

CONSTRUCTION DE LOGEMENTS AVENUE FRANÇOIS MITTERAND

Gignac-la-Nerthe [Bouches-du-Rhône/13]



VOLET AIR & SANTE ÉTAT ACTUEL ET ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 220 607 104
V1

14 novembre 2022

TechniSim
Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteurs	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_Mellone_Bouygues_Gignac_la_Nerthe_Air_Santé_N1.doc	1	14/11/2022	État actuel Analyse des impacts	Première version	MC CC	CC	RG



Aménagement de 400 logements à Gignac-la-Nerthe
[Bouches-du-Rhône/13]

Volet Air & Santé

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Préambule	11	9.5.1. Département des Bouches-du-Rhône	59
1. Contexte général	12	9.5.2. Canton de Marignane	62
2. Contexte législatif.....	13	9.6. Bilan régional 2019 de la qualité de l'air	62
3. Présentation du projet.....	14	9.7. Synthèse	63
4. Présentation du volet Air et santé.....	16	10. Analyse des données sanitaires	64
4.1. Définition des paramètres de l'étude.....	16	10.1. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé	64
4.2. Définition du niveau de l'étude	17	10.1.1. Morbidité et coûts associés.....	64
4.3. Contenu de l'étude	18	10.1.2. Mortalité.....	64
État Actuel	19	10.2. Données sanitaires	69
5. Contenu de l'état actuel.....	20	10.2.1. Espérance de vie – Mortalité – Mortalité prématurée.....	69
6. Contentieux européen	21	10.2.2. Cancers	72
7. Documents de Planification	22	10.2.3. Maladies de l'appareil respiratoire.....	72
8. Identification des principales sources d'émissions atmosphériques.....	35	10.2.4. Maladies de l'appareil circulatoire	73
8.1. Inventaire des émissions	35	10.2.5. Maladies chroniques.....	73
8.1.1. Bilan des émissions sur le département des Bouches-du-Rhône en 2020	35	10.2.6. Hospitalisations	74
8.1.2. Évolution des émissions sur la zone PPA des Bouches-du-Rhône et évaluation du PPA (Source : AtmoSud)	36	10.2.7. Indicateurs sanitaires pour la commune de Gignac-la-Nerthe.....	75
8.1.3. Les émissions de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence en 2020	40	10.2.8. Qualité de l'air et santé	75
8.1.4. Les émissions de la commune de Gignac-la-Nerthe en 2020	41	10.3. Synthèse	77
8.2. Réseaux de transports.....	42	11. Analyse de la zone d'étude.....	78
8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire	45	11.1. Recensement des projets « existants ou en préparation »	78
8.4. Registre des émissions polluantes (secteur industriel).....	46	11.2. Données météorologiques et topographiques	80
8.5. Secteur agricole	46	11.3. Occupation des sols	81
8.6. Synthèse.....	47	11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion	82
9. Qualité de l'air.....	48	11.5. Analyse de la population de la zone d'étude.....	83
9.1. Zones sensibles pour la qualité de l'air.....	48	11.6. Identification des établissements vulnérables	84
9.2. Zones couvertes par un PPA	49	11.7. Synthèse	85
9.3. Procédures d'information-recommandation et d'alerte	49	12. Mesures <i>in situ</i>	86
9.3.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral.....	49	12.1. Déroulement de la campagne de mesure	86
9.3.2. Historique des dépassements	52	12.2. Conditions météorologiques	87
9.4. Données AtmoSud	53	12.3. Résultats des mesures	87
9.4.1. Mesures réalisées par AtmoSud	53	12.3.1. Particules PM10 et PM2,5	87
9.4.2. Indice ATMO.....	55	12.3.2. Dioxyde d'azote	92
9.4.3. Modélisations AtmoSud aux abords du projet	56	12.4. Synthèse des résultats	93
9.5. Exposition de la population	59	Conclusion de l'état actuel	95
		13. Perspective d'évolution de l'état actuel	96
		14. Conclusion de l'état actuel	96
		Analyse des Impacts	103
		15. Contenu de l'analyse des impacts	104

16. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier	105	21.2. Changements climatiques	165
16.1. Quantification des émissions liées aux activités du chantier	105	21.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé	166
16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier	106	21.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques	170
16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins	106	21.5. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles ...	171
16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières	107	21.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques	173
16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP	107	22. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments	175
16.2.4. Charte Chantiers Verts	108	22.1. Effets sur les sols	175
16.3. Synthèse	108	22.2. Effets sur la végétation	175
17. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation	109	22.3. Effets sur la faune	177
17.1. Émissions provenant des bâtiments créés	109	22.4. Effets sur les bâtiments	178
17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire	109	23. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts	180
17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments	115	23.1. Mesures d'évitement	181
17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel) sur la qualité de l'air	115	23.2. Mesures de réduction	181
17.2. Impact du trafic lié à l'exploitation du projet	116	23.3. Aménagements du territoire	182
17.2.1. Indice VK	117	23.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains	182
17.2.2. Évaluation des consommations énergétiques	117	Conclusion – Analyse des Impacts	183
17.2.3. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude	118	24. Conclusion de l'analyse des impacts	184
17.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique	123	Annexes	186
17.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air	137	Annexe n°1 : Glossaire	187
18. Impacts du projet sur la santé – Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS]	138	Annexe n°2 : Fiches descriptives - mesures <i>in situ</i>	189
18.1. Hypothèses de travail retenues	138	Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure <i>in situ</i> et normales	193
18.2. Contenu et démarche de l'EQRS	139	Annexe n°4 : Présentation des documents de planification	198
18.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil - Quotients de danger ...	145	Annexe n°5 : Données de la station Atmosud	229
18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)	150	Annexe n°6 : Historique des données sanitaires	230
18.5. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus : comparaison avec les recommandations de l'OMS	151	Annexe n°7 : Métrologie des polluants	233
18.6. Incertitudes relatives à l'EQRS	153	Annexe n°8 : Présentation des substances mesurées	236
18.7. Synthèse de l'EQRS – Impact du projet sur la santé	154	Annexe n°9 : Réglementation des polluants atmosphériques	239
19. Impacts du projet sur les émissions des gaz à effet de serre	155	Annexe n°10 : Lignes directrices de l'OMS	241
19.1. Généralités	155	Annexe n°11 : Données trafics considérées	242
19.2. Émissions de GES sur le réseau d'étude	158	Annexe n°12 : Effets sanitaires des polluants atmosphériques	244
20. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique	160	Contact	249
20.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques	160		
20.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre	162		
21. Effets de la pollution atmosphérique et des GES sur la santé et le climat	163		
21.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique sur la santé	163		

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet d'aménagement	14
Figure 2 : Programmation et avancement de la réalisation du projet d'aménagement de 400 logements avenue François Mitterrand 13180 Gignac-la-Nerthe – Mai 2022	15
Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon centré sur le projet)	17
Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air - Décembre 2020..	21
Figure 5 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : AtmoSud).....	22
Figure 6 : Répartition des émissions de polluants par type d'activité dans les Bouches-du-Rhône en 2020 (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1).....	36
Figure 7 : Évolution des émissions de PM10 entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)	36
Figure 8 : Évolution des émissions de PM2,5 entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)	37
Figure 9 : Évolution des émissions de NOx entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)	38
Figure 10 : Évolution des émissions de SOx entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)	39
Figure 11 : Évolution des émissions de COVNM entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021).....	39
Figure 12 : Évolution des émissions de NH ₃ entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)	40
Figure 13 : Émissions de polluants atmosphériques de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en 2020 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 v9.1).....	40
Figure 14 : Émissions de polluants atmosphériques de la commune de Gignac-la-Nerthe en 2020 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 v9.1).....	41
Figure 15 : Réseaux de transport aux environs du projet	42
Figure 16 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (sources : Data Sud / TMJA 2020 Gignac-la-Nerthe / Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur)	43
Figure 17 : Lignes de trains électrifiées (carte de gauche) [source : Avril 2020, le réseau ferré en France, SNCF] et nombre de trains par jour circulant au diesel sur les lignes (carte de droite) en 2017 [source : Rapport final : verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France – Benoit Simian, député ; Novembre 2018]	44
Figure 18 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015]	45
Figure 19 : Environnement du projet par typologie de bâtiments.....	46
Figure 20 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA.....	48
Figure 21 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud)	49
Figure 22 : Dispositif de gestion des épisodes de pollution de l'air	50

Figure 23 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département des Bouches-du-Rhône du 1 ^{er} janvier 2017 au 14 septembre 2022 inclus	53
Figure 24 : Localisation des stations de mesure AtmoSud par rapport au projet	54
Figure 25 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1 ^{er} janvier 2021	55
Figure 26 : Historique des indices ATMO de l'année 2022 pour la commune de Gignac-la-Nerthe - au 13 septembre (Source : AtmoFrance)	55
Figure 27 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ , 2020 (source : AtmoSud)	56
Figure 28 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2020 (source : AtmoSud)	56
Figure 29 : 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/m ³) pour les PM10, 2020 (source : AtmoSud)	56
Figure 30 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2020 (source : AtmoSud)	57
Figure 31 : 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/m ³) pour l'ozone O ₃ , 2020 (source : AtmoSud)	57
Figure 32 : Cartographie de la modélisation de l'indice synthétique Air, 2020 (source : AtmoSud)	57
Figure 33 : Carte Stratégique Air sur la zone d'étude (sur 5 ans), 2020 (source : AtmoSud)	58
Figure 34 : Évolution de la population exposée au dépassement de la valeur limite annuelle en NO ₂ et concentration moyenne, en Sud PACA – source : AtmoSud	59
Figure 35 : Évolution de la population exposée au dépassement de la recommandation annuelle de l'OMS en PM10 et PM2,5, et concentration moyenne, en Sud PACA – source : AtmoSud	60
Figure 36 : Évolution de la population exposée au dépassement de la valeur cible pour l'ozone en Sud PACA – source : AtmoSud.....	60
Figure 37 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) en Sud PACA – Source : AtmoSud.....	61
Figure 38 : Carte synthétique Indice Synthétique Air (ISA) en 2020 – Source : AtmoSud.....	61
Figure 39 : 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 1 ^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France).....	65
Figure 40 : Poids total de l'exposition à long terme au NO ₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1 ^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)	66
Figure 41 : 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 1 ^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France).....	66
Figure 42 : Proportion des causes de décès dans les Bouches-du-Rhône et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc).....	70
Figure 43 : Proportion des causes de décès prématurés (avant 65 ans) aux Bouches-du-Rhône et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc).....	71
Figure 44 : Effectifs et prévalence brute de l'asthme chez les personnes de moins de 45 ans selon le sexe et l'âge en région PACA en 2015	72

Figure 45 : Évolution de la prévalence brute des maladies cardiovasculaires dans l'ensemble de la population selon le département et les 2 scénarios en région PACA à l'horizon 2028 (ORS PACA)	74	Figure 75 : Brins considérés / Réseau d'étude.....	116
Figure 45 : Orientations d'Aménagement et de Programmation à proximité du projet (sources : d'après le PLUi de Gignac-la-Nerthe).....	78	Figure 76: Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	117
Figure 46 : Les enjeux selon les conséquences du Boulevard Urbain Multimodal – OAP n° GLN-01 (source : PLUi Gignac-la-Nerthe)	79	Figure 77 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	118
Figure 47 : Rose des vents (source : meteoblue.com)	80	Figure 78: Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO ₂) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	121
Figure 48 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com).....	80	Figure 79: Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	121
Figure 49 : Topographique autour du projet (source : topographic-map.com).....	81	Figure 80: Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	121
Figure 50 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018).....	81	Figure 81: Émissions de particules PM10 (à gauche) et PM2,5 (à droite) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	121
Figure 51 : Occupation du sol (source : Urban Atlas 2018).....	82	Figure 82: Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	122
Figure 52 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019)	83	Figure 83: Émissions de COVM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	122
Figure 53 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique présents en l'état actuel.....	84	Figure 84: Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	122
Figure 55 : Tube passif pour NO ₂ et micro-capteur laser	86	Figure 85: Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	122
Figure 56 : Localisation des points de mesure <i>in situ</i>	87	Figure 86: Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	123
Figure 57 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°5 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes).....	87	Figure 87: Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	123
Figure 58 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes).....	87	Figure 88: Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	123
Figure 59 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°5	88	Figure 89: Modélisation gaussienne d'un panache	124
Figure 60 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°5	88	Figure 90: Rose des vents utilisée pour les simulations	124
Figure 61 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°7	90	Figure 91: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul.....	125
Figure 62 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°7	90	Figure 92: Emplacement des récepteurs ponctuels dans la zone de la grille.....	125
Figure 63 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote	92	Figure 93 : Concentrations en NO ₂ – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2018 – Sans projet.....	132
Figure 64 : Résultats des mesures <i>in situ</i>	94	Figure 94 : Concentrations en NO ₂ – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2025 – Avec projet.....	132
Figure 65 : Synthèse des enjeux.....	102	Figure 95 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation projet 2025 et fil de l'eau 2018 (Situation 2 - Situation 1)	132
Figure 66 : Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP - France métropolitaine.....	109	Figure 96 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2018 – Sans projet.....	134
Figure 67: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 - France métropolitaine.....	110	Figure 97 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2025 – Avec projet.....	134
Figure 68: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 - France métropolitaine.....	110	Figure 98 : Différence de concentration en PM10 entre la situation projet 2025 et fil de l'eau 2018 (situation 2 - Situation 1).....	134
Figure 69: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1 - France métropolitaine.....	111	Figure 99 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2018 – Sans Projet.....	135
Figure 70: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie - France métropolitaine.....	111	Figure 100 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2025 – Avec projet.....	135
Figure 71 : Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	112	Figure 101 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation projet 2025 et fil de l'eau 2018 (Situation 2 - Situation 1)	136
Figure 72 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique.....	113	Figure 102 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS.....	138
Figure 73 : Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	114	Figure 103: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	140
Figure 74 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux.....	114	Figure 104 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École primaire privée Saint Louis	148
		Figure 105 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École élémentaire Marie Mauron.....	148

Figure 106 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École élémentaire Nelson Mandela	148	Figure 131 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA)	173
Figure 107 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École maternelle Nelson Mandela	148	Figure 132 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA).....	174
Figure 108 : Quotients de danger cumulés - Scénario résident	149	Figure 133 : Évolution de la température moyenne horaire sur la période de mesure	194
Figure 109 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans).....	150	Figure 134 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure	194
Figure 110 : ERI cumulés – scénario résident.....	151	Figure 135 : Origine des vents lors de la période de mesure	195
Figure 110 : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre par secteur d'activité en Sud PACA pour l'année 2019 (source : ORECA)	155	Figure 136 : Rose des vents annuelle à Gignac-la-Nerthe (source : meteo-blue)	195
Figure 111 : Émissions de GES par département en Sud PACA en 2016 (source : AtmoSud)...	156	Figure 137: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort.....	196
Figure 112 : Évolution des émissions totales de GES en France et Sud PACA et évolution des émissions de GES par secteur en Sud PACA entre 2007 et 2016	156	Figure 138: Précipitations pendant la campagne de mesure	197
Figure 113: Évolution des émissions de GES en équivalent CO ₂ du résidentiel/tertiaire (Source : Citepa, avril 2020 - Format SECTEN)	157	Figure 139: Ensoleillement pendant la campagne de mesure.....	197
Figure 114: Évolution des émissions de GES en équivalent CO ₂ du transport routier (Source : Citepa, avril 2022 - Format SECTEN)	158	Figure 140 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (source : évaluation du PPA 2013- 2018 des Alpes-Maritimes ; AtmoSud).....	198
Figure 115 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2022 ; Ministère de la Transition Écologique).....	158	Figure 141 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA ..	199
Figure 116 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur du transport routier en Sud PACA en 2020 (inventaire AtmoSud CIGALE v9.1)	158	Figure 84 : Liste des communes intégrées dans le PPA 13 (Source : AtmoSud).....	204
Figure 117: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO ₂ /jour) sur le réseau d'étude	159	Figure 143 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud).....	204
Figure 118: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude.....	159	Figure 144 : Carte de l'état d'avancement des PCAET en région Sud PACA en février 2022	209
Figure 119 : Population de la zone d'étude considérée pour l'analyse des impacts	160	Figure 145 : Carte des territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV au 05-05-2017 en PACA	211
Figure 120 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude	161	Figure 146 : Carte des territoires inscrits dans une démarche CTE en Sud PACA en juin 2020 ..	212
Figure 121 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude.....	162	Figure 147 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO ₂ équivalent tels que définis dans la SNBC 2 (Source : Ministère de transition écologique et solidaire).....	213
Figure 130 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France).....	165	Figure 148 : Plans de Déplacement Urbain au sein de la région Sud PACA au 13 janvier 2021 (source : DREAL PACA)	213
Figure 124 : Caractéristiques des épisodes de fortes chaleurs en 2021 par rapport aux autres canicules survenues en Provence-Alpes-Côte d'Azur depuis 1999 (Source : Santé Publique France).....	167	Figure 149 : Zones concernées par les dépassements en PM10 en début de contentieux européen.....	214
Figure 125 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2021, France métropolitaine [Santé Publique France]	167	Figure 150 : Zones concernées par les dépassements en NO ₂ au début du contentieux européen.....	215
Figure 126 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- juillet 2022 (source : météo France)	168	Figure 151 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020.....	216
Figure 127 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas); échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr)	169	Figure 152 : Collectivités retenues pour le programme « Ville respirables en 5 ans »	217
Figure 128 : Calendrier pollinique 2021 en Sud PACA basé sur la valeur médiane des risques d'allergie d'exposition aux pollens de chaque ville pour lesquels des analyses de pollens sont réalisées (source : RNSA / AtmoSud/ARS).....	170	Figure 153 : Les différents certificats qualité de l'air.....	218
Figure 129 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1 ^{er} janvier 2022 en France métropolitaine.....	171	Figure 154 : Zones environnementales en France en mars 2021	220
Figure 130 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques.....	172	Figure 155 : 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]	230
		Figure 156 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)	233
		Figure 157 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu	235
		Figure 112 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA).....	237
		Figure 159 : Brins routiers.....	243

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic	16	Tableau 23 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°5	88
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti.....	17	Tableau 24 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7	89
Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019	18	Tableau 25 : Résultats de mesures AtmoSud en particules PM10 et PM2,5 du 8 septembre au 21 septembre 2022 en moyennes journalières et en moyenne sur la période.....	91
Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet	23	Tableau 26 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	92
Tableau 5 : Émissions moyennes de polluants atmosphériques selon le type de transport en 2019 (source : CITEPA – Édition 2021)	44	Tableau 27 : Données d'ATMO Sud disponibles sur les concentrations en NO ₂ mesurées du 8 au 21 septembre 2022	93
Tableau 6 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte	51	Tableau 28 : Synthèse de l'état actuel.....	97
Tableau 7 : Mesures d'urgence du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution de l'arrêté préfectoral des Bouches-du-Rhône.....	52	Tableau 29 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019.....	104
Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure AtmoSud	53	Tableau 30: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction.....	106
Tableau 9 : Nombre et proportion d'habitants exposés à des niveaux de polluants supérieurs aux recommandations OMS au canton de Marignane en 2018, 2019 et 2020 (source : SIRSÉPACA, ORS).....	62	Tableau 31: Indices VK du réseau d'étude.....	117
Tableau 10 : Estimation du nombre de décès prématurés induits par une exposition aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2019 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en Europe et en France (Source : EEA Air quality in Europe 2021)	64	Tableau 32: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	117
Tableau 11 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO ₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)	67	Tableau 33 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités	119
Tableau 12 : Impact des PM10 et du NO ₂ à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%).....	68	Tableau 34: Évolution des émissions pour les principaux polluants sur le réseau - par polluant.....	120
Tableau 13 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO ₂ sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %).....	68	Tableau 35 : Concentrations maximales relevées dans la zone grille pour les composés faisant l'objet d'une réglementation	126
Tableau 14 : Statistiques Insee de la mortalité et de l'espérance de vie en France, en Sud PACA et dans les Bouches-du-Rhône - Données 2021	69	Tableau 36 : Concentrations maximales relevées dans la zone d'étude pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation.....	126
Tableau 15 : Nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée en fonction des motifs d'admission et de l'âge en France métropolitaine et dans les Bouches-du-Rhône pour l'année 2020.....	74	Tableau 37 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école primaire pour les composés faisant l'objet d'une réglementation.....	127
Tableau 16 : Indicateurs sanitaires pour la région Sud PACA et la commune de Gignac-la-Nerthe – période 2009-2013 – Données SIRSÉPACA	75	Tableau 38 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école primaire pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation	127
Tableau 18 : OAP de Gignac-la-Nerthe – PLUi approuvé le 19 décembre 2019	78	Tableau 39 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école maternelle pour les composés faisant l'objet d'une réglementation	127
Tableau 19 : Valeurs climatologiques à la station Météo-France « Marseille-Marignane ».....	80	Tableau 40 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école maternelle pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation	127
Tableau 20 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2015 (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019).....	83	Tableau 41 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 1 pour les composés faisant l'objet d'une réglementation.....	128
Tableau 21 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2015 (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019)	83	Tableau 42 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 1 pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation	128
Tableau 22 : Liste des établissements vulnérables de la zone d'étude présents en l'état actuel.....	84	Tableau 43 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 2 pour les composés faisant l'objet d'une réglementation.....	128
Tableau 22 : Typologie des points de mesure.....	86	Tableau 44 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 2 pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation	128
		Tableau 45 : Concentrations maximales relevées dans la zone projet pour les composés faisant l'objet d'une réglementation	129
		Tableau 46 : Concentrations maximales relevées dans la zone projet pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation.....	129
		Tableau 47 : Concentrations maximales relevées dans les habitations hors de la zone projet pour les composés faisant l'objet d'une réglementation	129
		Tableau 48 : Concentrations maximales relevées dans les habitations hors de la zone projet pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation	129

Tableau 49 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d’azote – moyenne annuelle	131	Tableau 84: Concentrations en NO ₂ relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet.....	229
Tableau 50 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d’azote – maximum horaire.....	131	Tableau 85 : Concentrations en PM10 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet.....	229
Tableau 51 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle	133	Tableau 86 : Concentrations en PM2,5 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet.....	229
Tableau 52 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier....	133	Tableau 87 : Concentrations en O ₃ relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet.....	229
Tableau 53 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle	135	Tableau 88 : Concentrations en SO ₂ relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet.....	229
Tableau 54 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l’air mentionnées dans la réglementation française	136	Tableau 89 : Concentrations en CO relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet.....	229
Tableau 55 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation	141	Tableau 90 : Critères nationaux de la qualité de l'air	239
Tableau 56 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils - Inhalation	142		
Tableau 57 : Scénario d’exposition « écolier » et paramètres considérés.....	144		
Tableau 58 : Scénario d’exposition « enfant » et paramètres considérés	144		
Tableau 59 : Scénario d’exposition « Résident » et paramètres considérés	144		
Tableau 60 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 1 « école primaire privée Saint Louis » – scénario écolier	145		
Tableau 61 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 2 « école élémentaire Marie Mauron » – scénario écolier.....	146		
Tableau 62 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 3 « école élémentaire Nelson Mandela » – scénario écolier.....	146		
Tableau 63 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 4 « école maternelle Nelson Mandela » – scénario écolier.....	147		
Tableau 64 : Quotients de dangers par composé– scénario résident.....	147		
Tableau 65 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les substances sans VTR – NO ₂	149		
Tableau 66 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les substances sans VTR – PM10	149		
Tableau 67 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les substances sans VTR – PM2,5	150		
Tableau 68 : Excès de risque individuel – scénario « Enfant »	150		
Tableau 69 : Excès de risque individuel – scénario « Résident »	151		
Tableau 70 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – PM10	152		
Tableau 71 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – PM2,5	152		
Tableau 72 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – NO ₂	152		
Tableau 73: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d’étude considéré ...	159		
Tableau 74 : Classes de densité.....	160		
Tableau 75 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en € ₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)	161		
Tableau 76 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d’étude.....	161		
Tableau 77 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d’étude	162		
Tableau 78: Principaux pollens allergisants	171		
Tableau 79 : Résultats des modélisations pour les oxydes d’azote – moyenne annuelle	177		
Tableau 80 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle	177		
Tableau 81 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journaliers.....	195		
Tableau 82 : Échelle de Beaufort.....	196		
Tableau 83 : Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques.....	207		

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La présente étude Air & Santé s'inscrit dans le cadre d'un projet de construction de logements, sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe [Bouches-du-Rhône/13].

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 urbain et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note est adaptable pour répondre à une problématique d'aménagement étant donné que la population potentielle induite par l'aménagement va modifier les flux de trafic de la zone. Par ailleurs, cette approche satisfait les services de l'État sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

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

Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé »¹ a pour but d'impulser une stratégie de 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 la santé. Ils sont connus sous le terme de « déterminants de la santé ».

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

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

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

- Effets indirects (sur l'environnement), en termes de **dégradation** :
 - Bâti ;
 - Agriculture, forêts ;
 - Écosystème.
- Effets directs non sanitaires, en termes de **nuisances** :
 - Psychologiques ;
 - Olfactives ;
 - Esthétiques (Visibilité).
- Effets directs sanitaires (mortalité, morbidité) :
 - Coûts directs :
 - Coûts d'hospitalisation ;
 - Coûts d'une consultation ;
 - Coûts de traitement ;
 - Valorisation d'un décès.
 - Coûts indirects :
 - Pertes productives associées ;
 - Aspects psychologiques ;
 - Douleur, désagrément et gêne physiques ;
 - Effets induits chez les proches ;
 - Effets induits sur les activités de loisir.

¹ « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELOU 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 la réalisation des études Air et Santé en général repose sur les textes suivants :

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

à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ;

- Le *Code de l'environnement* - Articles R221-1 à R221-3 - Définition des critères nationaux de la qualité de l'air ;
- L'*Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014* relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du Code de l'environnement ;
- Le *Décret n° 2016-849 du 28/06/16* relatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial ;
- Le *Décret n° 2016-753 du 07/06/16* relatif aux évaluations des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains ;
- Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et de réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

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

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

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet s'installe sur le territoire de la commune du Bouches-du-Rhône. Il est situé à l'ouest de Gignac-la-Nerthe.

L'aéroport de Marseille-Provence est situé à environ 3 km au nord-est du projet. L'autoroute A55 est située à moins d'un kilomètre au sud du projet et la départementale D368 longe le projet (cf Figure 1 : Localisation du projet d'aménagement)

Le but du projet est de construire environ 400 logements dans les secteurs établis (cf Figure 2 : Programmation et avancement de la réalisation du projet d'aménagement de 400 logements avenue François Mitterrand 13180 Gignac-la-Nerthe – Mai 2022 .

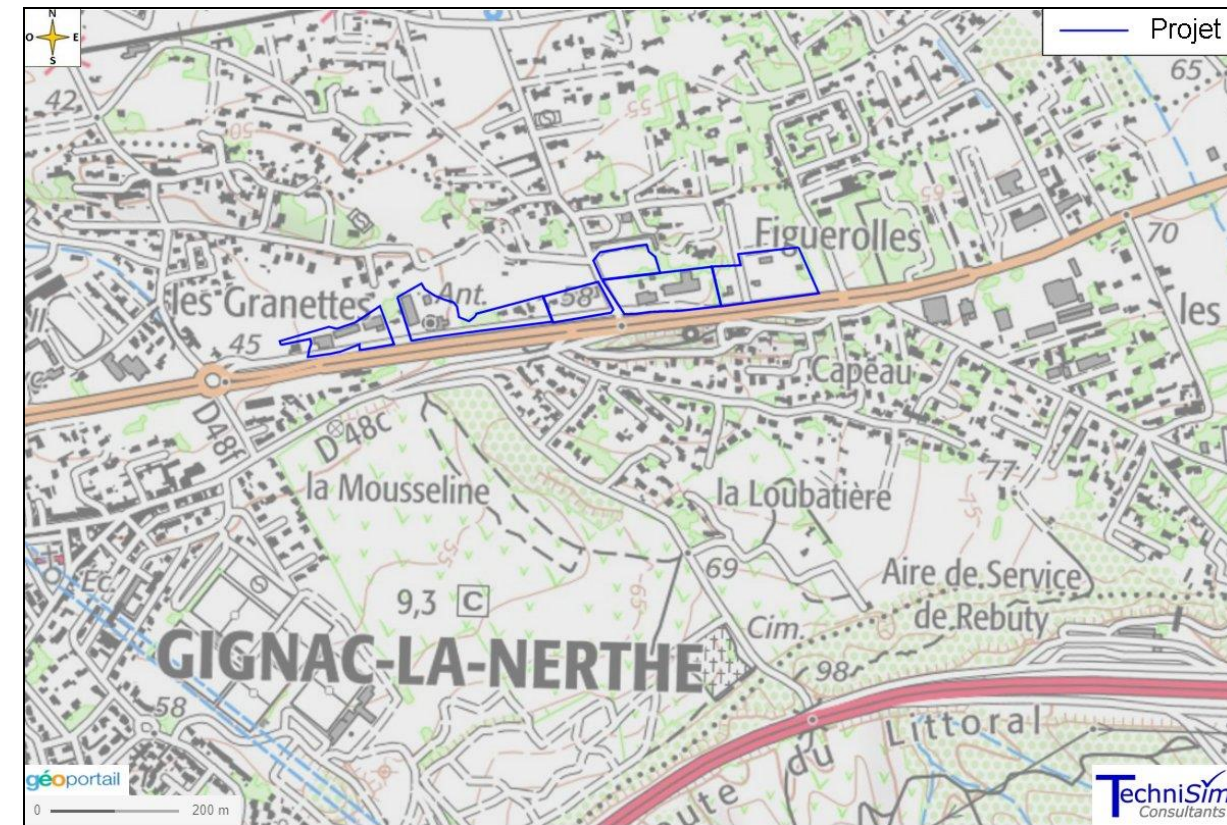


Figure 1 : Localisation du projet d'aménagement

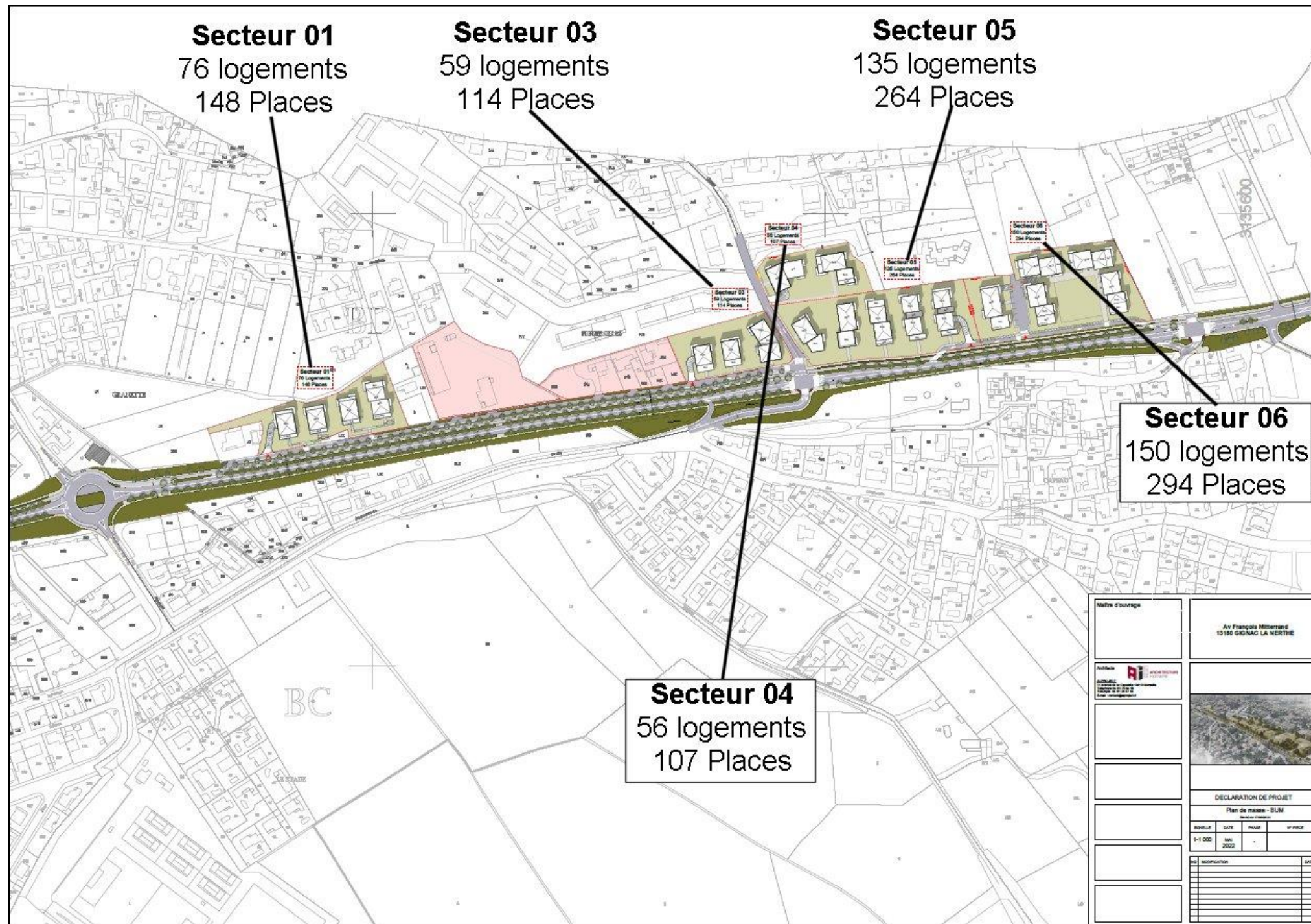


Figure 2 : Programmation et avancement de la réalisation du projet d'aménagement de 400 logements avenue François Mitterrand 13180 Gignac-la-Nerthe – Mai 2022

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

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

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ Définition du réseau d'étude

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

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet.** Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :
 - *Supérieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
 - *Inférieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
 - D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
 - D'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du **Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA)**.

En milieu urbain, en fonction des données de trafic disponibles et du projet, 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 est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du 22 février 2019*).

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type des composés examinés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

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

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

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

❖ Définition de la zone d'étude

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

Étant donné que l'opération consiste en l'aménagement de logements, il sera considéré en tant que **zone d'étude** – pour l'**état actuel** – un cercle de 1 km de rayon, centré sur projet.

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

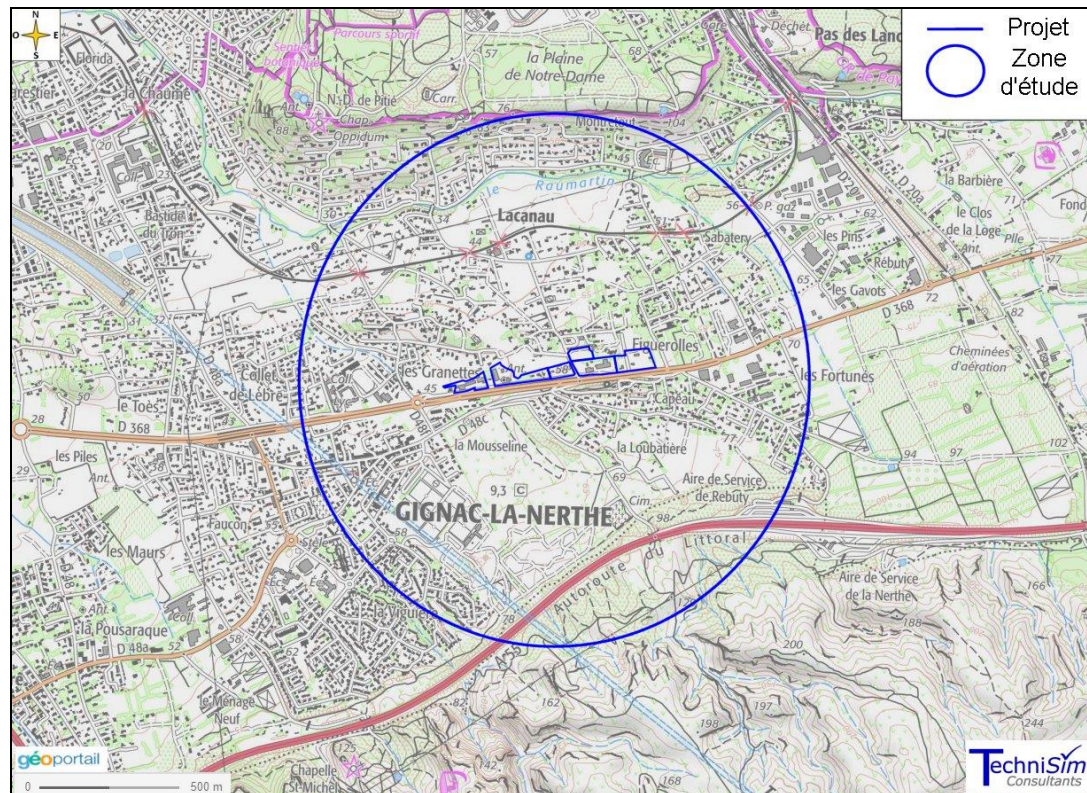


Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon centré sur le projet)

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Pour rappel, le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés.

Cela à l'aide des trois critères ci-dessous :

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

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir en fonction du degré de précision de l'étude.

Le tableau qui suit précise les quatre niveaux d'étude déterminés, sachant que le niveau I est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti

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

❖ Adaptation du niveau de l'étude

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

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

Compte tenu de la densité de population au sein de la zone d'étude (**5 889 hab./km²**), de la présence de voies à fort trafic autour du projet (**A55 : 75 787 véh/j en 2020**), et de l'existence du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône, il sera réalisé une étude inspirée et adaptée des études routières de niveau I.

4.3. CONTENU DE L'ÉTUDE

L'étude du projet d'aménagement de 400 logements sur l'avenue François Mitterrand sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe traitera les éléments ci-dessous :

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

Vis-à-vis d'une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 sont ceux listés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

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
		Nickel
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		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 <i>(si risque ingestion identifié)</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)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 à venir.

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

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

L'état actuel exige de traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE ;
- Identification, à l'échelle de la zone étudiée, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographique des zones suivantes :
 - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article 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 le domaine d'étude afin de réduire leurs concentrations ;
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions ;
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale ;
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du Code de l'environnement ;
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations ;
- Identification des zones de cultures présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en l'occurrence les jardins potagers ;
- 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 plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote.

Bien que la qualité de l'air se soit améliorée depuis le début des procédures de contentieux, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.

L'historique détaillé des procédures des contentieux pour les PM10 et le dioxyde d'azote est fourni en annexe (Annexe : Présentation des documents de planification).

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air³ est donnée en figure suivante.

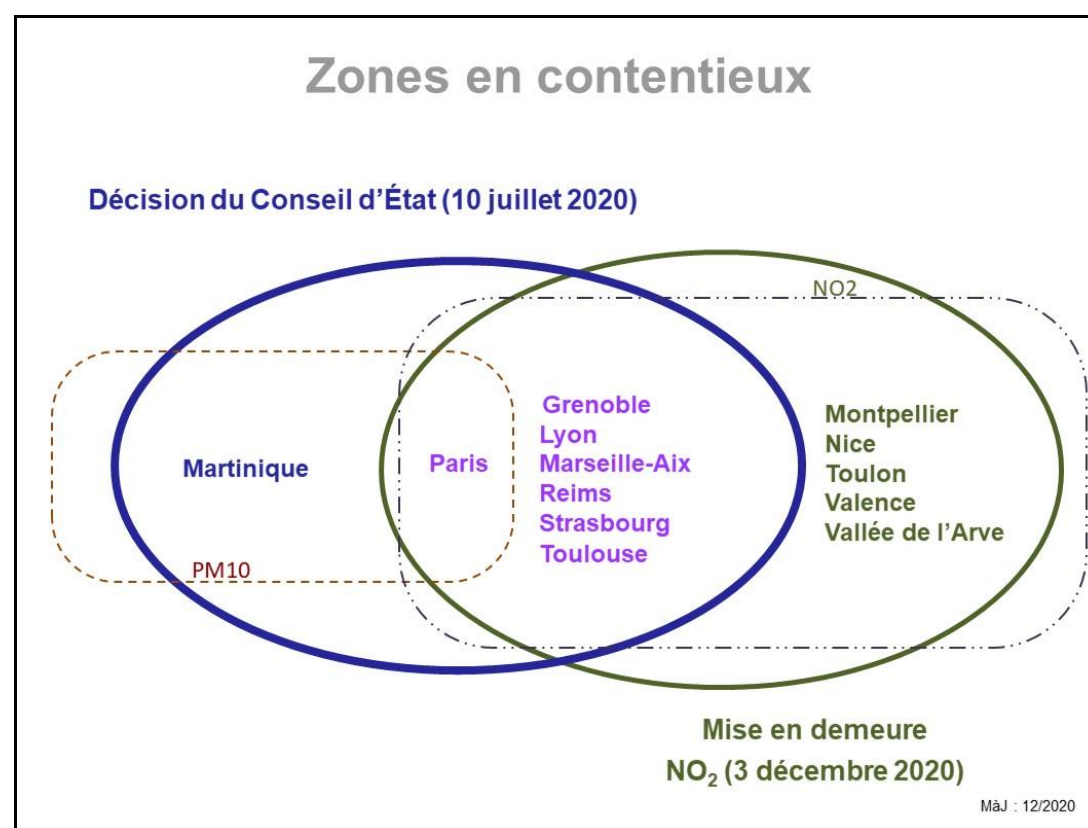


Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air - Décembre 2020

La commune de Gignac-la-Nerthe (Marseille-Aix) est incluse dans le périmètre du contentieux pour les PM10 et pour le dioxyde d'azote.

❖ Décision de justice du Conseil d'État et astreintes financières

Le 04 août 2021, le Conseil d'État a relevé que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, Marseille-Aix et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».

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

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

En plus de ce paiement, le Conseil d'État prévient qu'il « évaluera les actions du Gouvernement pour le second semestre de l'année 2021 au début de l'année 2022 et décidera si l'État devra verser une nouvelle astreinte de 10 millions d'euros, majorée ou minorée ». Il pourra, à cette occasion, maintenir ou modifier la répartition du produit de l'astreinte.

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

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION

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 : Loi d'Orientation des Mobilités, Plan Climat, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), SNBC 2, Code de l'environnement, Certificat Crit'Air, Plan National Santé-Environnement (PNSE) ;

- Échelle régionale : Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA), Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), Schéma Régional de Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE), Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), Plan Régional Santé-Environnement (PRSE) ;

- Échelle intercommunale ou locale : Feuille de Route qualité de l'air, Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET), Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi).

Les principaux outils dans lesquels le projet se construit sont disponibles en détail et en annexe de ce rapport (Annexe : Présentation des documents de planification).

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

Le graphique ci-dessous présente l'articulation des divers plans et schémas entre eux.

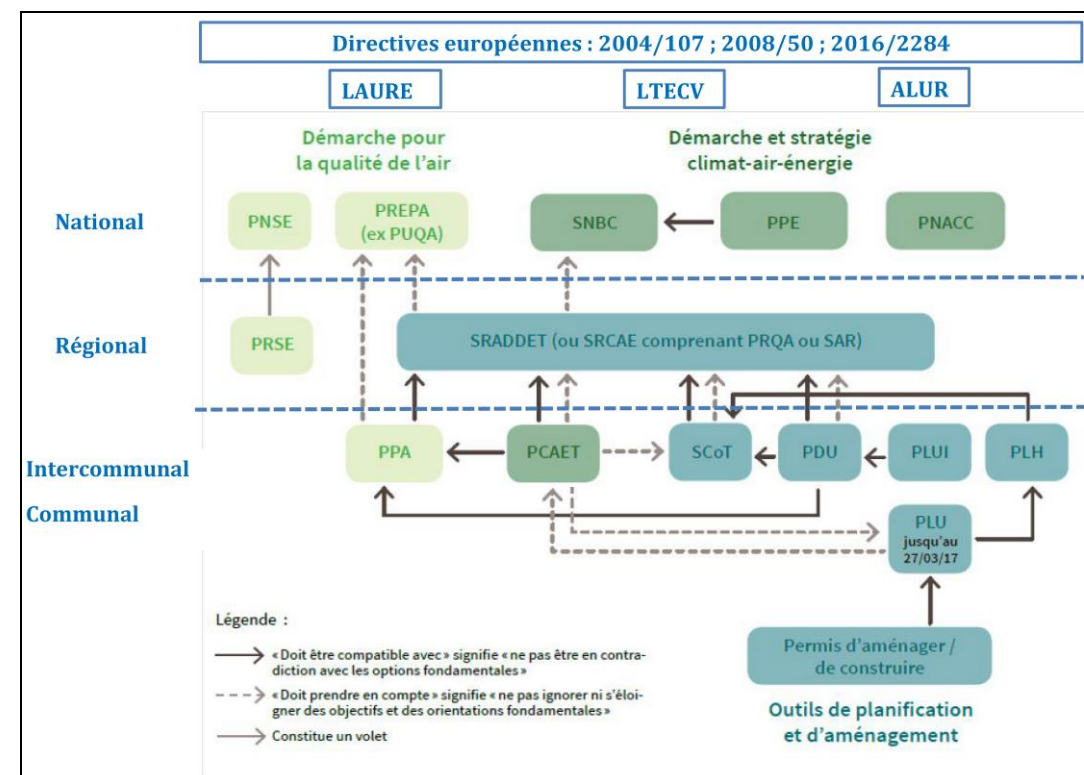


Figure 5 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : AtmoSud)

Le projet s'inscrit en cohérence avec les différents documents de planification ayant trait à la qualité de l'air.

Tableau 4 : 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 COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
Surveillance de la qualité de l’air			
<p>PSQA Plan de Surveillance de la Qualité de l’Air (2017)</p>	Région Sud PACA	<p>Le Plan de Surveillance de la Qualité de l’Air de la Région Provence-Alpes-Côte d’Azur 2017-2021 ambitionne de présenter, en lien direct avec les orientations nationales, les principales orientations de l’association AtmoSud.</p> <p>Il décline l’ensemble des thématiques couvertes par l’activité de l’association et les orientations structurelles qui permettront de les atteindre.</p> <p>Il est construit autour de 4 axes structurant autour de l’objectif commun d’amélioration de la qualité de l’air et la minimisation de l’impact des pollutions atmosphérique sur la population et l’environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposition à la pollution de l’air • Lien Air- Énergie-Climat-Santé • Écoute et Incitation à l’action environnementale • Innovation et amélioration de l’expertise <p>Afin d’atteindre ces objectifs, il s’appuie sur la poursuite de la construction des liens forts de l’association avec les acteurs locaux tant publics que privés, et le soutien de l’échelon national en restant attentif au maintien des équilibres.</p>	-
Réduction des émissions polluantes			
<p>Loi d’Orientation des Mobilités (2019)</p>	Territoire national	<p>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.</p> <p>Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	-

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION																		
Plan Climat (2017)	Territoire national	<p>Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d'actions, telles que les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	-																		
PREPA Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [Arrêté du 10/05/2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]	Territoire national	<p>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 :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Polluants</th> <th>À partir de 2020</th> <th>À partir de 2030</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>	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 %	-
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 %																			
SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]	Territoire national	<p>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.</p> <p>Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) • Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 • Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 • Production d'énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 • Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050. 	La construction de ces logements permettra de baisser les émissions de GES comparé aux anciens bâtiments.																		

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
<p>Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)</p>	Territoire national	<p>Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	Non concernée
<p>SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2019)</p>	Région Sud PACA	<p>Pour la région Sud-PACA, le projet de SRADDET a été arrêté lors de l'assemblée régionale du 18 octobre 2018.</p> <p>Le SRADDET a été voté le 26 juin 2019 (délibération n°19-350) et approuvé le 15 octobre 2019 par le préfet de région.</p> <p>Les ambitions chiffrées du SRADDET de la région Sud-PACA sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). <p>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.</p> <p>LIGNE DIRECTRICE 1 : Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif 2 : Définir et déployer une stratégie portuaire et fluviale régionale • Objectif 3 : Améliorer la performance de la chaîne 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 	La construction des logements va respecter l'ensemble des objectifs cités.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
		<ul style="list-style-type: none"> • 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 <p><u>LIGNE DIRECTRICE 2 : Maitriser la consommation de l'espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p><u>LIGNE DIRECTRICE 3 : Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires accueillants</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif 55 : structurer les campagnes urbaines et veiller à un développement harmonieux des territoires sous pression • Objectif 58 : soutenir l'économie de proximité 	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
<p>SRCAE Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (2013)</p>	Région Sud PACA	<p>Le SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur a été approuvé le 28 juin 2013 par l'Assemblée Régionale, puis arrêté par le préfet de région le 17 juillet 2013. Le SRADDET Sud PACA étant entré en vigueur, il s'est substitué au SRCAE. Compte tenu 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 Gignac-la-Nerthe fait partie de la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air au sens du SRCAE.</p>	-
<p>PPA Plan de Protection de l'Atmosphère</p>	Région Sud PACA	<p>Le Plan de Protection de l'Atmosphère révisé [PPA 13] des Bouches-du-Rhône est un projet porté par la DREAL PACA. L'objectif (2025) est de mettre 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 107 communes dont Gignac-la-Nerthe.</p> <p>Le PPA des Bouches-du-Rhône fixe des objectifs en termes de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentration : ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux valeurs réglementaires, avec une priorité sur les particules et les oxydes d'azote ; • Émission : décliner localement la directive plafond et les objectifs des lois Grenelle ; • Exposition de la population : tendre à une exposition minimale de la population à la pollution et traiter les points noirs résiduels par des actions spécifiques. <p>Ce PPA comprend 15 actions pérennes, réglementaires ou non, réparties comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transport (Ferroviaire, maritime et routier) : 8 actions • Industrie : 3 actions • Chauffage Résidentiel/Agriculture/Brûlage : 4 actions <p><i>Remarque : Les actions ont été définies lors de l'élaboration du PPA 13, avec l'estimation pour chaque action d'un objectif à atteindre en 2025, selon les hypothèses proposées. Ces objectifs, qui sont définis sous formes d'hypothèse de réduction – en absolue ou en relatif - de données d'activité ou d'émission, ont été transcrits en termes de réduction d'émissions de polluants dans des fiches d'évaluation. Ainsi, pour chaque action définie dans le PPA 13, une fiche synthétique présente les caractéristiques et hypothèses de cette action. Ainsi les paramètres suivants seront présentés lorsque les actions sont évaluables :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Description de l'action et des données sources • Hypothèses de calculs • Résultats de l'action (gains) • Commentaires et limites <p>Les actions propres à ce PPA ont été ventilées par types de secteur, c'est-à-dire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aérien : Plusieurs actions sont présentes : <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la performance énergétique de la centrale de production chaud/froid de l'aéroport, prévue en 2022. • Remplacement des groupes électrogènes de secours des balises lumineuses en 2018. • Actions prévues sur la limitation du temps d'utilisation des APU, • Optimisation des phases de roulage • Agriculture et biomasse (2) : <ul style="list-style-type: none"> • Action 38 : Développer la gestion autonome des déchets verts des habitants (programme prévention des déchets verts) • Action 39 : Accompagner le développement d'un pôle de valorisation locale de la paille de riz 	Ces nouveaux logements vont appliquer le projet Fond Air Bois et contribuer au déploiement de la plateforme métropolitaine de rénovation énergétique.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
		<ul style="list-style-type: none"> • Ferroviaire (1) : Action 20 : Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics – Ferroviaire • Industrie (3) : <ul style="list-style-type: none"> • Action 28 : Contrôler la mise en œuvre des actions de réduction des COV pour 14 sites industriels du pourtour de l'étang de Berre • Action 29 : Mettre en œuvre le projet ODAS • Action 31 : Mettre en œuvre les meilleures techniques disponibles dans les établissements IED • Maritime (3) : <ul style="list-style-type: none"> • Action 1 : Déployer les connexions électriques des navires à quai • Action 2 : Etendre la mise en œuvre de la « Charte bleue » auprès de tous les armements de croisière • Action 3 : Mettre en place les conditions favorables pour l'avitaillement GNL des navires • Résidentiel/Tertiaire (2) : <ul style="list-style-type: none"> • Action 46 : Accélérer la mise en œuvre de Fond Air Bois • Action 44 : Déployer la plate-forme métropolitaine de rénovation énergétique, notamment sur les enjeux « chauffage » • Transport routier (4) : <ul style="list-style-type: none"> • Action 11 : Définir les opportunités d'abaissement des vitesses sur autoroutes • Action 19 : Aider à la conversion des flottes grand public / professionnelles • Action 20 : Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics • Action 22 : Créer les infrastructures visant au report modal vers le rail <p>Sous l'autorité du préfet des Bouches-du-Rhône, la DREAL a lancé la révision du PPA des Bouches-du-Rhône. Une enquête publique s'est déroulée du lundi 13 septembre 2021 au vendredi 22 octobre 2021 inclus, afin de fixer les objectifs pour 2025. Le dossier complet d'enquête publique, le procès-verbal, le rapport et l'avis de la commissions d'enquête, ainsi que le mémoire en réponse de la DREAL sont disponibles⁴.</p>	
Feuille de route qualité de l'air (2018)	Zone administrative de surveillance ZAG Marseille-Aix	<p>Les feuilles de route 'qualité de l'air' ont été rendues publiques en avril 2018. Celle concernant la zone de surveillance de Gignac-la-Nerthe (inclus dans la ZAG Marseille-Aix) comporte 55 actions réparties en 9 axes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Axe 1 – Ancrer le réflexe Air <ul style="list-style-type: none"> • 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 Sensibiliser le grand public aux mobilités plus vertueuses • Action 1.04 Faire avancer la « conscientisation » des enjeux qualité de l'air : la Métropole candidate à l'appel à projet européen UIA • Action 1.05 Instaurer un forum régional de la qualité de l'air • Action 1.06 Affirmer l'engagement de la Métropole en faveur de la qualité de l'air au travers de l'agenda mobilité • Action 1.07 Affirmer l'engagement des collectivités en faveur de la qualité de l'air dans le PCAET 	La construction de ces nouveaux logements prendra en compte les actions de l'axe 7 (Améliorer la performance environnementale du bâti)

⁴ <https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/plan-de-protection-de-l-atmosphere-des-bouches-du-r2794.html#:~:text=Rh%C3%B4ne%20%2D%20objectif%202025-Plan%20de%20Protection%20de%20l'Atmosph%C3%A8re%20des%20Bouches%20du%2D,vendredi%2022%20octobre%202021%20inclus.>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
		<ul style="list-style-type: none"> • Action 1.08 Intégrer l'ambition du PCAET dans les documents de planification : ScoT, PLU métropolitain, PDU, PLU • Action 1.09 Appuyer la prise en compte de la qualité de l'air dans les porter-à-connaissance • Axe 2 – Désengorger les zones denses <ul style="list-style-type: none"> • Action 2.10 Requalifier les grands axes urbains • Action 2.11 Réduire le stationnement sur voirie • Action 2.12 Étendre les réductions pérennes de vitesse en zone dense pour limiter la congestion • Axe 3 – Favoriser les transports les plus propres <ul style="list-style-type: none"> • Action 3.13 Favoriser le déploiement des bornes de recharge pour véhicules électriques • Action 3.14 Accompagner les collectivités et entreprises dans le déploiement de la mobilité GNV • Action 3.15 Pourvoir le territoire en stations GNV • Action 3.16 Faire évoluer les modalités de commande publique de services régionaux de transport interurbain routier pour favoriser des autocars à faibles émissions • Action 3.17 Développer la réflexion sur les alternatives aux trains diesel sur la ligne TER Marseille – Gardanne - Aix • Action 3.18 Étendre les réseaux métro et tramway • Action 3.19 Décarboner la flotte de bus • Axe 4 – Encourager les alternatives à la voiture individuelle <ul style="list-style-type: none"> • Action 4.20 Développer des lignes de transports en commun labellisées Premium à l'échelle métropolitaine • Action 4.21 Développer les transports urbains en site propre • Action 4.22 Développer les voies réservées aux transports en commun sur autoroute sur A7, A51 et A50 • Action 4.23 Développer les parcs-relais • Action 4.24 Favoriser l'intermodalité en créant un abonnement multimodal métropolitain • Action 4.25 Simplifier la vente et la distribution des titres de transport • Action 4.26 Refondre la centrale de mobilité régionale et y intégrer toutes les nouvelles solutions de mobilité • Action 4.27 Développer l'accompagnement aux nouvelles pratiques de déplacement et au report modal : projet eMani • Action 4.28 Moderniser et fiabiliser le réseau TER notamment en augmentant la capacité du nœud ferroviaire de Marseille • Action 4.29 Développer l'offre et la desserte ferroviaire sur la zone, en amont de la LNPCA et avec la LNPCA (scénario 3 du COI) • Action 4.30 Favoriser la pratique du covoiturage • Action 4.31 Renforcer les infrastructures et les services pour encourager à la pratique des modes de déplacements actifs • Action 4.32 Accompagner les démarches de mobilité en entreprise • Axe 5 – Limiter l'impact du trafic poids lourds <ul style="list-style-type: none"> • Action 5.33 Renforcer les contrôles pollution en bord de route des poids lourds et véhicules utilitaires légers • Action 5.34 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 PL • Action 5.35 Redynamiser les chartes CO₂ • Action 5.36 Expérimenter la mise en place d'une redevance poids lourds • Axe 6 – Atténuer l'empreinte environnementale de l'activité maritime et portuaire <ul style="list-style-type: none"> • Action 6.37 Étendre les zones à émissions contrôlées à la Méditerranée • Action 6.38 Poursuivre le déploiement de l'électrification des navires à quai • Action 6.39 Étudier la faisabilité de développer des nouvelles techniques visant à limiter les émissions des navires : électrification, GNL • Action 6.40 Inciter les armateurs à adopter une démarche environnementale vertueuse 	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
		<ul style="list-style-type: none"> • Axe 7 – Améliorer la performance environnementale du bâti <ul style="list-style-type: none"> • Action 7.41 Repenser l'aménagement urbain • Action 7.42 Aider au renouvellement des appareils de chauffage non performants • Action 7.43 Accompagner la rénovation énergétique des bâtiments • Action 7.44 Développer un service public de la rénovation énergétique • Action 7.45 Promouvoir l'utilisation de matériau biosourcés • Axe 8 – Gérer efficacement les déchets verts <ul style="list-style-type: none"> • Action 8.46 Renforcer les contrôles liés aux interdictions de brûlage des déchets verts • Action 8.47 Limiter les dérogations aux interdictions de brûlage des déchets verts • Action 8.48 Renforcer le recours aux techniques d'évacuation des rémanents d'essartement alternatives au brûlage • Action 8.49 Valoriser la fraction ligneuse des déchets verts • Action 8.50 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 8.51 Agir sur la collecte et le traitement des déchets verts • Action 8.52 Accompagner le changement de pratiques agricoles. • Axe 9 – Poursuivre la réduction des émissions industrielles <ul style="list-style-type: none"> • Action 9.53 Renforcer les prescriptions techniques pour les principaux industriels émetteurs de polluants atmosphériques • Action 9.54 Renforcer la surveillance sur la zone industrielle de l'Étang de Berre • Action 9.55 Valoriser les fumées industrielles dans la culture de microalgues pour produire du carburant (Vasco 2) 	
PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (2019)	Métropole d'Aix-Marseille-Provence	<p>Gignac-la-Nerthe fait partie de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence (depuis 2016) regroupant 119 communes et 1 889 666 habitants sur un territoire de 3 149,20 km²⁵.</p> <p>Le nouveau Plan Climat 2019-2025 inscrit la Métropole dans la trajectoire de la neutralité carbone à l'horizon 2050. Il répond également aux ambitions européennes en visant les objectifs du Cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030.</p> <p>Enfin, par cohérence avec les autres stratégies de planification et conformément au décret du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, le PCAET reprend les objectifs du Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur adopté le 26 juin 2019.</p> <p>Concernant la trajectoire carbone, un des objectifs majeurs vise à diminuer de 22% les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2026.</p> <p>Parmi les principaux leviers à actionner :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La réduction de la part modale du véhicule thermique grâce à la restructuration du réseau de tramway et de bus ainsi que le développement des modes doux comme le vélo ; • L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments existants par l'intermédiaire, notamment, de la nouvelle Plateforme Territoriale de Rénovation Énergétique qui assurera l'accompagnement des habitants et syndicats de copropriétés. • Le développement des énergies renouvelables avec, notamment, la création de plusieurs réseaux de chaleur basés sur les technologies de géothermie, de thalassothermie, de récupération de la chaleur ; • L'amélioration de la gestion des déchets avec la réduction de l'impact carbone de la collecte, l'augmentation de la valorisation matière, l'étude de nouvelles filières de traitement. 	Les nouveaux logements vont prendre en compte la performance énergétique de la nouvelle plateforme territoriale de rénovation énergétique.
TEPCV	-	Les Territoires à énergie positive pour la croissance verte sont des territoires qui s'engagent dans une	Non concernée

⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_intercommunalit%C3%A9s_des_Bouches-du-Rh%C3%B4ne

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (2016)		<p>démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale. Leur plan d'action s'appuie sur 4 piliers : favoriser l'efficacité énergétique ; réduire des émissions de gaz à effet de serre ; diminuer la consommation d'énergies fossiles ; développer les énergies renouvelables. Le territoire s'est engagé à la réalisation des axes et actions suivants, présentées dans la convention TEPCV signée le 11 octobre 2016 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • AXE 1 : La stratégie énergétique et planification Réalisation d'un document de planification énergétique du territoire comprenant notamment un schéma directeur des réseaux de chaleur • AXE 2 : Le développement et la production d'énergies renouvelables L'eau est au cœur du développement des énergies renouvelables de la métropole : optimisation de la production des centrales hydroélectriques du Haut-Pays ; Consolidation de la filière bois-énergie grâce à l'élaboration d'une charte forestière ; étude systématique du recours à la géothermie superficielle dans la nappe du Var lors de l'aménagement des nouveaux quartiers au sein de l'Éco-Vallée Plaine du Var. • AXE 3 : La maîtrise de la consommation d'énergie Amélioration de la performance énergétique de l'ensemble des services métropolitains : nouvelle régie Eau d'Azur à énergie positive, futures stations d'épuration tendant à l'autonomie énergétique, schéma directeur de l'éclairage public ambitieux en termes de réduction des consommations, etc. Le rôle de la population n'est pas oublié avec un fort accent mis, outre les opérations aidées, sur la rénovation énergétique de l'habitat, avec la mise en œuvre d'une plateforme dont la vocation est de faciliter le passage à l'acte des particuliers. • AXE 4 : La distribution d'énergie La compétence nouvelle de la métropole en matière de concession de la distribution publique d'électricité et de gaz au 1^{er} janvier 2015 aura un effet levier sur la gestion de l'activité de distribution d'énergie sur son périmètre en tant qu'autorité organisatrice. Par ailleurs, les expérimentations sur les réseaux électriques intelligents pourront être enrichies notamment avec l'opportunité ouverte par l'expérimentation tarifaire par la loi sur la transition énergétique, en lien avec les projets liés à la ville intelligente. • AXE 5 : Les transports Ce volet est déjà engagé avec la construction de la ligne Ouest-Est du tramway et du pôle d'échange multimodal qui vont révolutionner le transport en commun sur la métropole, aux côtés de l'autopartage de véhicules électriques et des vélos en libre-service. <ul style="list-style-type: none"> • Action 1 : modernisation de l'éclairage public ; • Action 2 : Renouvellement de la flotte de véhicules par des véhicules électriques ; • Action 3 : Étude de la faisabilité pour la centrale hydroélectrique de la Vionène. <p>La commune de Gignac-la-Nerthe ne fait pas partie d'un territoire labellisé TEPCV.</p>	
CTE Contrat de Transition écologique	-	<p>Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte). Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets.</p> <p>Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements.</p> <p>Ni la commune de Gignac-la-Nerthe, ni la métropole d'Aix-Marseille-Provence ne sont inscrites dans une démarche CTE.</p>	Non concerné
PLUi Plan Local d'Urbanisme intercommunal (2019)	Territoire Marseille Provence	<p>Le PLU intercommunal (PLUi) du territoire de Marseille Provence a été approuvé le 19 décembre 2019. Le PLUi est composé de 18 communes (dont Gignac-la-Nerthe). Il réunit les PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durables) des communes du territoire de Marseille Provence.</p> <p>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.</p> <p>Le PLU intercommunal se substitue aux documents d'urbanisme communaux actuels (PLU, POS, cartes</p>	La construction des logements va d'une part, préserver les espaces naturels actuels et d'autre part, créer de nouveaux espaces naturels.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
		<p>communales).</p> <p>Le PADD du PLU intercommunal repose sur 4 axes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • AXE 1 : Pour une ambition et un positionnement métropolitains : <ul style="list-style-type: none"> • 1.1 : Conforter l'attractivité du territoire; • 1.2 : Faire du territoire un écosystème d'innovation économique de référence en Europe du Sud • 1.3 : Garantir l'accessibilité du territoire aux échelles métropolitaine, nationale et euro-méditerranéenne • 1.4 : Mettre en œuvre une stratégie vertueuse de développement • AXE 2 : Pour un écrin vert et bleu préservant le cadre de vie : <ul style="list-style-type: none"> • 2.1 : Préserver la biodiversité en assurant la protection de la trame écologique • 2.2 : Qualifier les franges urbaines, interfaces entre la ville et la nature • 2.3 : Pérenniser les terres agricoles • 2.4 : Valoriser les paysages porteurs des identités locales • AXE 3 : Pour une organisation structurée du développement <ul style="list-style-type: none"> • 3.1 : Mailler le territoire par des centralités attractives • 3.2 : Articuler le développement urbain et les conditions de mobilité • 3.3 : Garantir une cohérence dans les développements urbains à venir • AXE 4 : Pour un urbanisme raisonné et durable <ul style="list-style-type: none"> • 4.1 : Prendre un urbanisme raisonné et durable • 4.2 : Privilégier le renouvellement urbain et limiter la consommation d'espaces • 4.3 : Différencier le développement urbain en fonction des atouts et des concentrations des territoires • 4.4 : Offrir la proximité aux habitants • 4.5 : Mettre en adéquation l'offre de stationnement et l'offre de mobilité • 4.6 : Améliorer la cadre de vie des habitants sur l'ensemble du territoire <p>Le PDU de Gignac-la-Nerthe est intégré au PLUi : Il comprend 4 axes, déclinés en thèmes puis en fiches actions</p> <ul style="list-style-type: none"> • AXE 1. Positionnement et rôle dans le projet communautaire <ul style="list-style-type: none"> • 1.1. Eléments spécifiques et identitaires, centralité • 1.2. Objectifs de développement • AXE 2. Pour un écrin vert et bleu préservant le cadre de vie : <ul style="list-style-type: none"> • 2.1. Trame verte et bleue, paysage • 2.2. Risques et nuisances • AXE 3. Pour une organisation structurée du développement <ul style="list-style-type: none"> • 3.1. Stratégie spécifique du maintien ou renforcement de la centralité • 3.2. Conditions de déplacement • AXE 4. Pour un urbanisme raisonné et durable <ul style="list-style-type: none"> • 4.1. En zones urbaines (à vocation résidentielle ou mixte et à vocation économique) • 4.2. En zones d'urbanisation future (à vocation résidentielle ou mixte et à vocation économique) 	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
Émissions des véhicules			
Certificat Crit'Air	Territoire national	<p>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).</p> <p>Aujourd'hui, la métropole d'Aix-Marseille-Provence est sous couvert d'une zone environnementale.</p> <p>De plus, 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.</p> <p>En application de la LOM, le décret signé le 16 septembre 2020 et publié au Journal Officiel du 17 septembre, définit les collectivités locales soumises à l'obligation d'instaurer une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) au 31 décembre 2020 ; sept nouvelles ZFE-m doivent entrer en vigueur dans les collectivités suivantes : Métropole Aix-Marseille-Provence, Métropole Nice-Côte d'Azur, Métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et Métropole Rouen-Normandie. Leur territoire est en effet inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air où l'une des valeurs limites d'émissions de dioxyde d'azote (NO₂), de particules PM10 ou de particules PM2,5 n'a pas été respectée au moins trois années sur les cinq dernières.</p> <p>La métropole Aix-Marseille-Provence a obligation d'instaurer une ZFE.</p>	-
Environnement & Santé			
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021)	Territoire national	<p>Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement • Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose • Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux 	-

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le DOCUMENT de PLANIFICATION
		<ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
<p>PRSE 3 Plan Régional Santé Environnement (2017)</p>	Région Sud PACA	<p>Déclinant au niveau régional le 3^e Plan National Santé Environnement, le PRSE 3 PACA (2015-2021) a été adopté le 06 décembre 2017 de manière tripartite (ARS, DREAL, Région). Il comprend 9 orientations déclinées en actions : Air (18 actions) ; Eau (8 actions) ; Habitat (6 actions) ; Bruit (1 action) ; Risques émergents et changement climatique (4 actions) ; Système de santé (3 actions) ; Urbanisme (5 actions) ; Déchets (3 actions) ; Alimentation (3 actions).</p> <p>Les actions notables en termes de qualité de l'air sont, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ; • Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ; • Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles notamment pour la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ; • Réduire les émissions liées aux secteurs résidentiel et agricole ; • Réduire les émissions de particules du secteur résidentiel en rappelant l'interdiction de brûlage des déchets verts et les solutions mises à disposition par les collectivités ; • Améliorer la prise en compte de la problématique santé environnement dans les documents de planification territoriale relatifs aux déplacements (voyageurs et marchandises) ainsi qu'à l'urbanisme et au logement (feuille de route transports) ; • Promouvoir les mobilités actives, évaluer et valoriser leurs effets sur la santé et l'environnement (feuille de route transports) ; • Réduire les émissions polluantes issues des transports, notamment par la promotion des transports en commun ; • Renforcer la surveillance, les prévisions et l'information sur les concentrations de pollens et de moisissures allergisantes dans l'air extérieur et évaluer l'exposition de la population ; • Former et informer les élus et les professionnels (santé, environnement, etc.) sur la qualité de l'air ; • Informer, sensibiliser, éduquer les jeunes et le public à la qualité de l'air ; • Former les professionnels de la périnatalité aux risques sanitaires liés à l'environnement ; • Tester, sur la base du volontariat, la mise en place de quelques études d'impact sur la santé à l'échelle d'un quartier permettant d'intégrer au mieux les enjeux sanitaires et environnementaux ; • Améliorer la gestion des déchets issus du BTP (poussière, plastique, amiante, plomb) et développer la mise en place des chantiers propres. <p>Le PNSE 4 sera décliné en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2022 par l'Agence Régionale de Santé (ARS), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et la Région Sud dans le cadre du quatrième Plan Régional Santé Environnement (PRSE 4).</p>	<p>La construction de logements va prendre en compte la problématique santé environnement dans les documents de planification territoriale.</p>

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

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 2020.

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

- **Agriculture** (agriculture, sylviculture et aquaculture hors utilisation des terres, leurs changements et la forêt)
- **Transport routier**
- **Autres transports** (maritime, aérien, ferroviaire, fluvial)
- **Résidentiel**
- **Tertiaire** (tertiaire, commercial et institutionnel)
- **Industrie hors branche énergie** (Industrie manufacturière, construction)
- **Branche Énergie** (l'inventaire des polluants atmosphériques - hors GES - comptabilise les émissions sur le lieu de rejet. L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre comptabilise les émissions directes liées à tous les secteurs d'activité hormis celui de la production d'électricité, de chaleur et de froid, dont seule la part d'émissions indirectes liée à la consommation à l'intérieur du territoire est comptabilisée)
- **Déchets** (traitement des déchets)
- **Émetteurs non inclus** (émissions non prises en compte dans les totaux sectoriels ainsi que les sources non anthropiques. Il s'agit notamment de la remise en suspension des particules fines, des feux de forêt et des sources naturelles : [végétation, NOx et COVNM des champs et cultures, NOx des cheptels]. Les émissions de GES des cycles LTO internationaux sont également rapportées dans cette catégorie. Pour information, les émissions et consommations des phases croisières de l'aviation et du maritime ne sont pas rapportées dans Cigale)

8.1.1. Bilan des émissions sur le département des Bouches-du-Rhône en 2020

La qualité de l'air dépend de nombreux facteurs, parmi lesquels il est possible de citer les émissions polluantes, les conditions météorologiques et la topographie, entre autres. Les leviers d'amélioration concernent bien entendu les émissions polluantes, sur lesquelles il est possible d'agir.

Le département des Bouches-du-Rhône, compte tenu de sa topographie principalement littoral, offre une répartition contrastée de la pollution. La population se concentre dans l'aire d'attraction de Marseille – Aix-en-Provence, essentiellement à l'est de l'étang de Berre. Ainsi, cette aire est soumise à une pollution urbaine générée essentiellement par l'activité industrielle (hors branche énergie). Il demeure que le transport routier et le résidentiel (chauffage au bois) contribuent aussi à cette pollution.

Le moyen et l'arrière-pays, espaces plus ruraux, sont également concernés par cette pollution. Elle est provoquée par la présence des pôles industriels et des réseaux routiers et autoroutiers denses, accentuées par une topographie plutôt littorale.

La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (NOx), tandis que l'ouest de du département (espaces ruraux) est concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie du département.

Il convient de retenir que la répartition des émissions polluantes par secteur d'activité est spécifique à chaque polluant. Elle dépend sensiblement des particularités du territoire et de ses activités. Ainsi, selon les sources d'émission présentes sur le territoire, la prépondérance des polluants peut varier.

L'histogramme immédiatement suivant représente la répartition des émissions de polluants par secteurs d'activité dans les Bouches-du-Rhône, en 2020.

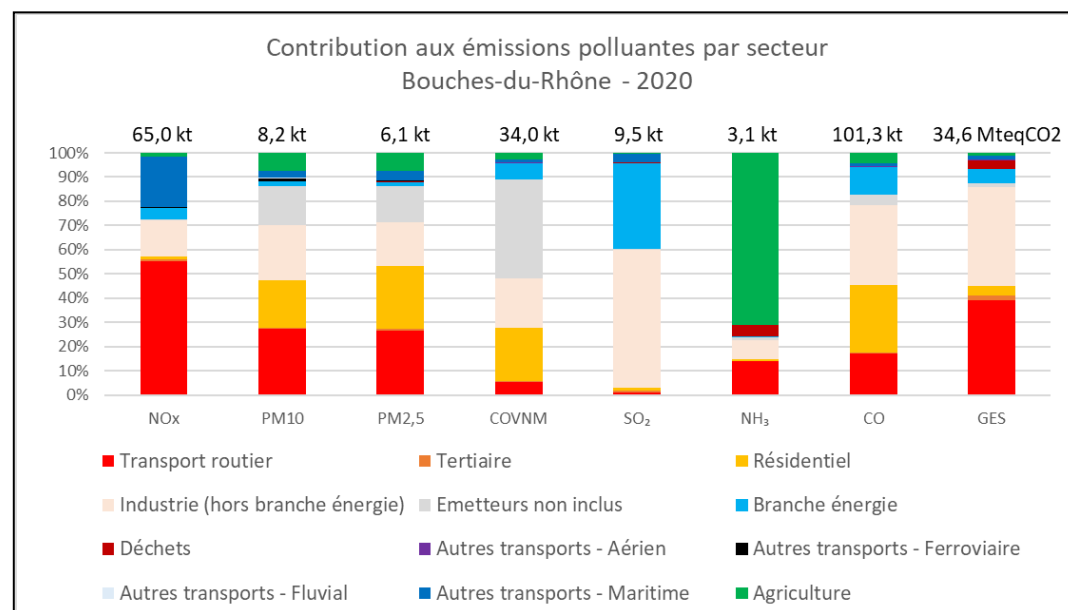


Figure 6 : Répartition des émissions de polluants par type d'activité dans les Bouches-du-Rhône en 2020 (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)

Au niveau du département des Bouches-du-Rhône la répartition des émissions polluantes était la suivante en 2020 :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le secteur du transport routier (55.2 %) est le secteur majoritairement émetteur, suivi par le transport maritime (20,5%), le secteur de l'industrie (14.7 %) et la branche énergie (4.7 %) ;
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le secteur des émetteurs non inclus est le principal contributeur (40.9 %), suivi par le résidentiel (22.1 %) et le secteur de l'industrie (20.4 %) ;
- **Particules PM10** : le transport routier est l'émetteur majoritaire (27.2 %), suivi par le secteur de l'industrie (22.8 %), le résidentiel (19.6 %) et les émetteurs non inclus (16.1 %) ;
- **Particules PM2,5** : le transport routier (26.5 %) et le résidentiel (26.0 %) sont les émetteurs majoritaires, suivi par l'industrie (18.1 %) et les émetteurs non inclus (15.0 %) ;
- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : l'industrie est le premier émetteur à raison de 56.8 %, suivi par la branche d'énergie (35.4 %) ;
- **Ammoniac (NH₃)** : l'agriculture est le principal émetteur (70.9 %), suivi par le transport routier (13.8 %), l'industrie (8.1 %) et les déchets (5.0 %) ;
- **Monoxyde de carbone (CO)** : le secteur industriel est le premier émetteur à raison de 33.3 %, suivi par le résidentiel (27.8 %), le transport routier (17.1 %) et la branche énergie (11.4 %).

Dans le département des Bouches-du-Rhône, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2020 sont l'**industrie** (NOx, CO, NH₃, PM10, PM2,5, COVNM et SO₂), le **transport routier** (NOx, PM10, PM2,5, NH₃ et CO), le **résidentiel** (PM10, PM2,5, COVNM et CO), les **émetteurs non inclus** (COVNM, PM10, PM2,5), la **branche énergie** (NOx, SO₂ et CO).

8.1.2. Évolution des émissions sur la zone PPA des Bouches-du-Rhône et évaluation du PPA (Source : AtmoSud)

❖ Particules PM10 sur la zone PPA Bouches-du-Rhône

Les émissions totales de PM10 diminuent de 39 % entre la situation de référence de 2007 et l'année 2017 (cf. graphe suivant).

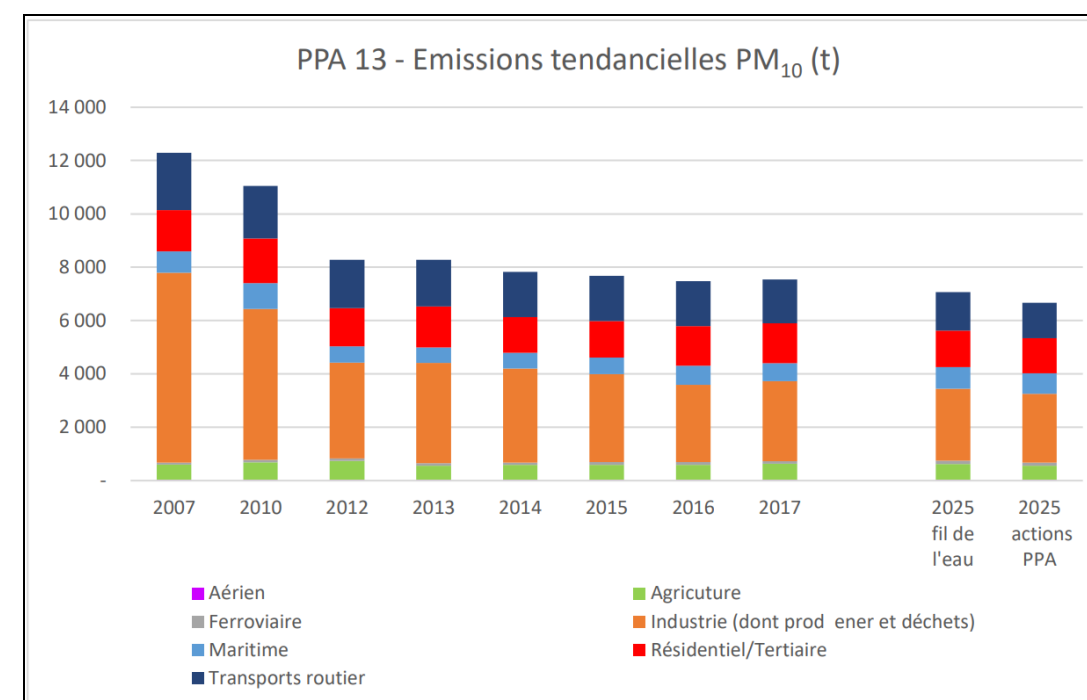


Figure 7 : Évolution des émissions de PM10 entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)

Principal contributeur des émissions de PM10, le secteur industriel (production d'énergie / industrie / traitement des déchets) a vu ses émissions baisser de près de 58 % entre 2007 et 2017. Cette baisse, principalement liée à l'amélioration des procédés de dépollution et aux évolutions de la production industrielle, reste supérieur aux objectifs fixés dans le PPA (2 992 t en 2017 contre 2 569 t avec les actions du PPA en 2025).

Le secteur lié au transport routier a, quant à lui, vu ses émissions diminuer de près de 23 %, entre la situation de référence 2007 et 2017. Cette baisse, principalement liée à la mise en application des normes Euro et au renouvellement progressif du parc automobile, reste supérieur aux objectifs fixés en 2025 (1 645 t en 2017 contre 1 327 t avec les actions du PPA en 2025). Cela est dû aux émissions de PM10, issues des phénomènes d'usure (pneu, frein et route).

Par ailleurs, les émissions de PM10 du secteur résidentiel/tertiaire, n'ont diminué que de 5 % entre 2007 et 2017. Identiquement aux secteurs du transport routier et industriel, cette baisse est supérieure aux objectifs fixés en 2025 (1 410 t en 2017 contre 1 249 t avec les actions du PPA en 2025). En cause, une tendance à la hausse de la combustion de biomasse (chauffage au bois et des brûlages des déchets verts). 96 % de particules fines PM10 du secteur tertiaire sont émises par des appareils de chauffage considérés comme non performant (dont 49 % en mode chauffage principal et 47 % en appoint).

L'objectif 2025 « actions PPA » de réduction des émissions de PM10 inscrit dans le PPA est déjà atteint en 2017, par les secteurs ferroviaire et maritime. L'objectif 2025 « fil de l'eau » est atteint par le secteur agriculture. En 2017, les secteurs aérien, industriel, résidentiel/tertiaire et transport routier sont en-dessous des objectifs 2025 « actions PPA » et « fil de l'eau ». Les actions intégrées dans le PPA 13 devraient permettre de réduire en 2025 les émissions de PM10 de -5,7 % (Agriculture : -1,0 % ; Industrie : -1,7 % ; Maritime : -0,6 % ; Résidentiel/tertiaire : -0,7 % et transport routier : -1,7 %) par rapport au scénario tendanciel des émissions. Par rapport à l'état initial de 2017, les émissions en particules fines PM10 devraient décroître de -11,5 %.

❖ Particules PM2,5 sur la zone PPA Bouches-du-Rhône

Il est possible d'observer que les émissions totales de PM2,5 diminuent de 41 % entre la situation de référence de 2007 et l'année 2017 (Cf. graphe suivant).

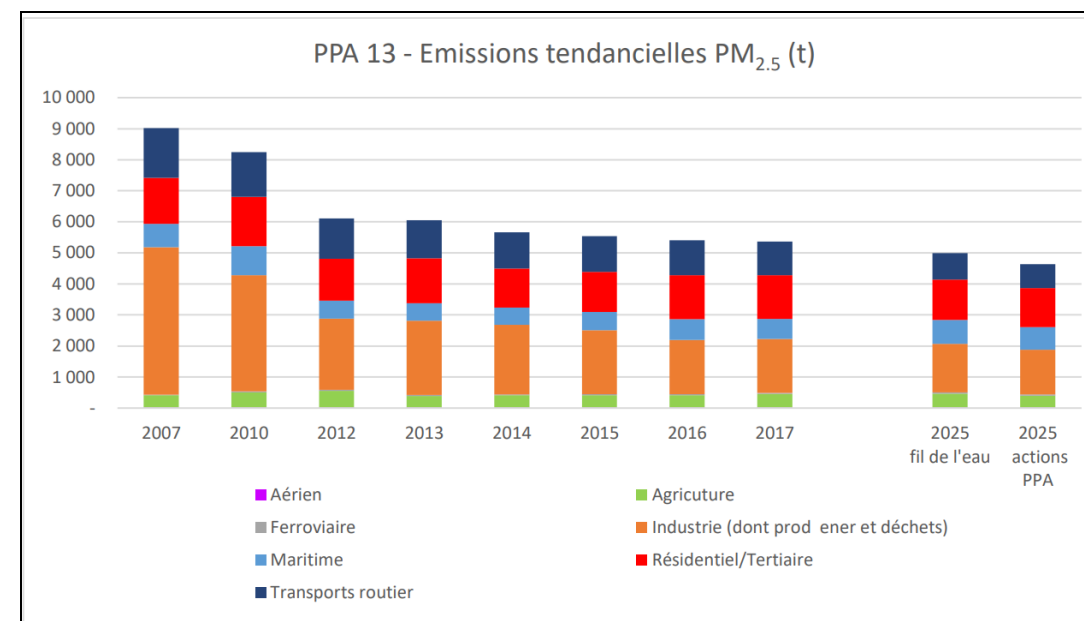


Figure 8 : Évolution des émissions de PM2,5 entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)

Tout comme les PM10, le secteur industriel (production d'énergie / industrie / traitement des déchets) est le principal contributeur des émissions de PM2,5. Ce secteur a vu ses émissions baisser de près de 63 % entre 2007 et 2017. Cette baisse, principalement liée à l'amélioration des procédés de dépollution et aux évolutions de la production industrielle, reste également, supérieur aux objectifs fixés dans le PPA (1 738 t en 2017 contre 1 445 t avec les actions du PPA en 2025).

Le secteur lié au transport routier a, quant à lui, vu ses émissions diminuer de près de 33 %, entre la situation de référence 2007 et 2017. Cette baisse, principalement liée à la mise en application des normes Euro et au renouvellement progressif du parc automobile, reste supérieur aux objectifs fixés en 2025 (1 077 t en 2017 contre 775 t avec les actions du PPA en 2025). Tout comme les PM10, cela est dû aux émissions de PM2,5 issues des phénomènes d'usure (pneu, frein et route).

Enfin les émissions des PM2,5, du secteur résidentiel/tertiaire, n'ont diminué que de 5 % entre 2007 et 2017. Cette baisse également, reste au-dessus des objectifs fixés en 2025 (1 410 t en 2017 contre 1 249 t avec les actions du PPA en 2025). En cause, une tendance à la hausse de la combustion de biomasse (chauffage au bois et des brûlages des déchets verts).

L'objectif 2025 « actions PPA » de réduction des émissions de PM_{2,5} inscrit dans le PPA est déjà atteint en 2017, par les secteurs ferroviaire et maritime. L'objectif 2025 « fil de l'eau » est atteint par le secteur agriculture. En 2017, les secteurs aérien, industriel, résidentiel/tertiaire et transport routier sont en-dessous des objectifs 2025 « actions PPA » et « fil de l'eau ». Les actions intégrées dans le PPA 13 devraient permettre de réduire en 2025 les émissions de PM_{2,5} de -7,0 % (Agriculture : -1,3 % ; Industrie : -2,4 % ; Maritime : -0,8 % ; Résidentiel/tertiaire : -1,0 % et transport routier : -1,5 %) par rapport au scénario tendanciel des émissions. Par rapport à l'état initial de 2017, les émissions en particules fines PM_{2,5} devraient décroître de -13,5 %.

❖ Oxydes d'azote (NO_x) sur la zone PPA Bouches-du-Rhône

Les émissions totales de NO_x diminuent de 31 % entre la situation de référence de 2007 et 2017 (cf. graphique suivant).

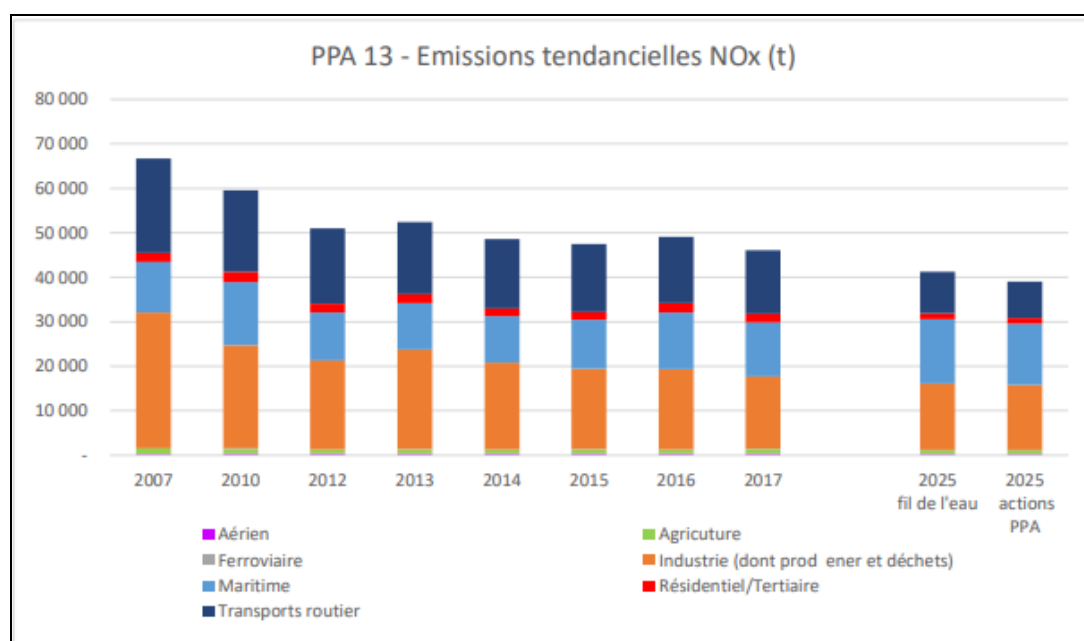


Figure 9 : Évolution des émissions de NO_x entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)

En Bouches-du-Rhône, le premier contributeur des émissions de NO_x est le secteur industriel au sens large (production d'énergie / industrie / traitement de déchets), qui voit ses émissions diminuer de près de 47 %, entre la situation de 2007 et l'année 2017. Les objectifs 2025 « fil de l'eau » et 2025 « actions PPA » ne sont pas encore atteints (16 200 t en 2017 contre 14 555 t avec les actions du PPA 2025). Cela est dû à l'augmentation des émissions induites par la croissance de certaines activités.

Le deuxième contributeur est le secteur automobile. Ces émissions ont baissé de 33% entre la situation de 2007 et l'année 2017. Cette baisse, tout comme les particules, est principalement liée à la mise en application des normes Euro et au renouvellement progressif du parc automobile. Les objectifs 2025 « fil de l'eau » et 2025 « actions PPA » ne sont pas encore atteints (14 257 t en 2017 contre 8 072 t avec les actions du PPA 2025). Les causes identifiées sont une augmentation du trafic sur la zone du PPA et des gains technologiques constatés inférieurs aux gains escomptés.

Enfin, les émissions de NO_x du secteur maritime ont augmenté de 7 % entre 2007 et 2017. Mais ces émissions restent en dessous des objectifs 2025 « fil de l'eau » et 2025 « actions PPA ». Les actions de ce secteur ont permis de diminuer de 72 % les émissions des ferries et des paquebots.

L'objectif 2025 « actions PPA » de réduction des émissions de NO_x inscrit dans le PPA est déjà atteint en 2017, par le secteur maritime. L'objectif 2025 « fil de l'eau » est atteint par le secteur ferroviaire. En 2017, les secteurs aérien, agriculture, industriel, résidentiel/tertiaire et transport routier sont en-dessous des objectifs 2025 « actions PPA » et « fil de l'eau ». Les actions intégrées dans le PPA 13 devraient permettre de réduire en 2025 les émissions de NO_x de -5,5 % (Agriculture : -0,1 % ; Industrie : -0,7 % ; Maritime : -1,6 % ; Résidentiel/tertiaire : -0,1 % et transport routier : -3,0 %) par rapport au scénario tendanciel des émissions. Par rapport à l'état initial de 2017, les émissions en NO_x devraient décroître de -15,4 %.

❖ Oxydes de soufre (SO_x) sur la zone PPA Bouches-du-Rhône

Le diagramme suivant illustre les évolutions des émissions de SO₂ depuis 2007, année ayant servi de référence pour l'établissement des objectifs PPA des oxydes d'azote et des particules.

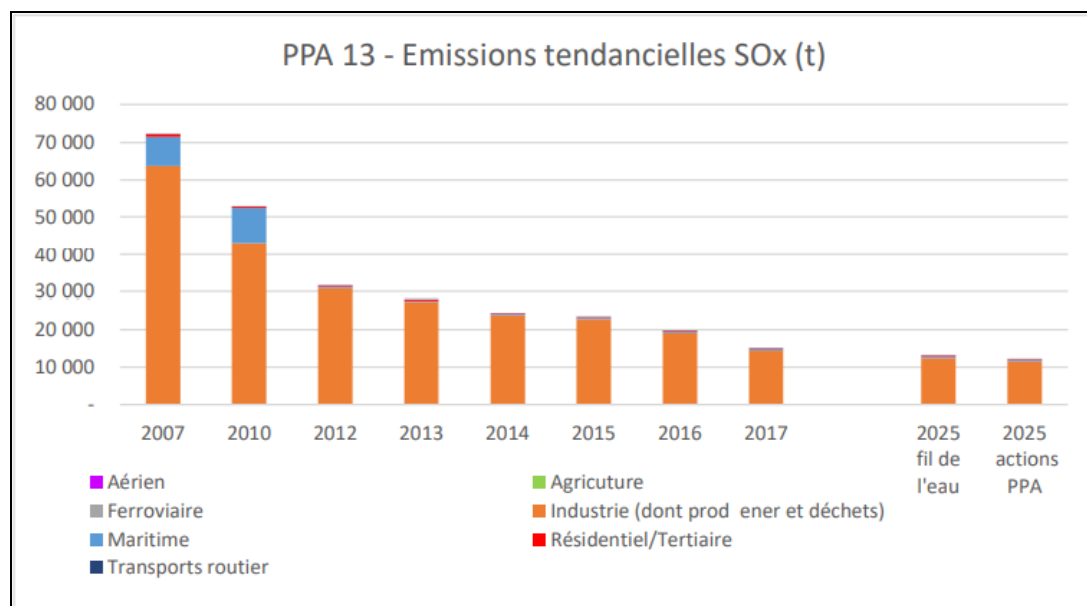


Figure 10 : Évolution des émissions de SOx entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)

Entre 2007 et 2017, les émissions totales de SO₂ ont diminué de 80 % en raison de la diminution des teneurs en soufre dans les différents fiouls. Cette baisse est surtout corrélée avec la réduction des émissions du secteur industriel au sens large (de 2007 à 2017 : baisse de 73 % des émissions de SO₂). Le secteur maritime voit également ses émissions baisser de 15 tonnes (96 % d'émissions de SOx de 2007 à 2017), en raison de l'électrification des quais, de la charte bleue et de l'avitaillement GNL (Gaz Naturel Liquéfié). Permettant ainsi une diminution de -65% des émissions des ferries et des paquebots du port de Marseille.

L'objectif 2025 « actions PPA » de réduction des émissions de SOx inscrit dans le PPA est déjà atteint en 2017, par les secteurs maritime et résidentiel/tertiaire. En 2017, les secteurs aérien, agriculture, industriel, et transport routier sont en-dessous des objectifs 2025 « actions PPA » et « fil de l'eau ». Les actions intégrées dans le PPA 13 devraient permettre de réduire en 2025 les émissions de SOx de -7,0 % (Industrie : -6,7 % ; Maritime : -0,1 % et Résidentiel/tertiaire : -0,2 %) par rapport au scénario tendanciel des émissions. Par rapport à l'état initial de 2017, les émissions en SOx devraient décroître de -19,0 %.

❖ Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) sur la zone PPA des Bouches-du-Rhône

Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) représentent une famille de polluants ciblée dans le PPA et incluant le benzène.

Le diagramme suivant illustre l'évolution des émissions de COVNM depuis 2007, année ayant servi de référence pour l'établissement des objectifs PPA des NOx et des PM.

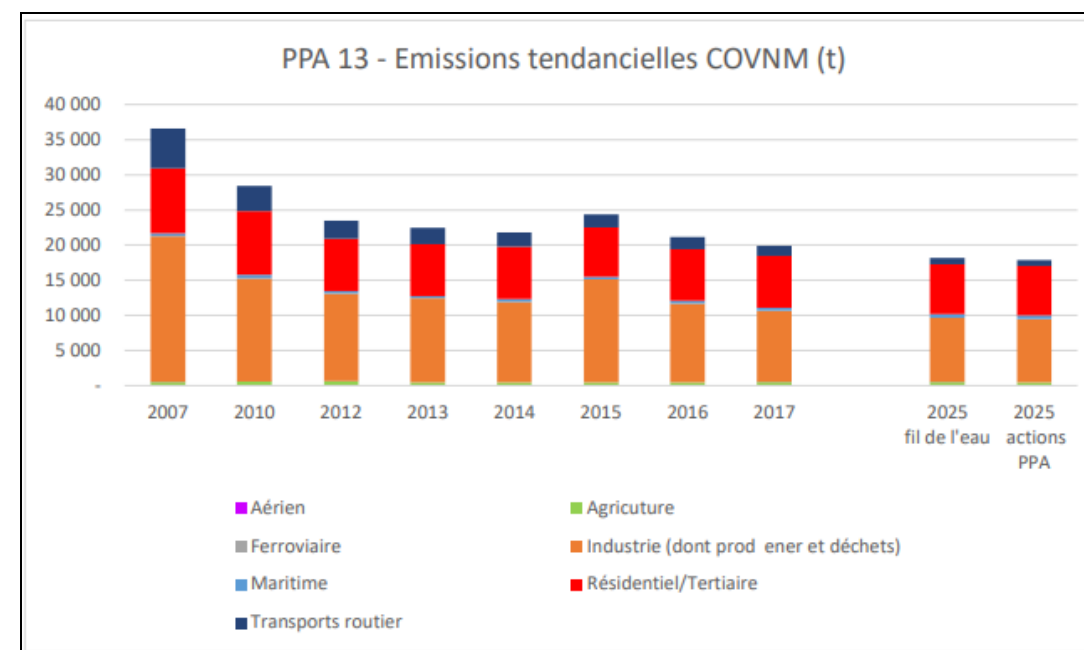


Figure 11 : Évolution des émissions de COVNM entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)

Entre 2007 et 2017, les émissions totales de COVNM ont diminué de 46 %. Les secteurs ayant contribué à la baisse des émissions de COVNM sont les suivants :

- Industrie : les émissions ont baissé de 51 % entre 2007 et 2017 ;
- Résidentiel/tertiaire : les émissions ont baissé de 21 % entre 2007 et 2017, grâce aux actions liées au fond Air bois, permettant une réduction de moins de 80 tonnes ;
- Transport routier : les émissions ont diminué de 74 % entre 2007 et 2017, grâce au renouvellement progressif du parc des véhicules.

L'objectif 2025 « actions PPA » de réduction des émissions de COVNM inscrit dans le PPA est déjà atteint en 2017, par les secteurs ferroviaire et maritime. L'objectif 2025 « fil de l'eau » est atteint par le secteur agriculture. En 2017, les secteurs aérien, industriel, résidentiel/tertiaire et transport routier sont en-dessous des objectifs 2025 « actions PPA » et « fil de l'eau ». Les actions intégrées dans le PPA 13 devraient permettre de réduire en 2025 les émissions de COVNM de -1,7 % (Agriculture : -0,4 % ; Industrie : -0,6 % ; Résidentiel/tertiaire : -0,4 % et Transports routier : -0,2 %) par rapport au scénario tendanciel des émissions. Par rapport à l'état initial de 2017, les émissions en COVNM devraient décroître de -10,3 %.

❖ **Ammoniac (NH₃) sur la zone PPA Bouches-du-Rhône**

Le diagramme suivant illustre les évolutions des émissions de NH₃ depuis 2007, année ayant servi de référence pour l'établissement des objectifs PPA des oxydes d'azote et des particules.

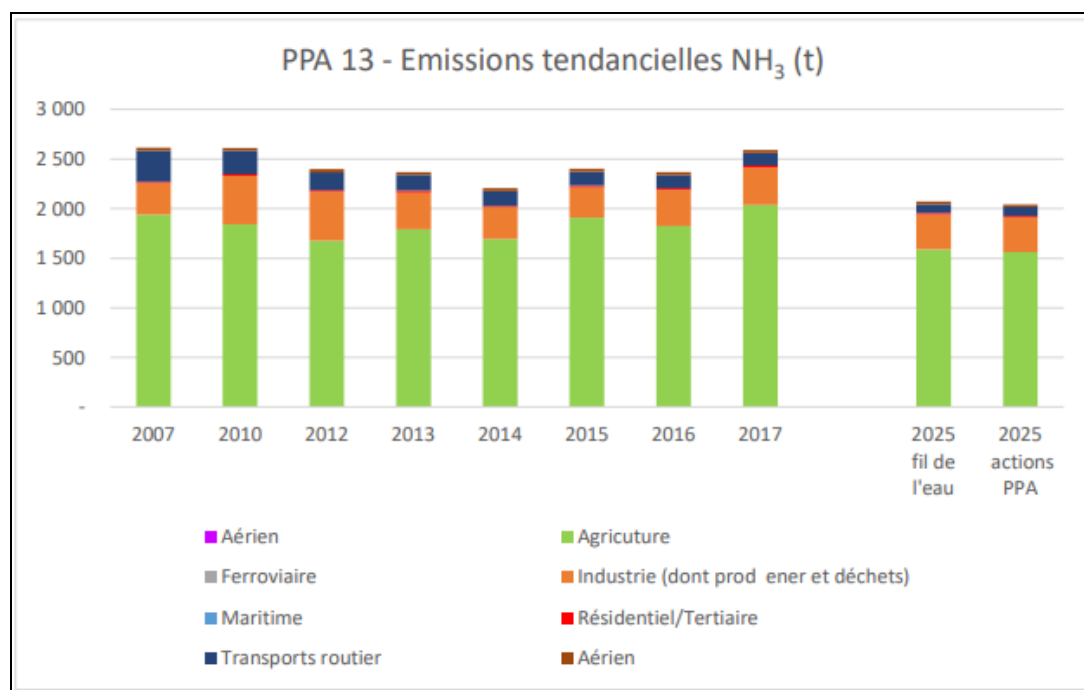


Figure 12 : Évolution des émissions de NH₃ entre 2007 et 2017 sur la zone PPA 13 (Source : Évaluation du PPA des Bouches-du-Rhône - AtmoSud – Février 2021)

Le secteur de l'agriculture est le principal contributeur de NH₃ sur la zone PPA 13. Les émissions sont dues à l'utilisation d'engrais (terre arable ; culture permanente ; verger et rizière mais aussi les déjections des moutons et des bovins). Le PPA prévoit une réduction de la volatilisation de l'ammoniac dans le cadre du développement de la filière méthanisation et du retour au sol des digestats.

En 2017, les secteurs agriculture, industriel, résidentiel/tertiaire et transport routier sont en-dessous des objectifs 2025 « actions PPA » et « fil de l'eau ». Les actions intégrées dans le PPA 13 devraient permettre de réduire en 2025 les émissions de NH₃ de -1,5 % (Agriculture : -1,4 % et transport routier : -0,1 %) par rapport au scénario tendanciel des émissions. Par rapport à l'état initial de 2017, les émissions en NH₃ devraient décroître de -21,2 %.

Sur la zone du PPA des Bouches-du-Rhône, en 2017, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont l'industrie (PM10, PM2,5, NO_x, SO_x, COVNM), le résidentiel/tertiaire (PM10, PM2,5, COVNM), le transport routier (NO_x, PM10, PM2,5) et le transport maritime (PM10, PM2,5 et NO_x).

8.1.3. Les émissions de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence en 2020

Le graphique immédiatement suivant illustre le bilan 2020 des émissions de polluants atmosphériques pour la Métropole Aix-Marseille-Provence.

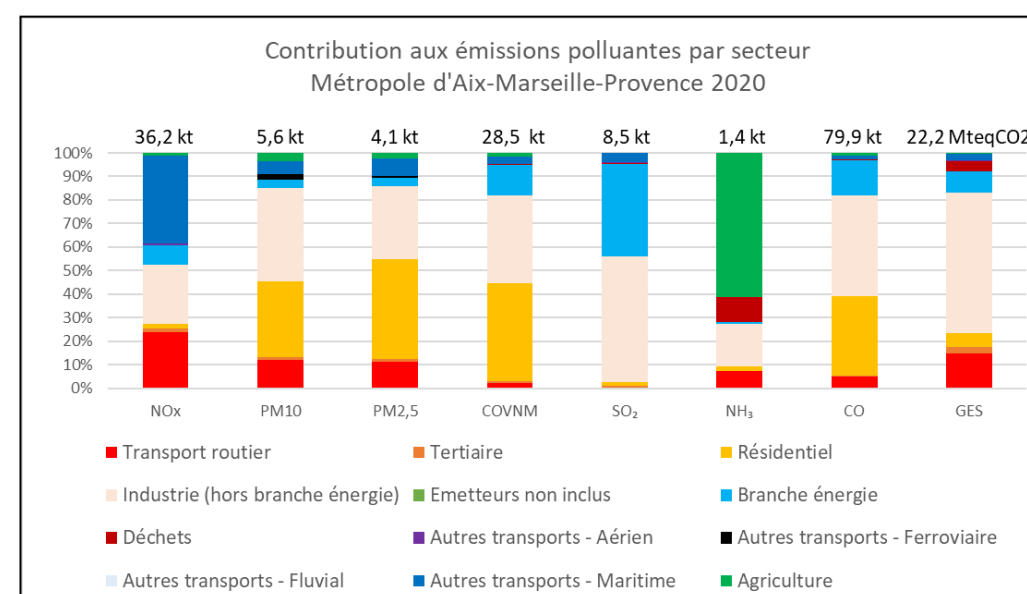


Figure 13 : Émissions de polluants atmosphériques de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en 2020 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)

En 2020, la répartition des polluants concernant la métropole Aix-Marseille-Provence est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NO_x)** : le secteur du transport maritime (36.8 %) est le secteur majoritairement émetteur, suivi par les secteurs industriels (24.8 %), du transport routier (23.7 %) et de la branche énergie (8.3 %) ;
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le secteur des émetteurs non inclus est le principal contributeur (42.3 %), suivi par le résidentiel (23.9 %), l'industrie (21.5 %) et la branche énergie (7.5 %) ;
- **Particules PM10** : le secteur industriel est l'émetteur majoritaire (31.2 %), suivi par le résidentiel (25.1 %), les émetteurs non inclus (22.0 %) et le transport routier (9.3 %) ;
- **Particules PM2,5** : le secteur résidentiel est l'émetteur majoritaire (33.5 %), suivi par le secteur industriel (24.6 %), les émetteurs non inclus (20.8 %) et le transport routier (9.0 %) ;

- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : l'industrie est le premier émetteur à raison de 53.2 %, suivi par la branche d'énergie (39.5 %) ;
- **Ammoniac (NH₃)** : l'agriculture est le principal émetteur (60.0 %), suivi par le secteur industriel (17.6 %), les déchets (10.4 %) et le transport routier (7.3 %) ;
- **Monoxyde de carbone (CO)** : le secteur industriel est le premier émetteur à raison de 40.6 %, suivi par le résidentiel (31.8 %), la branche énergie (14.4 %) et le transport routier (4.7 %).

Dans la métropole d'Aix-Marseille-Provence, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2020 sont l'**industrie** (NO_x, CO, NH₃, PM10, PM2,5, COVNM, et SO₂), le **transport routier** (NO_x, PM10, PM2,5 et NH₃), le **résidentiel** (PM10, PM2,5, COVNM et CO), les **émetteurs non inclus** (COVNM, PM10, PM2,5) et la **branche énergie** (NO_x, COVNM, SO₂ et CO).

8.1.4. Les émissions de la commune de Gignac-la-Nerthe en 2020

Les principaux contributeurs aux émissions de polluants en 2020 pour la commune de Gignac-la-Nerthe sont, selon leur importance :

- **Oxydes d'azote (NO_x)** : le transport routier est le contributeur majoritaire (88.0 %) suivi par le résidentiel (4.5 %)
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le résidentiel est le principal contributeur (68.1 %) suivi par l'industrie (15.1 %) et les émetteurs non inclus (6.5 %) ;
- **Particules PM10** : le résidentiel est le principal contributeur (46.1 %), suivi par les émetteurs non inclus (20.1 %), le transport routier (16.6 %) et le secteur industriel (14.1 %) ;
- **Particules PM2,5** : le résidentiel est le principal contributeur (56.5 %), suivi par le transport routier (14.4 %), les émetteurs non inclus (14.3 %), et le secteur industriel (12.9 %) ;
- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : Le principal contributeur aux émissions est le résidentiel (56.5 %), suivi par le tertiaire (23.1 %) et le transport routier (12.9 %) ;
- **Ammoniac (NH₃)** : le secteur de l'agriculture est le principal contributeur (73.5 %), suivi par le transport routier (21.1 %) ;
- **Monoxyde de carbone (CO)** : Le principal contributeur aux émissions est le résidentiel (75.1 %), suivi par le transport routier (11.4 %) et le secteur industriel (10.4 %).

L'histogramme suivant représente le bilan 2020 des émissions de polluants atmosphériques pour la commune de Gignac-la-Nerthe.

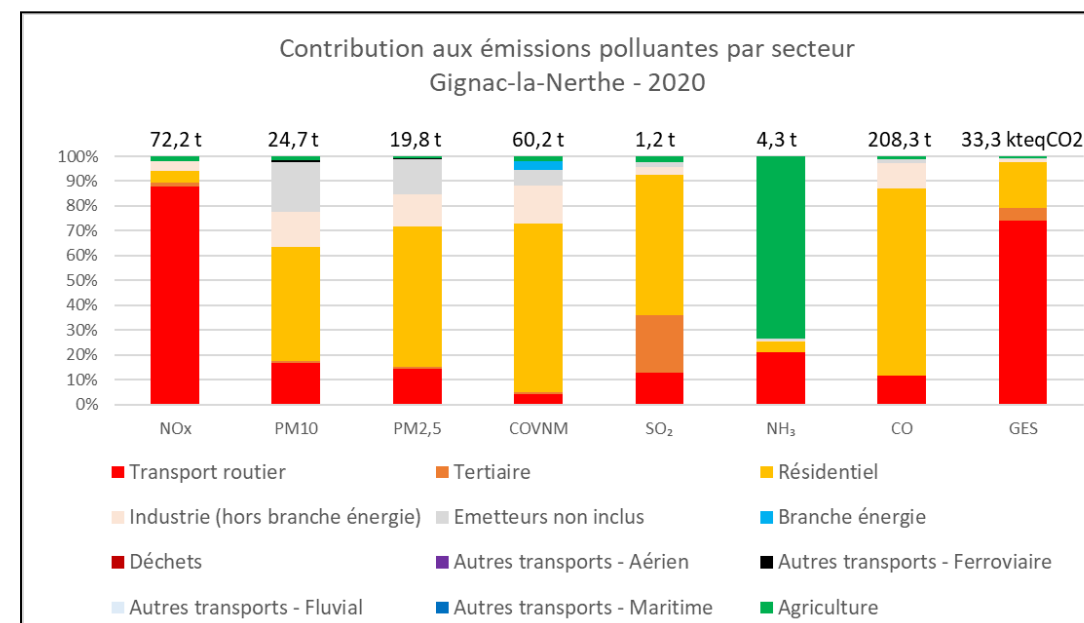


Figure 14 : Émissions de polluants atmosphériques de la commune de Gignac-la-Nerthe en 2020 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)

Sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe, en 2020, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont représentés par le **transport routier** (NO_x, NH₃, CO, PM10, PM2,5 et SO₂), les **industries** (COVNM, PM10, PM2,5 et CO), le **résidentiel** (PM10, PM2,5, COVNM, CO et SO₂) et les **émetteurs non inclus** (PM10, PM2,5 et COVNM).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORTS

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air du projet. Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial) peuvent impliquer des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser. La planche suivante repère les réseaux de transport aux alentours du projet.

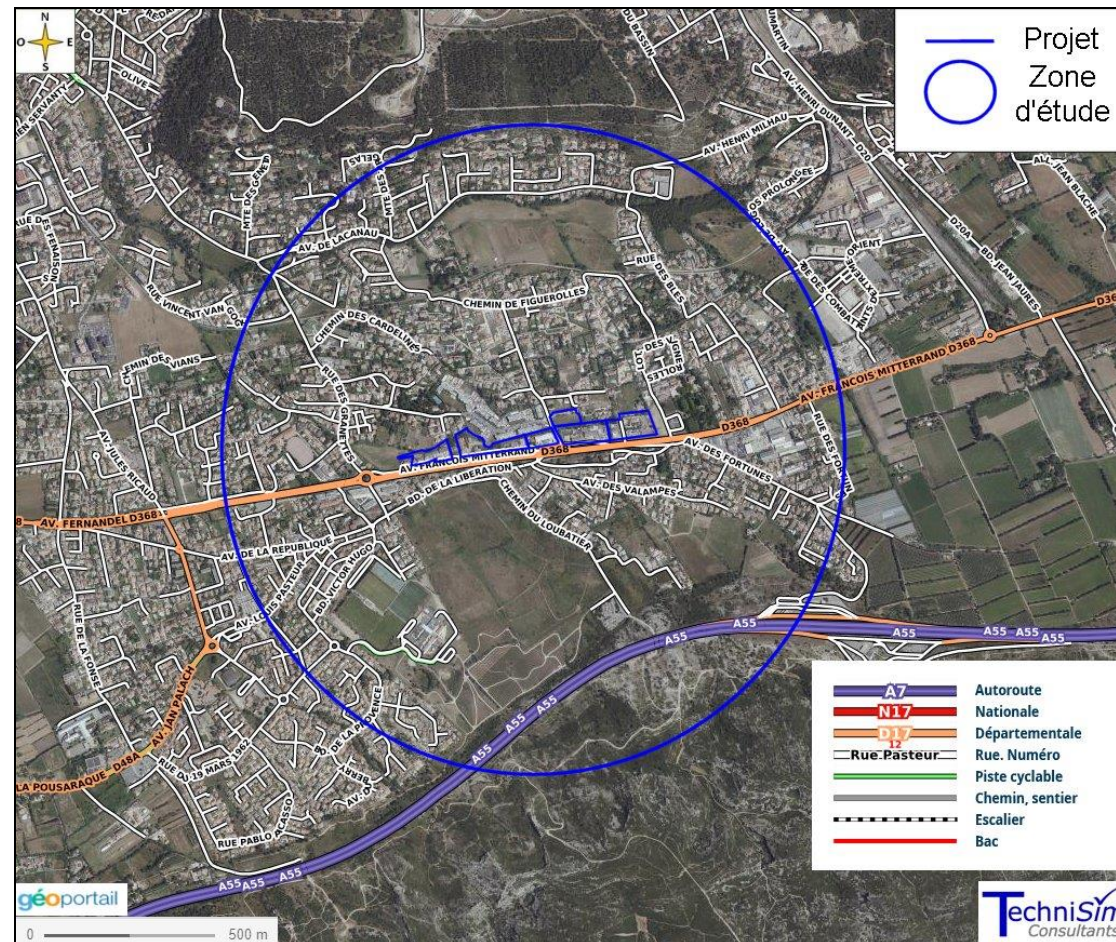


Figure 15 : Réseaux de transport aux environs du projet

❖ Transport routier

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage : usure des équipements et de la route, etc.

Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote ; de particules PM10, PM2,5 et diesel ; de Gaz à Effet de Serre ; de Composés Organiques Volatils ; de métaux, ...

Sur le territoire de Gignac-la-Nerthe en 2019, le **transport routier** a consommé les énergies suivantes, en pourcentage (Source : cigale.atmoSud.org) :

- Produits pétroliers (90,6 %) ;
- Autres énergies renouvelables (9,2 %) ;
- Gaz naturel (0,1 %) ;
- Électricité - Émissions indirectes (0,1 %)

La planche en page suivante précise les axes routiers avec leur trafic respectif (TMJA), en 2020, distingués autour du projet (Source : Data Sud⁶).

La zone d'étude et ses environs englobent plusieurs routes départementales et une autoroute :

- Autoroute A55 : 75 787 véh/j ;
- Départementale D368 : 15 794 véh/j ;
- D48C : 4 360 véh/j ;
- D48F : 2 964 véh/j ;
- D48A : 13 996 véh/j (situé à moins d'un kilomètre à l'ouest de la zone d'étude)

⁶ <https://trouver.datasud.fr/dataset/sync-comptage-routier-base-routiere-metropole-2020httpsdataampmetropolefexplorerresource/0f0eef98-6e5a-4842-9625-669e7e75ece1>

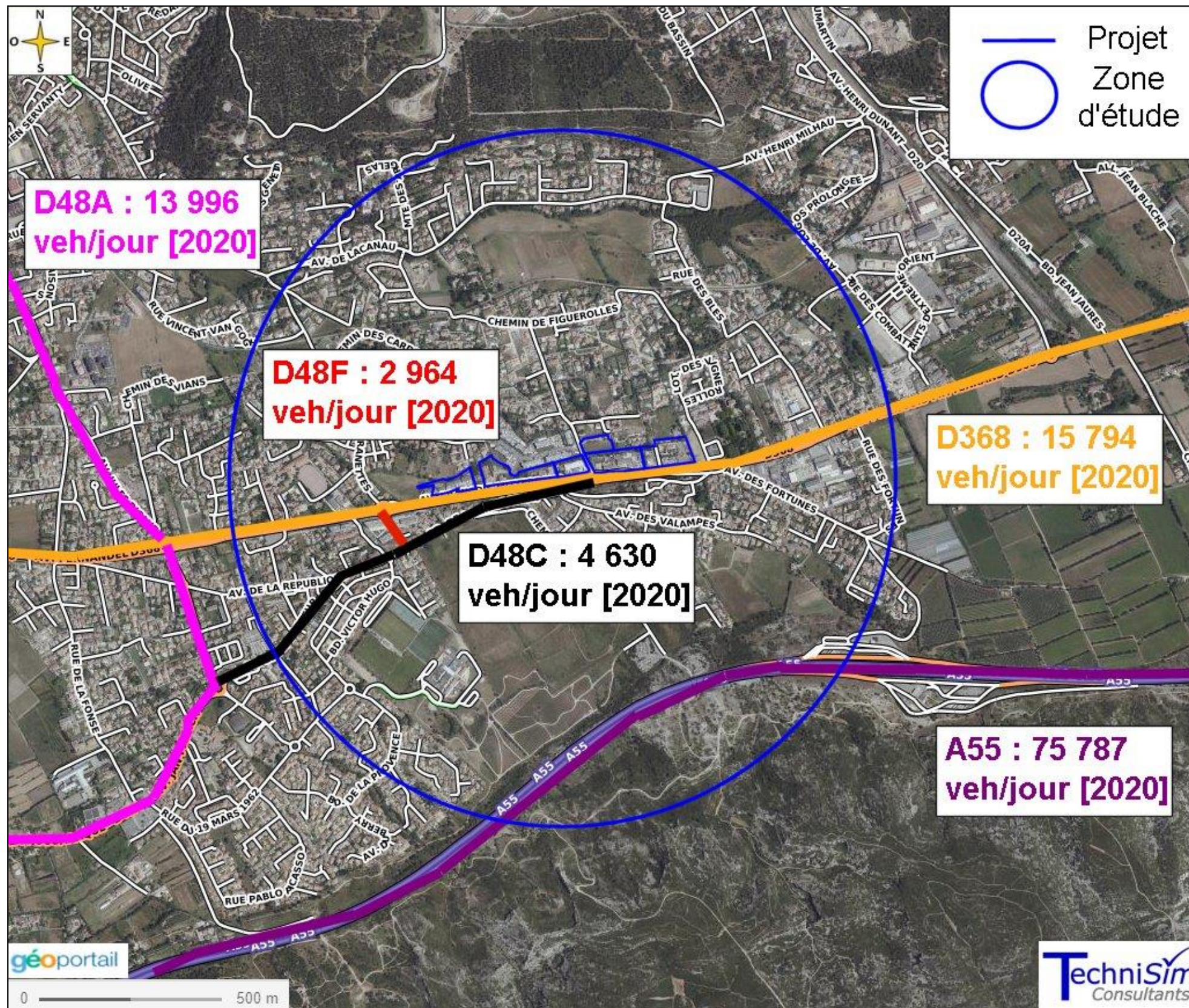


Figure 16 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (sources : Data Sud / TMJA 2020 Gignac-la-Nerthe / Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur)

❖ **Transport ferroviaire**

Le réseau ferré est émetteur principalement de particules (PM10 et PM2,5) et de métaux (dont les principaux sont le fer, le cuivre et le zinc), notamment dus aux frottements des caténaires, des rails, et aux freinages lorsqu'il s'agit de voies électrifiées. Concernant les trains fonctionnant au diesel (très minoritaires sur le réseau ferré en France métropolitaine), des polluants liés à la combustion sont également émis.

En 2019 en France, d'après le CITEPA⁷, le transport ferroviaire représentait 18,4 % des émissions de cuivre, 6,7 % des émissions de PM10, 3,5 % des émissions de PM2,5 et 1,2 % des émissions de NOx par rapport au total des émissions des transports.

La gare la plus proche est Pas-des-Lanciers, situé à moins d'un kilomètre de la zone du projet. Celle-ci fait partie de la ligne 830 (ligne reliant Paris-Lyon-Marseille). Cette voie comporte :

- en 2017, le passage de 20 à 50 trains (cf schéma ci-dessous) ;
- en 2020, une ligne mixte électrifiée à double voie, avec des évitements (cf schéma ci-dessous).

Des voies ferrées sont dans la zone du projet par le Nord (situé à moins de 500 m du projet). Cette ligne fait partie d'un autre réseau ou est à exploitation touristique (cf. figure suivante).

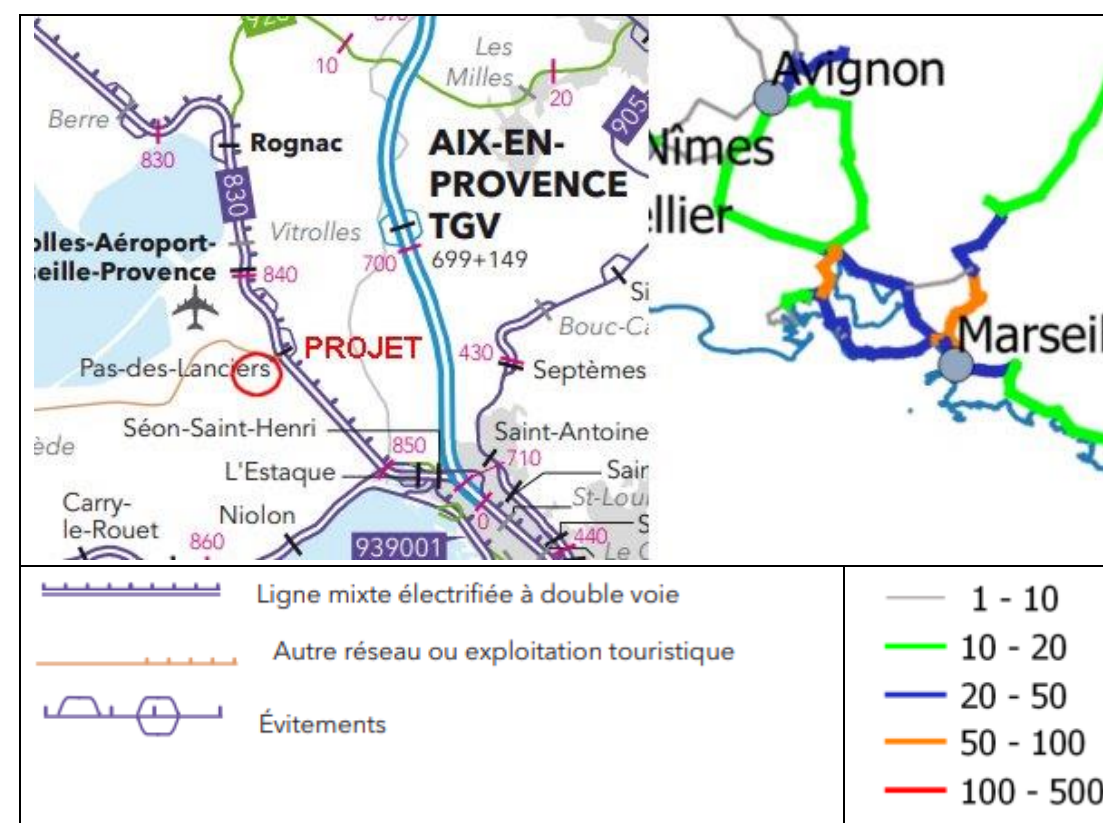


Figure 17 : Lignes de trains électrifiées (carte de gauche) [source : Avril 2020, le réseau ferré en France, SNCF] et nombre de trains par jour circulant au diesel sur les lignes (carte de droite) en 2017 [source : Rapport final : verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France – Benoit Simian, député ; Novembre 2018]

Il est possible d'observer que l'influence du transport ferroviaire s'affiche minoritaire par rapport au trafic routier.

Tableau 5 : Émissions moyennes de polluants atmosphériques selon le type de transport en 2019 (source : CITEPA – Édition 2021)

	Routier	Ferroviaire	Rapport Ferroviaire / Routier
NOx (kt)	401,1	8,5	2,1 %
COVNM (kt)	44,4	0,6	1,5 %
CO (kt)	260,2	2,4	0,9 %
CO ₂ (Mt)	123,7	0,4	0,3 %
CO ₂ e (Mt CO ₂ e)	127,3	0,4	0,4 %
PM10 (kt)	25,6	2,0	7,7 %
PM2,5 (kt)	18,8	0,7	4,0 %

⁷ CITEPA_Transports_Secten_ed2021

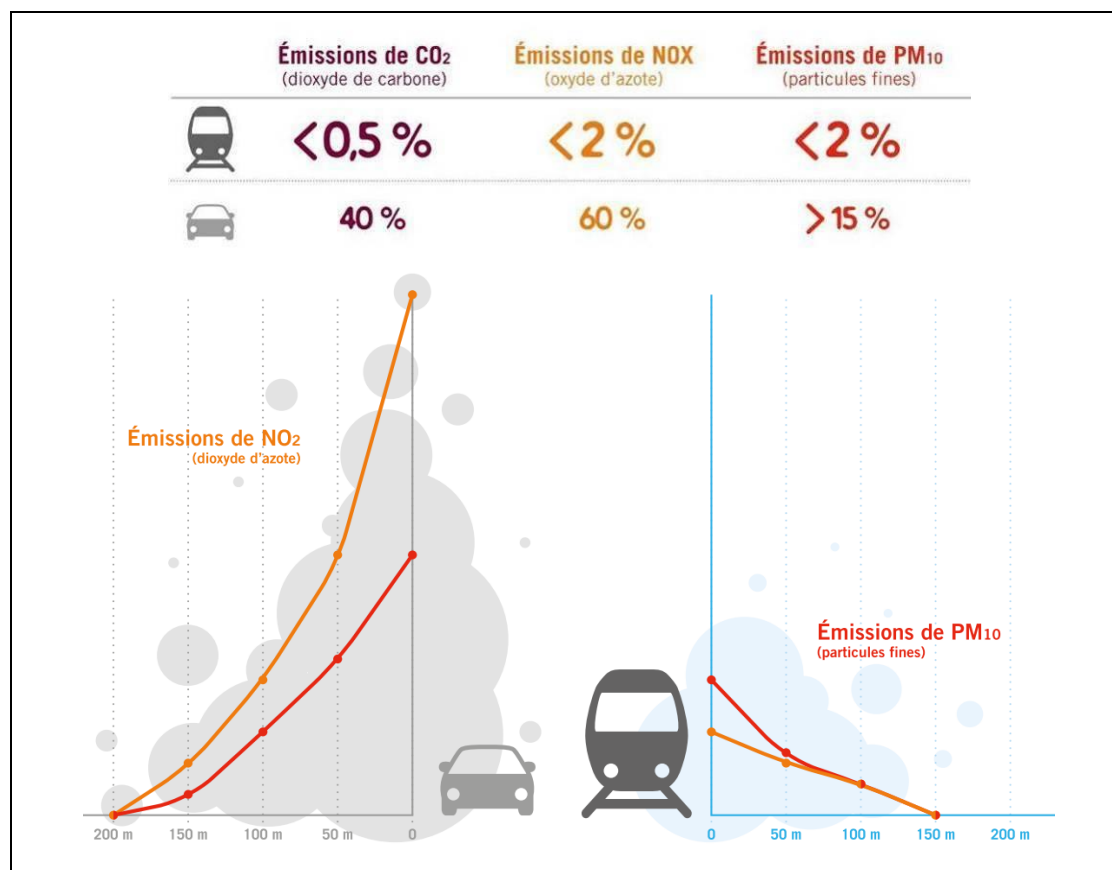


Figure 18 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015]

❖ Transport fluvial

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

Il n'existe aucune voie navigable au sein de la zone d'étude.

❖ 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 compris au sein de la zone d'étude.

L'aéroport le plus proche étant l'aéroport de Marseille-Provence situé à 2,5 km environ au nord du projet.

Concernant les réseaux de transport, l'environnement immédiat du projet en terme de qualité de l'air est susceptible d'être impacté par le transport routier, à cause de la proximité de l'A55 et surtout celle, de la D368. Le transport ferroviaire contribue également, mais de manière négligeable, en comparaison au transport routier.

8.3. SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs : le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire.

Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants⁸.

D'autres sources mineures existent pour le secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres, la consommation de tabac, l'utilisation de feux d'artifice et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

⁸ Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

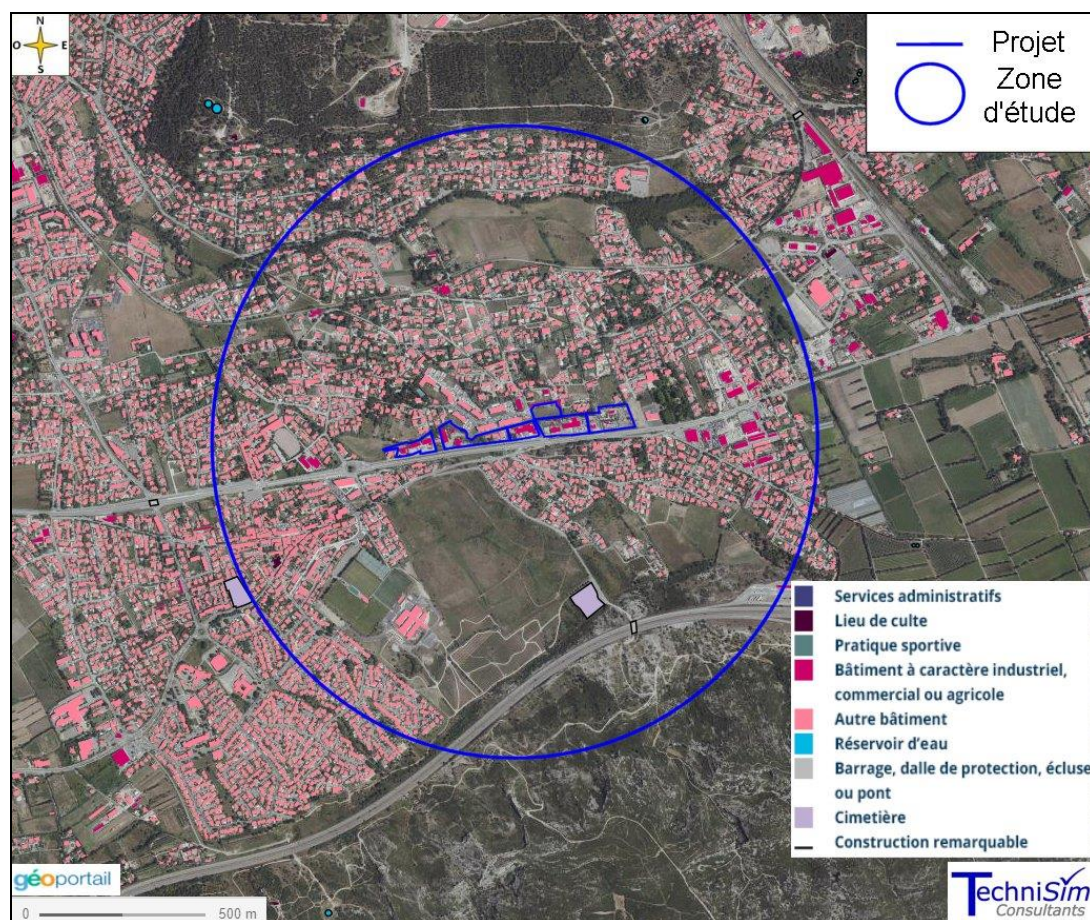


Figure 19 : Environnement du projet par typologie de bâtiments

En l'état actuel, l'emprise projet comporte des bâtiments à caractère industriels et « autres bâtiments » notamment habitations.

La zone d'étude, comporte en majorité des bâtiments d'habitation ainsi que d'autres bâtiments à caractère industriel, un lieu de culte et deux cimetières.

Sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe, les secteurs résidentiel et tertiaire ont consommé en 2020 les énergies suivantes (source : CIGALE, Inventaire AtmoSud v9.1) :

- Gaz naturel (9.0 % du secteur résidentiel et 17.7 % du secteur tertiaire)
- Produits pétroliers (7.8 % du secteur résidentiel et 17.1 % du secteur tertiaire)
- Électricité (67.8 % du secteur résidentiel et 65.1 % du secteur tertiaire)
- Bois-énergie (15.4 % du secteur résidentiel et 0.1 % du secteur tertiaire)

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

8.4. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

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

8.5. SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole est émetteur de GES, NH₃, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, SO₂.

Il n'existe pas de zone agricole au sein de la zone d'étude. Ce secteur ne contribue pas aux émissions sur la zone d'étude.

8.6. SYNTHÈSE

D'après l'inventaire des émissions d'AtmoSud en 2020, sur le territoire de la commune de **Gignac-la-Nerthe**, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont représentés par le **transport routier** (NO_x, NH₃, CO, PM₁₀, PM_{2,5} et SO₂), les **industries** (COVNM, PM₁₀, PM_{2,5} et CO), le **résidentiel** (PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, CO et SO₂) et les **émetteurs non inclus** (PM₁₀, PM_{2,5} et COVNM).

Les principales voies routières aux alentours du projet sont : l'autoroute A55 : 38 729 véh/j ; les départementales D368 : 15 794 véh/j ; D48C : 4 360 véh/j ; D48F : 2 964 véh/j et la D48A : 13 996 véh/j (situé à moins d'un kilomètre à l'ouest de la zone d'étude)
Concernant les autres types de transport, seul le transport ferroviaire est présent sur la zone d'étude. Les émissions du transport ferroviaire sur la zone d'étude ressortent très minoritaires face aux émissions du transport routier.

Concernant le secteur résidentiel / tertiaire, en l'état actuel, l'emprise projet comporte des bâtiments à caractère industriels et « autres bâtiments » notamment habitations. La zone d'étude, comporte en majorité des bâtiments d'habitation ainsi que d'autres bâtiments à caractère industriel, un lieu de culte et deux cimetières.

Les secteurs résidentiel et tertiaire ont consommé en 2020 les énergies suivantes : Gaz naturel (9.0 % du secteur résidentiel et 17.7 % du secteur tertiaire) ; Produits pétroliers (7.8 % du secteur résidentiel et 17.1 % du secteur tertiaire) ; Électricité (67.8 % du secteur résidentiel et 65.1 % du secteur tertiaire) ; Bois-énergie (15.4 % du secteur résidentiel et 0.1 % du secteur tertiaire).

Ces secteurs contribuent aux émissions de polluants sur la zone d'étude, notamment par l'utilisation de bois et produits pétroliers comme combustibles.

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

Il n'existe pas de zone agricole au sein de la zone d'étude. Ce secteur ne contribue pas aux émissions sur la zone d'étude.

Au niveau de la zone d'étude, les principaux secteurs émetteurs de polluants sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire.

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.

Note : 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.

Ces associations de surveillance de la qualité de l’air ont une compétence régionale, mais déployable à l’échelle locale.

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

Les AASQA mesurent également les incidences négatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes, par suite de l’arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l’air ambiant.

9.1. 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.

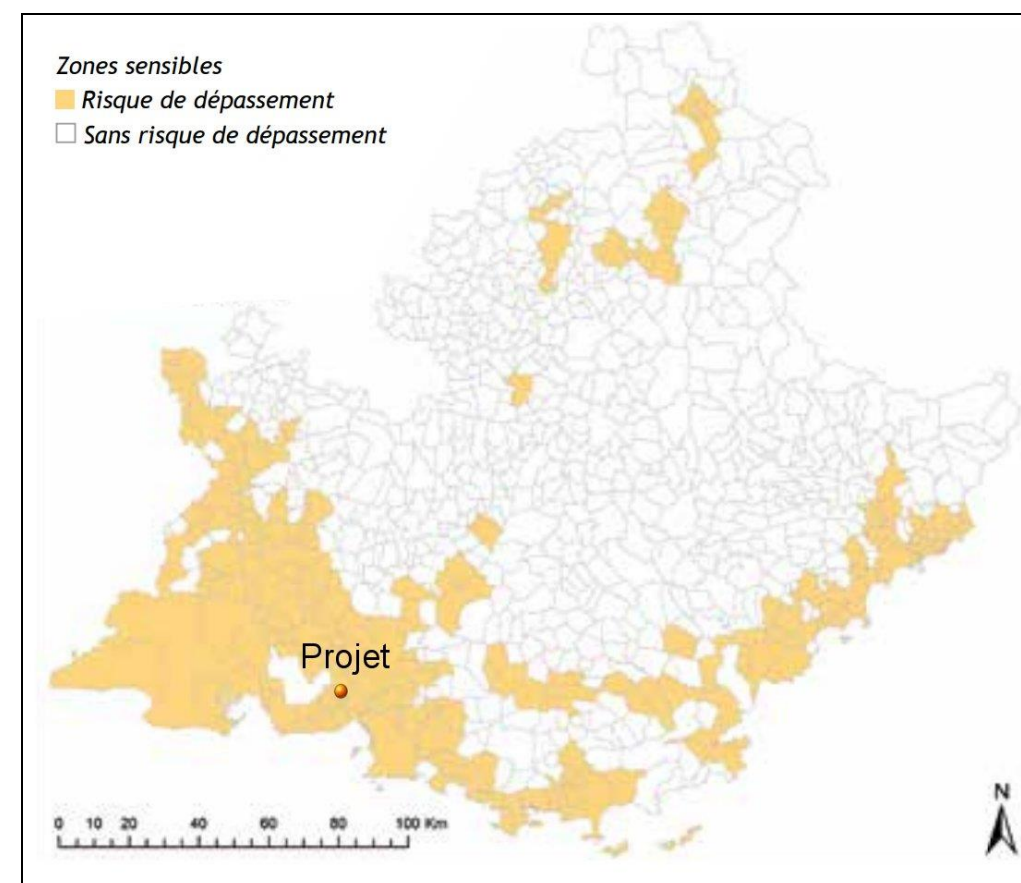


Figure 20 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l’air selon le SRCAE PACA

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

9.2. 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 du Sud
- PPA des Bouches-du-Rhône
- PPA de l'agglomération de Toulon
- PPA de l'agglomération d'Avignon

La zone d'étude est sous couvert du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône.

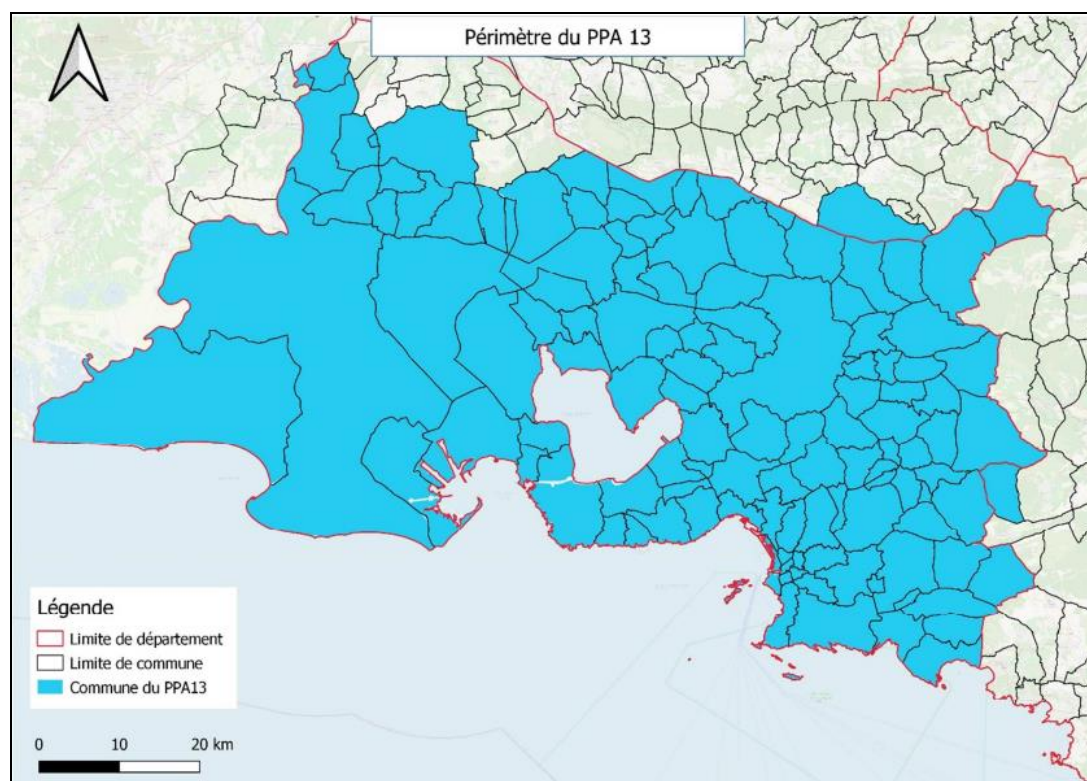


Figure 21 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud)

9.3. 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.

9.3.1. 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.

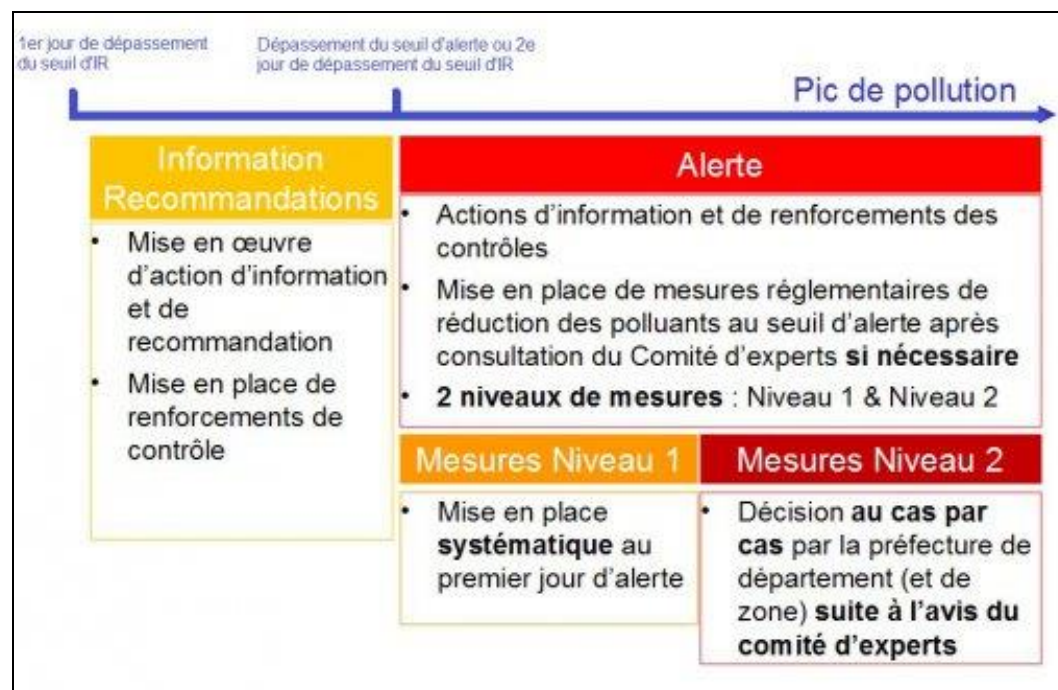


Figure 22 : Dispositif de gestion des épisodes de pollution de l'air

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 les Bouches-du-Rhône, l'arrêté préfectoral du 21 juin 2017 a été signé le 21/06/2017 par le préfet du département et le préfet de police des Bouches-du-Rhône.

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 ;
 - Pour les départements des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, de l'Aude, de la Lozère, des Pyrénées-Orientales, de l'Ariège, de l'Aveyron, du Gers, du Lot, des Hautes-Pyrénées, du Tarn, du Tarn-et-Garonne : lorsqu'au moins une population de 50 000 habitants au total dans le département est concernée par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation 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 (Var uniquement) 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 immédiatement 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 6 : 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/m ³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h	80 µg/m ³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h Déclenchement sur persistance pour J et J+1 si 50 µg/m ³ 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 (O ₃)	180 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant une heure	Protection sanitaire de toute la population : 240 µg/m ³ en moyenne horaire, sur 1 heure Mise en œuvre progressive de mesures d'urgence : 1^{er} seuil : 240 µg/m ³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives 2^e seuil : 300 µg/m ³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives 3^e seuil : 360 µg/m ³ en moyenne horaire
Dioxyde d'azote (NO ₂)	200 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 1 heure	400 µg/m ³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives ou Déclenchement pour J et J+1 si 200 µg/m ³ 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 (SO ₂)	300 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 1 heure	500 µg/m ³ 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 en fonction des secteurs d'activités et de la typologie de l'épisode de pollution.

Tableau 7 : Mesures d'urgence du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution de l'arrêté préfectoral des Bouches-du-Rhône

MESURES	Seuil d'alerte 2 niveaux:	Episode type "combustion hivernale"	Episode type "multi-sources"	Episode type "photochimique"
1. Secteur industriel : • Mise en œuvre des prescriptions particulières prévues dans les autorisations d'exploitation des ICPE de façon systématique en cas de dépassement du seuil d'alerte de niveau 1 ; • Mise en œuvre des prescriptions particulières prévues dans les autorisations d'exploitation des ICPE cas de dépassement du seuil d'alerte de niveau 2 ; • Réduire l'activité sur les chantiers générateurs de poussières et recourir à des mesures compensatoires (arrosage, etc.) ;	N1	X	X	X
	N2	X	X	X
	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 ; • 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 ; • Restreindre la circulation des véhicules	N1	X	X	X
	N2	X	X	X
en fonction des véhicules les plus polluants définis selon la classification prévue à l'article R. 318-2 du code de la route, hormis les véhicules d'intérêt général mentionnés à l'article R. 311-1 du code de la route ;	N2	X	X	X
• 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 et les bateaux fluviaux en substitution à la production électrique de bord par les groupes embarqués, dans la limite des installations disponibles ;	N1	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

9.3.2. 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 des Bouches-du-Rhône depuis 2017.

Il est à retenir que, dans le département des Bouches-Du-Rhône, les déclenchements concernent uniquement les **PM10** (période hivernale) et l'**ozone** O₃ (période estivale).

En 2020, le département n'a connu aucun épisode de pollution en termes de PM10.

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.

Remarque : En 2022, il n'y a toujours pas eu de déclenchement du seuil d'alerte.

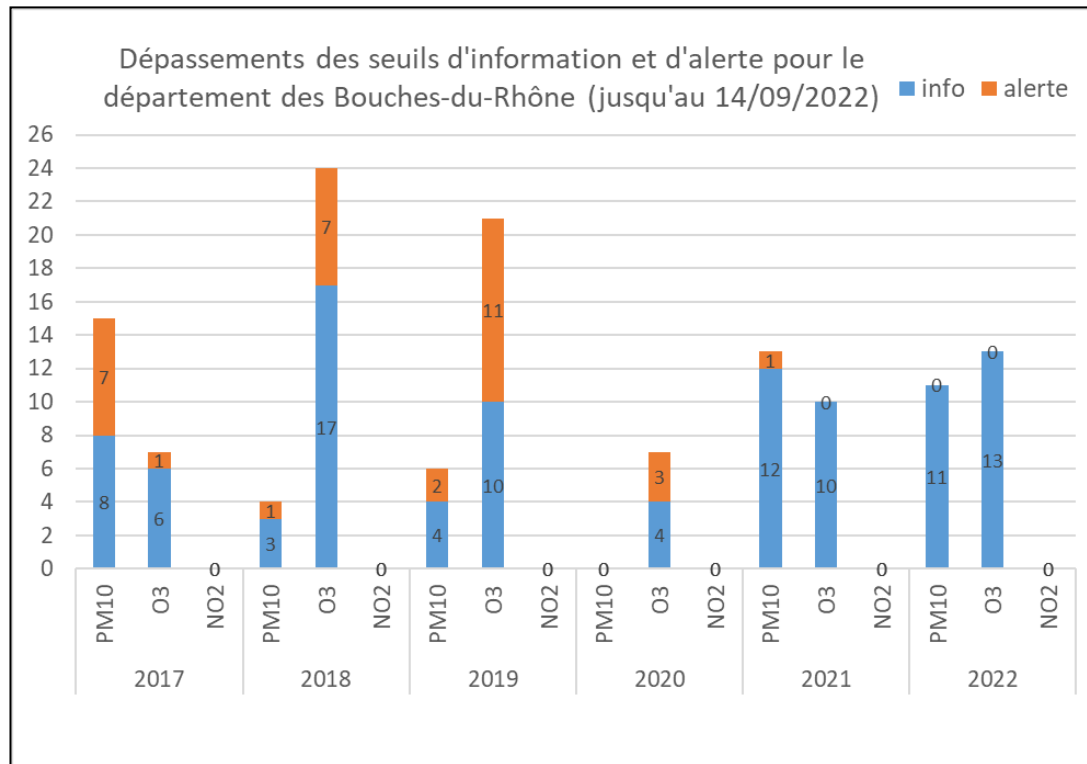


Figure 23 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département des Bouches-du-Rhône du 1^{er} janvier 2017 au 14 septembre 2022 inclus⁹

À l'échelle du département des Bouches-du-Rhône, en 2020, aucun déclenchement de procédure ne s'est produit en termes de PM10 et de NO₂. Ces résultats restent à nuancer. En effet, les mesures sanitaires liées à l'épidémie de Covid-19 ont induit une baisse conséquente des émissions polluantes.

Des dépassements de seuils concernant les particules (particulièrement en période hivernale) et l'ozone (particulièrement en période estivale) surviennent régulièrement, dans le département.

9.4. DONNÉES ATMO SUD

9.4.1. Mesures réalisées par AtmoSud

L'AASQA AtmoSud dispose d'une station de mesure proche de l'avenue François Mitterrand dans la commune de Gignac-la-Nerthe, susceptible de renseigner sur la qualité de l'air de la zone d'étude. Il s'agit de la station « **Marignane** » dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-après.

Sa localisation est repérée planche également suivante.

Les résultats des mesures sont à retrouver en Annexe.

Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure AtmoSud

Station	Type	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
MARIGNANE	Station urbaine de fond	Latitude : 43.41653 Longitude : 5.22228 °	3 km au Nord-Est du projet	<ul style="list-style-type: none"> • NO₂ ; NO ; NO_x • PM10 ; PM2,5 ; PM1 • O₃ • SO₂ • CO

⁹ https://www.atmosud.org/episodes-de-pollution/historique?f%5B0%5D=pollution_peak_zones%3ABouches-du-Rh%C3%B4ne

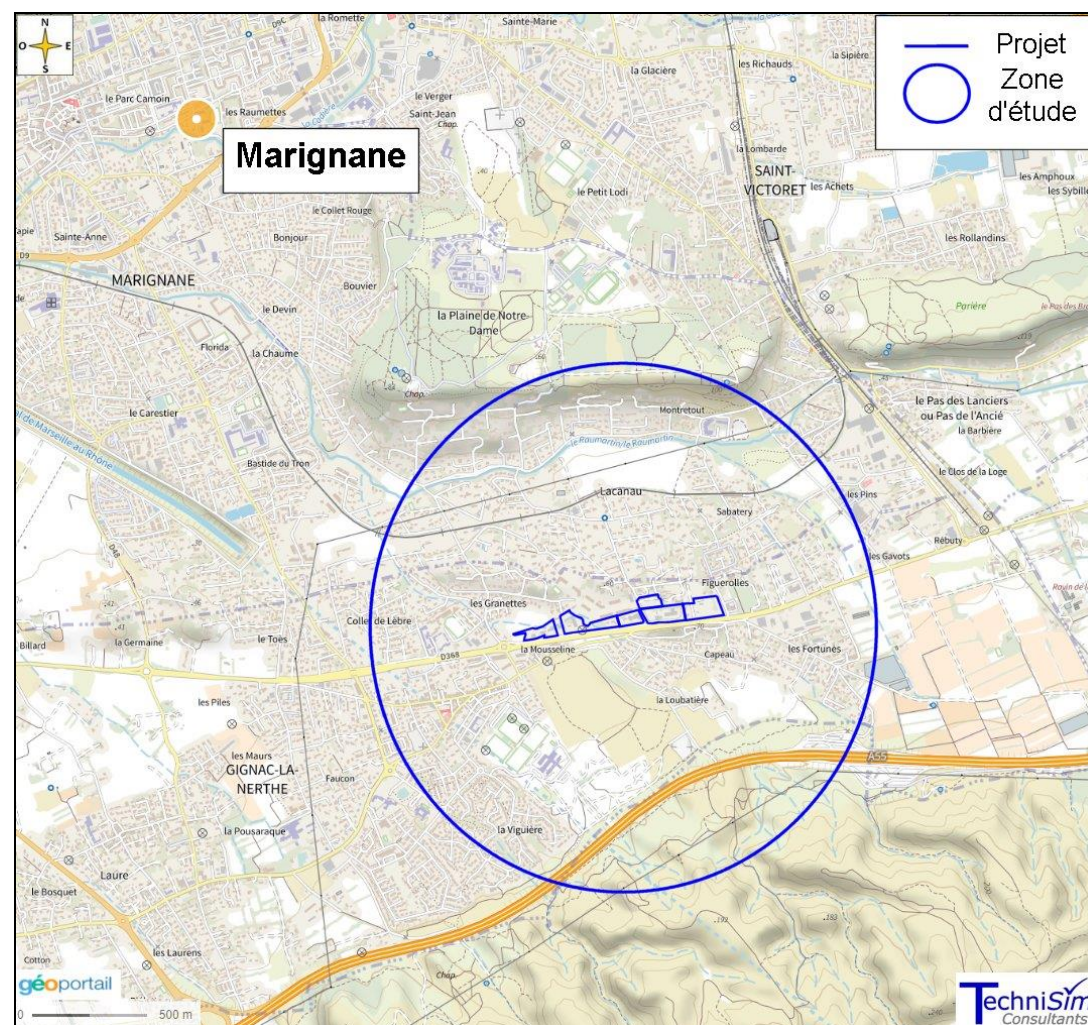


Figure 24 : Localisation des stations de mesure AtmoSud par rapport au projet

Il est intéressant de retenir que 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 dites '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. Il convient également de garder à l'esprit que la représentativité des mesures est locale, et variable en fonction de la configuration topographique et la nature du trafic.

Selon les résultats des mesures de la station AtmoSud Marignane (fond urbain) :

- **Pour le dioxyde d'azote NO₂** : la valeur seuil de 40 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur toute la période 2017-2021. Aucun dépassement du seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'a été mesuré.

Toutefois, le nombre de dépassements journaliers n'est pas respecté pour toutes les années (3 dépassements max de la moyenne journalière à 25 µg/m³).

- **Pour les particules fines PM₁₀** : les teneurs moyennes annuelles sur la période 2017-2021 respectent la valeur limite réglementaire (40 µg/m³). Le nombre de dépassements de la valeur seuil de 50 µg/m³ (35 dépassements max) en moyenne journalière est respectée depuis 2017.

La recommandation de l'OMS (3 dépassements max de la moyenne journalière à 45 µg/m³) n'est pas respectée depuis 2017.

- **Pour les particules fines PM_{2,5}** : la teneur moyenne annuelle sur la période 2021 respecte la valeur limite réglementaire (25 µg/m³).

En revanche, des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS de 15 µg/m³ (3 dépassements max) s'est produit.

- **Pour le dioxyde de soufre SO₂** : de 2018 à 2021, les teneurs moyennes annuelles sont en dessous de la Limite de Détection (LD = 5 µg/m³). Aucun dépassement de l'objectif de qualité de 50 µg/m³ n'est constaté.

- **Pour le monoxyde de Carbone CO** : de 2018 à 2021, les teneurs maximales journalières moyennées sur 8 heures ne dépassent pas la valeur limite de 10 000 µg/m³.

Afin d'obtenir des données 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.

9.4.2. 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 de 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 25 : 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 Gignac-la-Nerthe à partir du 1^{er} janvier jusqu'au 13 septembre 2022 est fourni sur le graphique suivant :

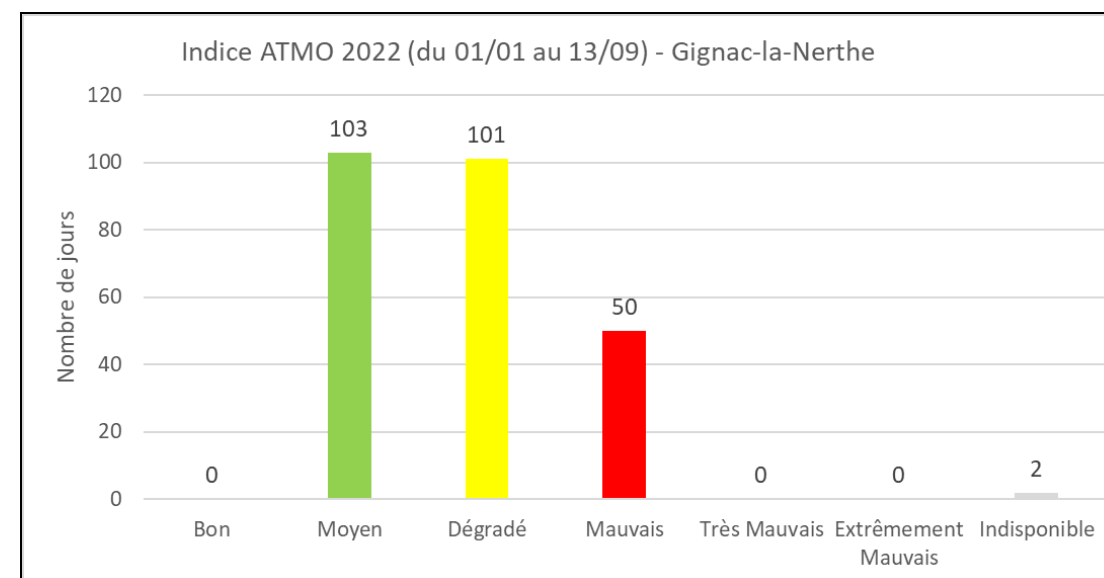


Figure 26 : Historique des indices ATMO de l'année 2022 pour la commune de Gignac-la-Nerthe - au 13 septembre (Source : AtmoFrance¹⁰)

D'après l'indice ATMO, du 1^{er} janvier au 13 septembre 2022, à Gignac-la-Nerthe, l'air était considéré comme « Moyen » 40,2 % de la période, « Dégradé » 39,5 % de la période, « Mauvais » 19,5 % de la période.

¹⁰ <https://map.atmo-france.org/>

9.4.3. Modélisations AtmoSud aux abords du projet

❖ **Modélisation des concentrations en polluants par AtmoSud**

Les planches 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 2020.

- Les teneurs en NO₂ modélisées par AtmoSud pour l'année 2020 dépasse la valeur limite, sur l'autoroute A55 traversant la zone du projet.
- Les teneurs modélisées pour les PM10 et les PM2,5 apparaissent moins problématiques, sans aucun dépassement réglementaire sur l'emprise du projet en 2020.
- Il convient de retenir que le fort ensoleillement favorise des concentrations élevées en ozone sur l'ensemble de la région et d'autant plus en 2020 du fait des épisodes caniculaires intenses, dépassant la valeur cible de 25 jours maximum de non-respect du seuil de protection de la santé.



Figure 27 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2020 (source : AtmoSud)

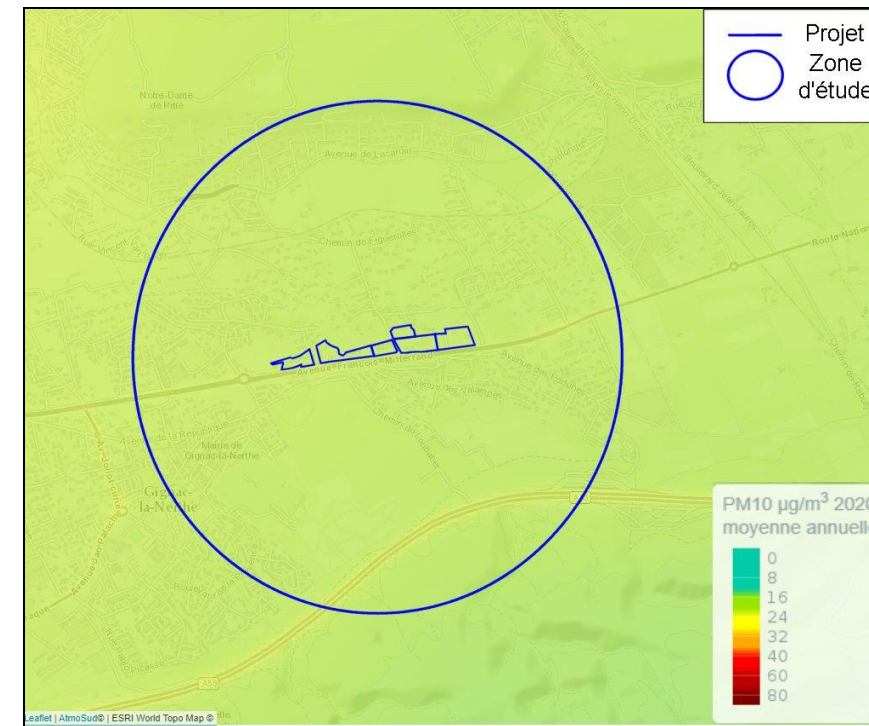


Figure 28 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2020 (source : AtmoSud)

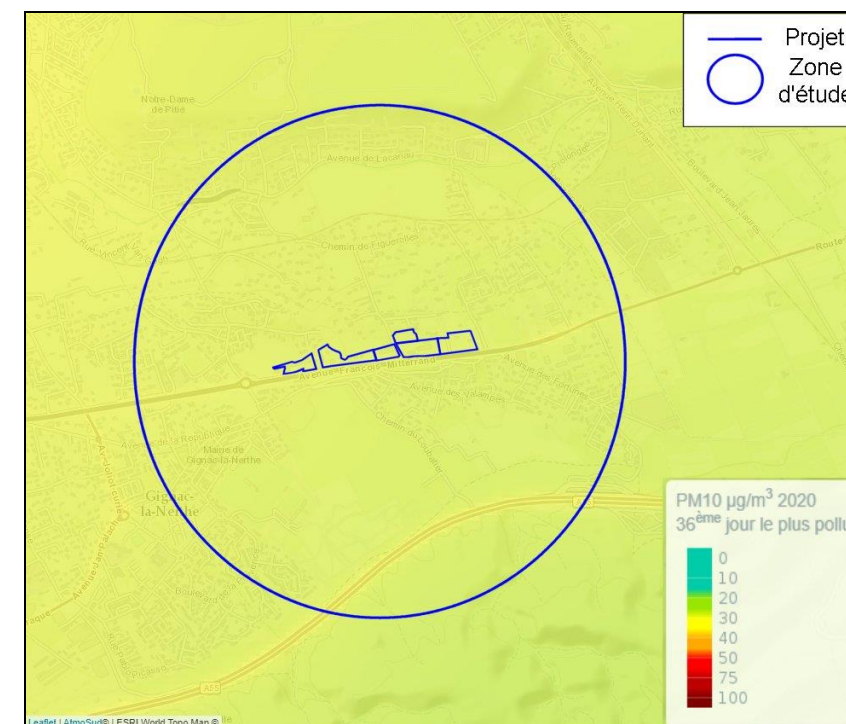


Figure 29 : Cartographie de la modélisation des concentrations en moyenne journalière au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil journalier (50 µg/m³) pour les PM10, 2020 (source : AtmoSud)

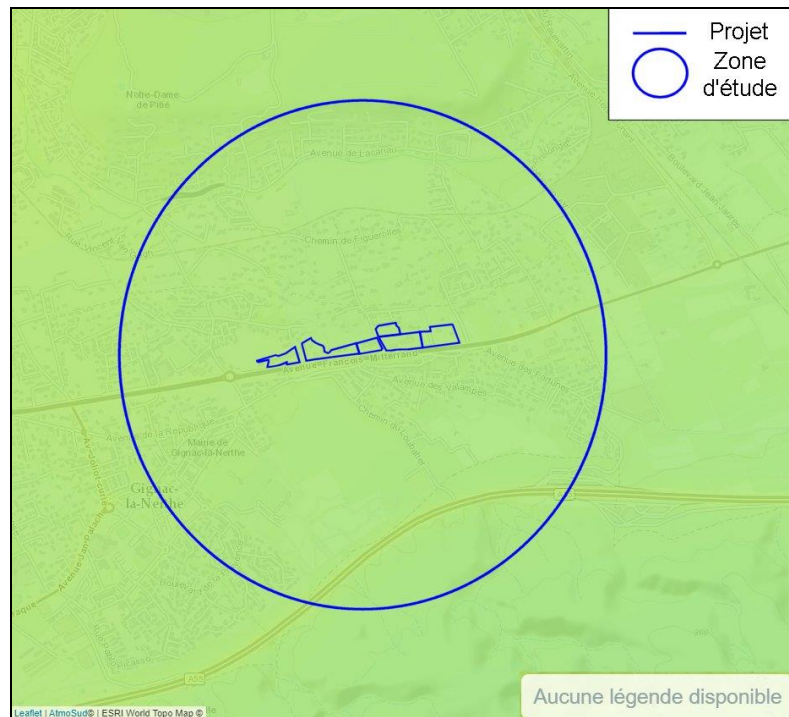


Figure 30 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2020 (source : AtmoSud)

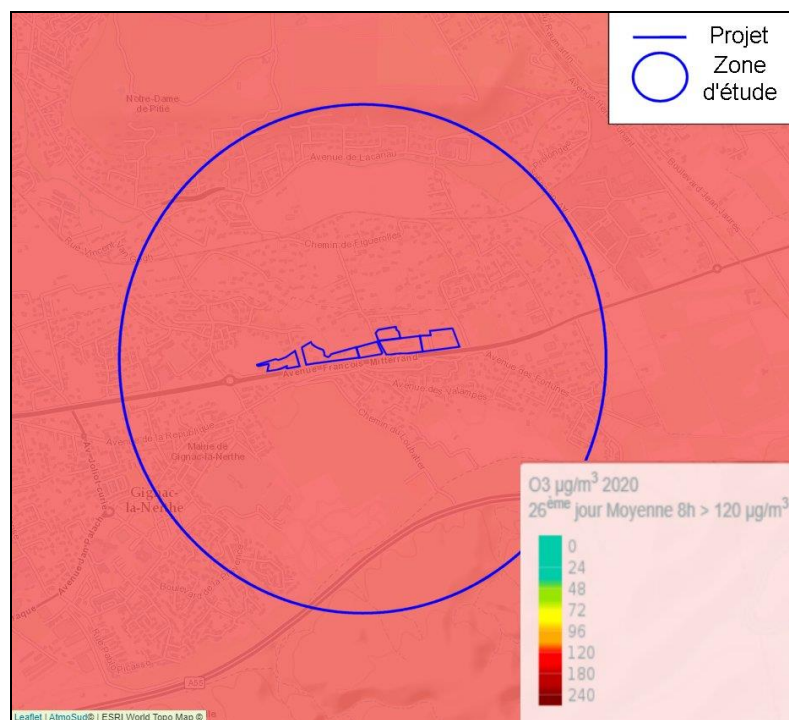


Figure 31 : Cartographie de la modélisation de la concentration en moyenne sur 8 h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé (120 µg/m³) pour l’ozone O₃, 2020 (source : AtmoSud)

❖ **Modélisation de l’Indice Synthétique Air (ISA)**

Avertissement : l’Indice Synthétique Air (ISA) est un indice non réglementaire permettant d’évaluer le niveau global de pollution annuelle, sur une échelle de 0 (Très bon) à 100 (Très mauvais) sur l’ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d’Azur.

La valeur cartographiée correspond, en chaque point du territoire, à un indice cumulant les concentrations annuelles de trois polluants réglementés, bons indicateurs de la pollution atmosphérique à laquelle la population est exposée, en milieu urbain, périurbain ou rural. Il s’agit du dioxyde d’azote (NO₂), des particules fines (PM10) et de l’ozone (O₃) pondérés par leurs lignes directrices OMS respectives.

L’objectif est d’obtenir un indice plus proche de l’effet sur la santé des populations tel qu’il est compris aujourd’hui.

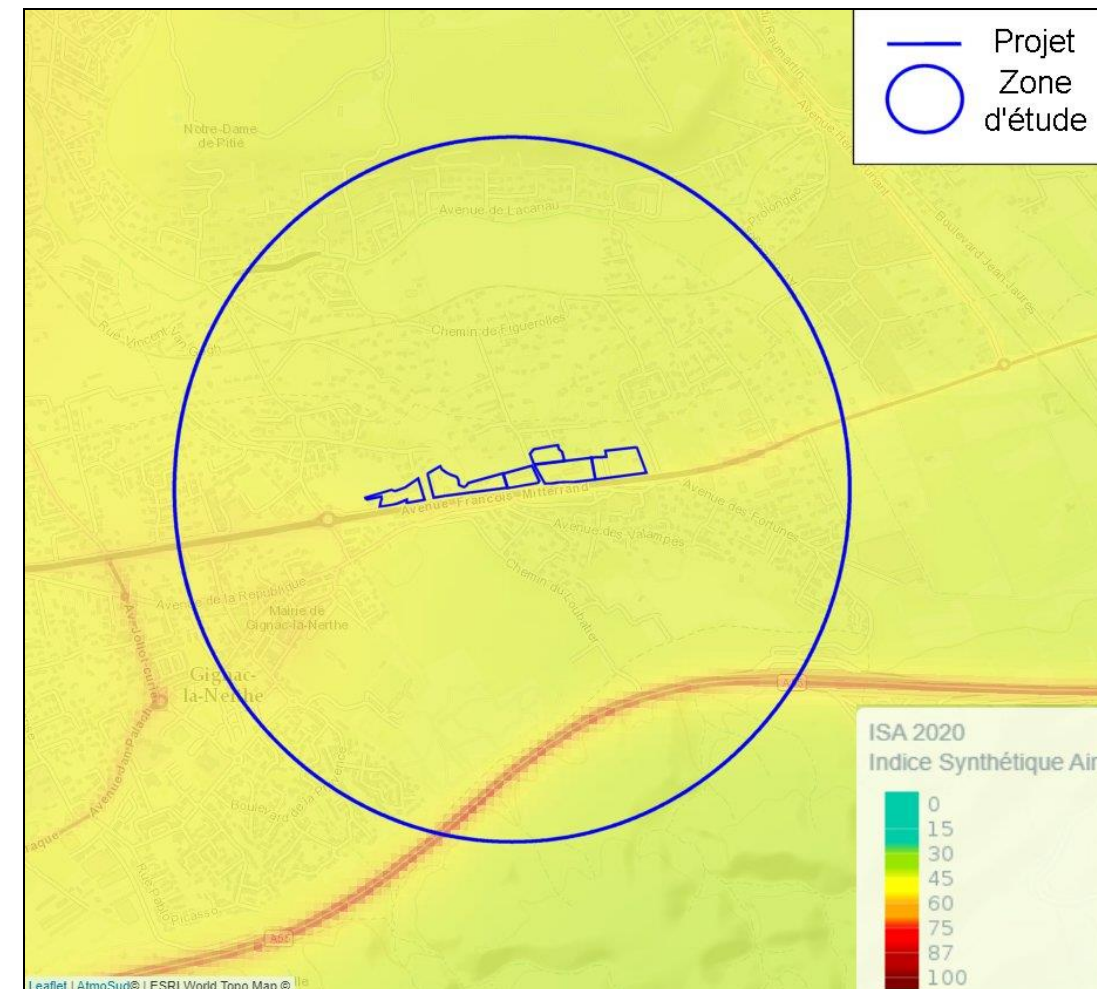


Figure 32 : Cartographie de la modélisation de l’indice synthétique Air, 2020 (source : AtmoSud)

La modélisation de l’indice de pollution global pour l’année 2020 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 du périmètre de l'opération, la qualité de l'air peut être qualifiée de médiocre dans l'ensemble, ou mauvaise en bordure immédiate des axes routiers (ce qui est le cas de la D368, au sud du projet).

L'Indice Synthétique Air communal moyen pour le canton de Marignane est de 40 en 2020 (SIRSÉPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.

La qualité de l'air s'améliore sur la région PACA (données AtmoSud) à l'instar de la tendance générale observée depuis plus de 20 ans.

En dépit de cette baisse :

- Plus de 3,5 millions de personnes habitent encore dans une zone dépassant une ligne directrice OMS ;
- Plus de 850 000 personnes habitent dans une zone dépassant une ligne directrice pour deux polluants ;
- Près de 100 000 personnes vivent dans une zone dépassant une ligne directrice pour trois polluants.

Tous les moyens sont à mettre en œuvre afin d'améliorer la qualité de l'air : évolutions technologiques, aménagement et révision des transports et de l'urbanisme, économies d'énergie, adaptation des comportements individuels ...

❖ Carte Stratégique Air (CSA)

Les Cartes Stratégiques Air sont un indicateur cartographique multi-polluants (NO₂ et PM10) produit par les Aasqa en France, spécialement pour répondre aux besoins des agences et services d'urbanisme.

Ces cartes permettent d'identifier rapidement les points noirs de pollution, les zones en dépassement réglementaire ou bien les zones proches des valeurs limites. Basées sur 5 ans de données, elles s'affranchissent des variations météorologiques qui peuvent influencer les concentrations.

La localisation des Établissements Recevant du Public (ERP) peut être croisée avec ces cartes afin de déterminer lesquels sont installés dans les zones en dépassement. Il est possible d'utiliser ces cartes dans le cas de l'implantation d'une nouvelle école, d'un établissement hospitalier ou d'une maison de retraite afin d'éviter de soumettre des personnes sensibles à une altération de la qualité de l'air. Dans le cas d'établissements existants en zone dégradée, des actions de sensibilisation des usagers peuvent être mises en œuvre afin de réduire leur exposition : sur les modes d'accès, la ventilation, ...

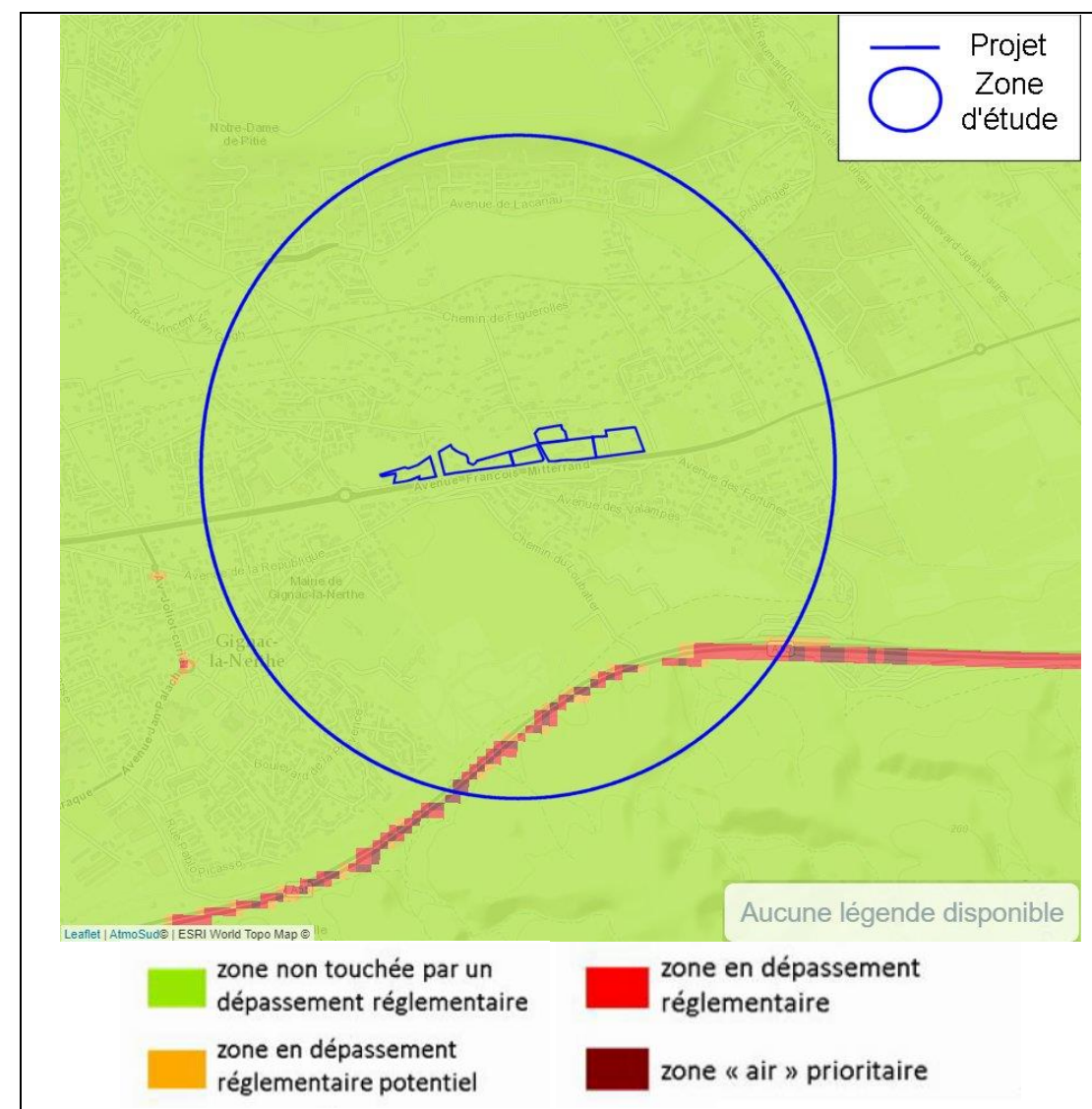


Figure 33 : Carte Stratégique Air sur la zone d'étude (sur 5 ans), 2020 (source : AtmoSud)

À l'examen de la carte stratégique Air, l'axe à circulation importante (Autoroute A55) semble être une zone à fort enjeux en termes de pollution atmosphérique (zone en dépassement potentiel jusqu'à zone « Air » prioritaire).

Dans l'ensemble, à l'échelle de la ville de Gignac-la-Nerthe, la qualité de l'air est plutôt moyenne, et également au niveau du projet.

Des concentrations élevées, voire très élevées, prévalent aux abords des axes à fort trafic (Départementale D368 et autoroute A55).

La qualité de l'air est fortement impactée par le NO₂ à proximité de ces axes (particulièrement l'A55).

Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau du périmètre projet vis-à-vis des seuils réglementaires.

9.5. EXPOSITION DE LA POPULATION

9.5.1. Département des Bouches-du-Rhône

Les données suivantes proviennent de l'article ATMO résumant la qualité de l'air dans le département des Bouches-du-Rhône¹¹ et du bilan qualité de l'air 2020 de la région¹².

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

Le territoire possède une forte densité de population, avec des espaces naturels remarquables. Mais il possède également, de nombreuses sources de pollution de l'air.

La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (NOx), tandis que l'ouest du département est concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie de la zone.

Note : Les progrès technologiques dans **les transports** et **l'industrie** ont contribué à l'amélioration de la qualité de l'air dans le département, comme au niveau régional et national. Cependant des variations locales existent, en fonction notamment de l'évolution des activités présentes (actions locales, évolution de pratiques). C'est le cas, du dioxyde d'azote, qui baisse moins vite en zones urbaines de la Métropole Aix-Marseille-Provence qu'en zones industrielles.

En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS pour les PM2,5. Concernant la valeur limite réglementaire pour le NO₂, l'exposition des populations est en nette baisse alors que pour l'O₃, cela dépend des années.

Note : 2020 est 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 et une diminution significative des populations exposées à la pollution.

❖ **Dioxyde d'azote**

Remarque : Dans les Bouches-du-Rhône, depuis 2000, une diminution de 40 % des niveaux de dioxyde d'azote est constatée.

Le transport routier est le premier émetteur d'oxydes d'azote du département (32,3 % en 2019 ; source CIGALE Inventaire v8.4).

Les données chiffrées du nombre d'habitants exposés en 2020 sont indisponibles.

¹¹ <https://www.atmosud.org/article/bouches-du-rhone>

¹² <https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-de-la-region-le-constat-datmosud>

Le graphe suivant montre l'évolution de la population exposée au dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ et concentration moyenne de la région PACA :

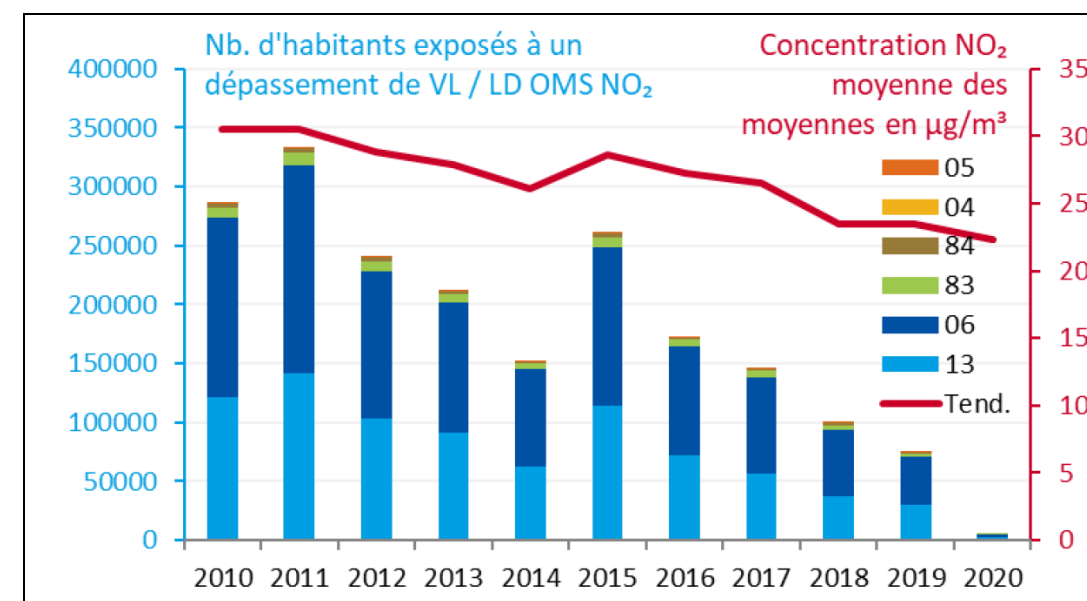


Figure 34 : Évolution de la population exposée au dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ et concentration moyenne, en Sud PACA – source : AtmoSud

❖ **Particules fines**

En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS pour les PM2,5. La majeure partie des particules fines proviennent du secteur industriel sur l'ouest du département (PM10 : 36,3 % et PM2,5 : 29,9 % en 2019 ; source CIGALE Inventaire v8.4).

Remarque : Dans les Bouches-du-Rhône, depuis 2000, une diminution de 50 % des niveaux de particules fines PM10 est constatée.

Le graphe suivant montre l'évolution de la population exposée au dépassement de la valeur limite annuelle en PM10 et PM2,5 et concentration moyenne de la région PACA :

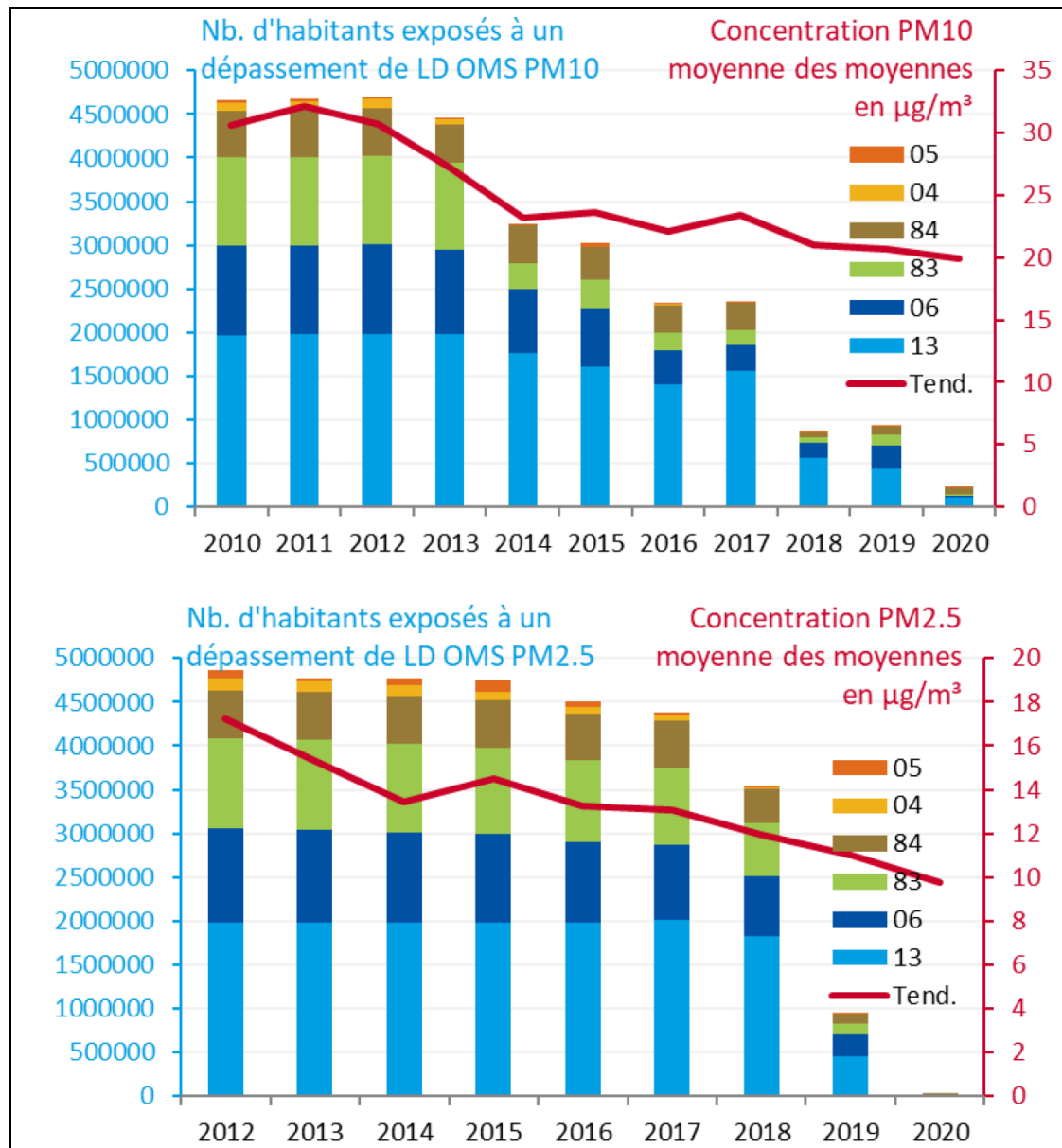


Figure 35 : Evolution de la population exposée au dépassement de la recommandation annuelle de l'OMS en PM10 et PM2,5, et concentration moyenne, en Sud PACA – source : AtmoSud

❖ **Ozone**

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur est l'une des régions d'Europe les plus touchées par la pollution photochimique à l'ozone.

Remarque : 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.

Note : Parmi les précurseurs de l'ozone on retrouve les polluants d'origine industrielle et automobile, mais aussi certains composés produits par la végétation. Cette pollution chronique à l'ozone est davantage marquée en milieu rural, du fait de son processus de formation.

Le graphe suivant montre l'évolution de la population exposée au dépassement de la valeur limite annuelle en O₃ et concentration moyenne de la région PACA :

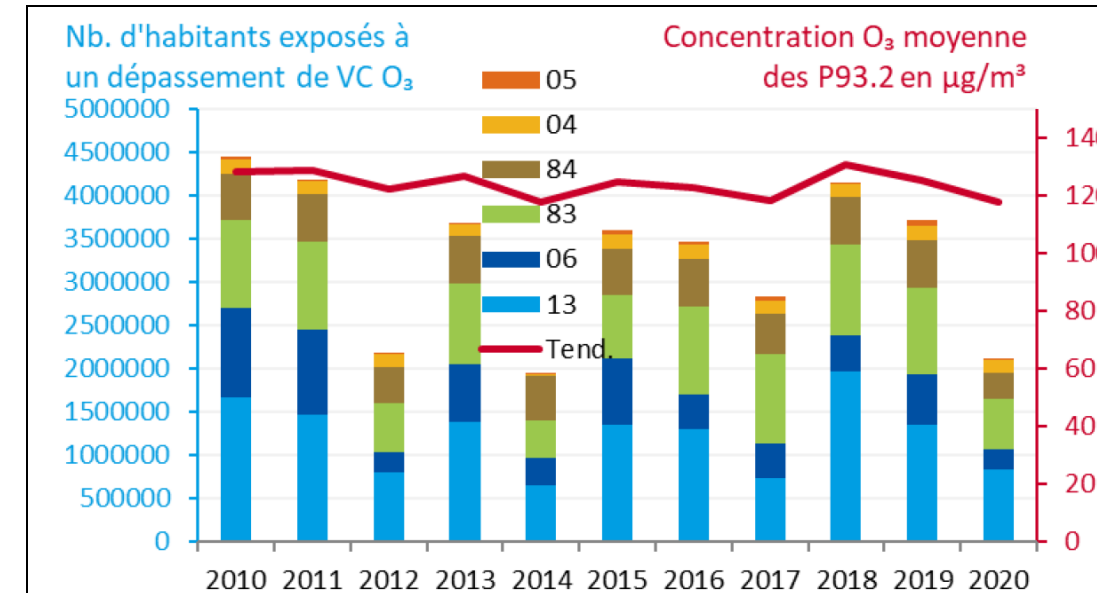


Figure 36 : Evolution de la population exposée au dépassement de la valeur cible pour l'ozone en Sud PACA – source : AtmoSud

❖ **Tendance d'évolution des concentrations annuelles en polluants**

Le diagramme suivant schématise l'évolution des concentrations moyennes annuelles en ozone O₃, dioxyde d'azote NO₂, Particules PM10 et PM2,5 et dioxyde de soufre SO₂ pour la région du PACA.

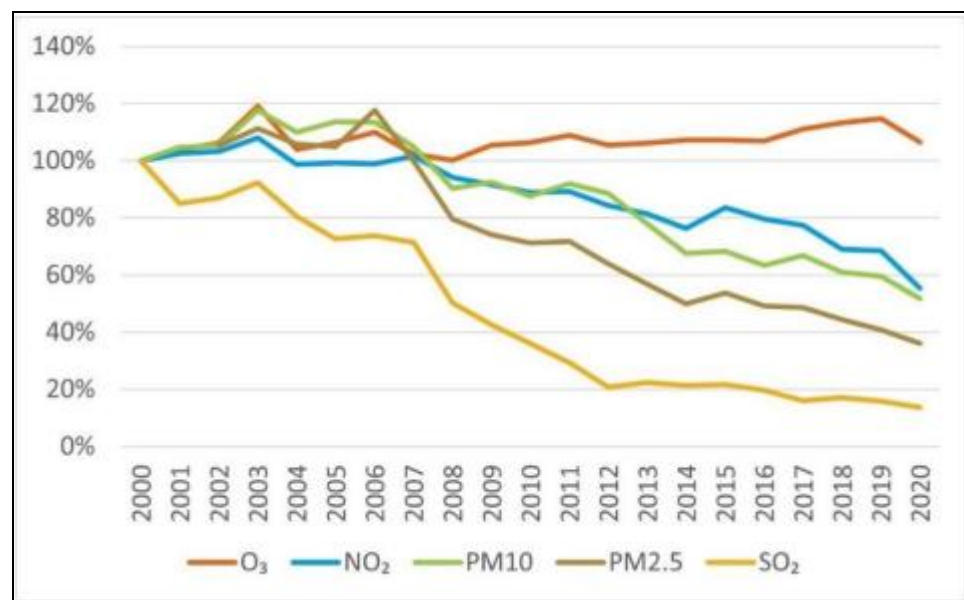


Figure 37 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) en Sud PACA – Source : AtmoSud¹³

De manière générale, les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ et NO₂ suivent une trajectoire descendante depuis 2007. L'O₃ apparaît généralement stable.

Note : L'année 2020 confirme cette tendance. Cette tendance a été plus forte 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.

❖ Les zones à enjeux sur le territoire des Bouches-du-Rhône

Les Bouches-du-Rhône sont fortement impactées par la pollution chronique. La zone littorale urbanisée et la partie ouest affichent les principales "zones à enjeux" du territoire (planche suivante).

