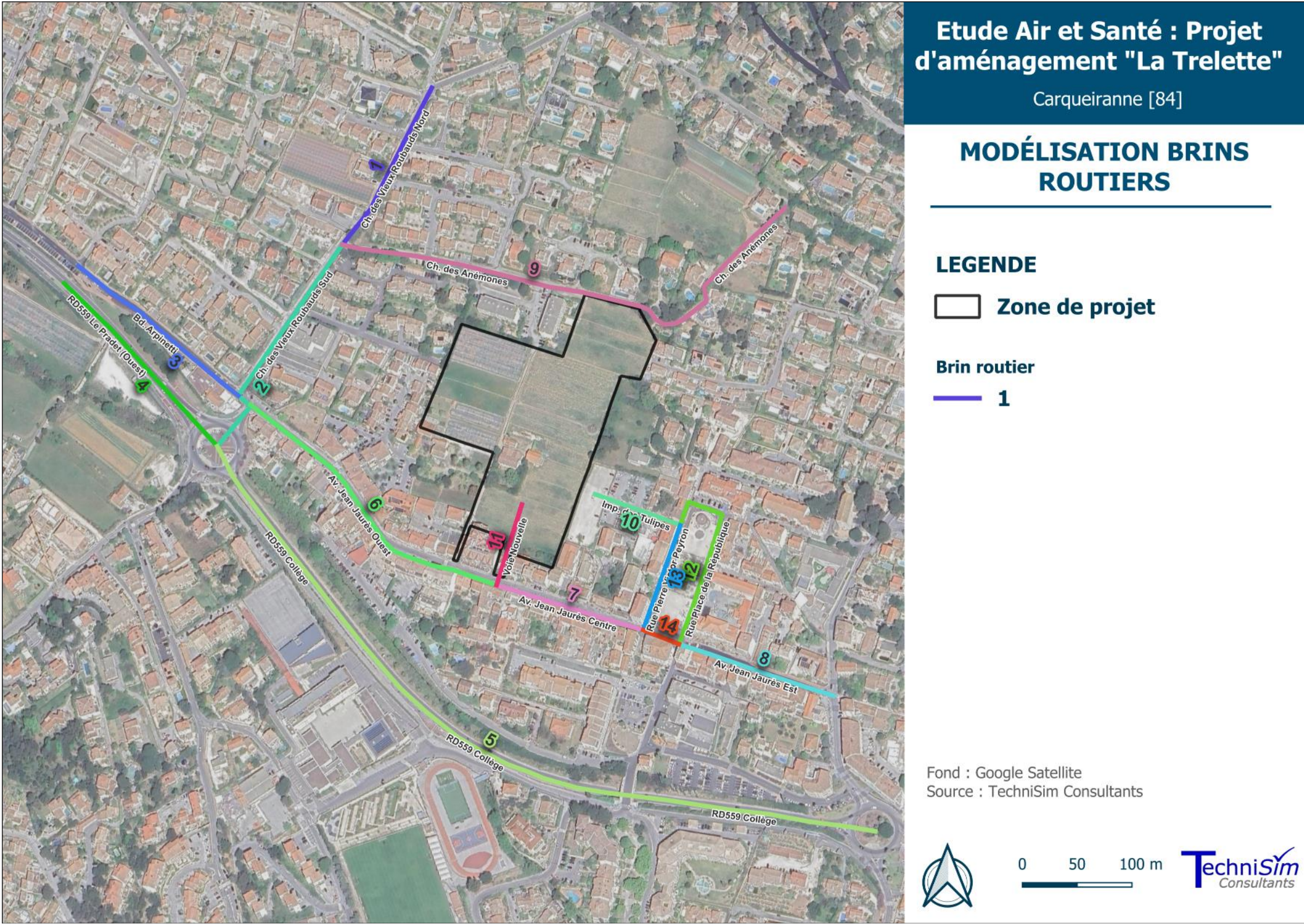


Figure 160 : Brins considérés

Tableau 91 : Données trafics considérées pour chaque situation

Brins N°	Nom Voie	Situation actuelle 2024					Fil de l'Eau 2028					Projet 2028				
		TMJA TV (véh/j)	TMJA PL (véh/j)	TMJA VL (véh/j)	Vitesse VL	Vitesse PL	TMJA TV (véh/j)	TMJA PL (véh/j)	TMJA VL (véh/j)	Vitesse VL	Vitesse PL	TMJA TV (véh/j)	TMJA PL (véh/j)	TMJA VL (véh/j)	Vitesse VL	Vitesse PL
1	Chemin des Vieux Roubauds Nord	3 220.000	64	3 156	30	30	3 320.000	66	3 254	30	30	3 450	69	3 381	30	30
2	Chemin des Vieux Roubauds Sud	3 270	65	3 205	30	30	3 360	67	3 293	30	30	3 670	73	3 597	30	30
3	Bd Arpinetti	1 930	29	1 901	30	30	1 990	30	1 960	30	30	2 030	30	2 000	30	30
4	RD559 Le Pradet (Ouest)	17 630	353	17 277	50	50	18 140	363	17 777	50	50	18 630	373	18 257	50	50
5	RD559 Collège	14 650	293	14 357	50	50	15 070	301	14 769	50	50	15 200	304	14 896	50	50
6	Av. Jean Jaurès Ouest	2 940	59	2 881	30	30	2 940	59	2 881	30	30	3 530	71	3 459	30	30
7	Av. Jean Jaurès entre la nouvelle voie et la Place de la République	2 590	52	2 538	30	30	2 590	52	2 538	30	30	2 670	53	2 617	30	30
8	Av. Jean Jaurès à l'Est de la Place de la République	1 980	40	1 940	30	30	1 980	40	1 940	30	30	2 060	41	2 019	30	30
9	Chemin des Anémones	280	0	280	30	30	280	0	280	30	30	530	0	530	30	30
10	Impasse des Tulipes	980	0	980	30	30	980	0	980	30	30	990	0	990	30	30
11	Voie Nouvelle	0	0	0	30	30	0	0	0	30	30	640	3	637	30	30
12	Rue Place de la République	1 130	11	1 119	30	30	1 130	11	1 119	30	30	1 150	12	1 139	30	30
13	Rue Pierre Victor Peyron	1 260	13	1 247	30	30	1 260	13	1 247	30	30	1 280	13	1 267	30	30
14	Av. Jean Jaurès - Pl. de la République	2 440	49	2 391	30	30	2 440	49	2 391	30	30	2 500	50	2 450	30	30

Brins N°	Nom Voie	Fil de l'eau 2048					Projet 2048				
		TMJA TV (véh/j)	TMJA PL (véh/j)	TMJA VL (véh/j)	Vitesse VL	Vitesse PL	TMJA TV (véh/j)	TMJA PL (véh/j)	TMJA VL (véh/j)	Vitesse VL	Vitesse PL
1	Chemin des Vieux Roubauds Nord	3 600	72	3 528	30	30	3 730	75	3 655	30	30
2	Chemin des Vieux Roubauds Sud	3 650	73	3 577	30	30	3 960	79	3 881	30	30
3	Bd Arpinetti	2 160	32	2 128	30	30	2 200	33	2 167	30	30
4	RD559 Le Pradet (Ouest)	19 680	394	19 286	50	50	20 180	404	19 776	50	50
5	RD559 Collège	16 360	327	16 033	50	50	16 480	330	16 150	50	50
6	Av. Jean Jaurès Ouest	2 940	59	2 881	30	30	3 530	71	3 459	30	30
7	Av. Jean Jaurès entre la nouvelle voie et la Place de la République	2 590	52	2 538	30	30	2 670	53	2 617	30	30
8	Av. Jean Jaurès à l'Est de la Place de la République	1 980	40	1 940	30	30	2 060	41	2 019	30	30
9	Chemin des Anémones	280	0	280	30	30	530	0	530	30	30
10	Impasse des Tulipes	980	0	980	30	30	990	0	990	30	30
11	Voie Nouvelle	0	0	0	30	30	640	3	637	30	30
12	Rue Place de la République	1 130	11	1 119	30	30	1 150	12	1 139	30	30
13	Rue Pierre Victor Peyron	1 260	13	1 247	30	30	1 280	13	1 267	30	30
14	Av. Jean Jaurès - Pl. de la République	2 440	49	2 391	30	30	2 500	50	2 450	30	30

Contact

TechniSim Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80
Mél : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

ADDENDA : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.
Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.
Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT ←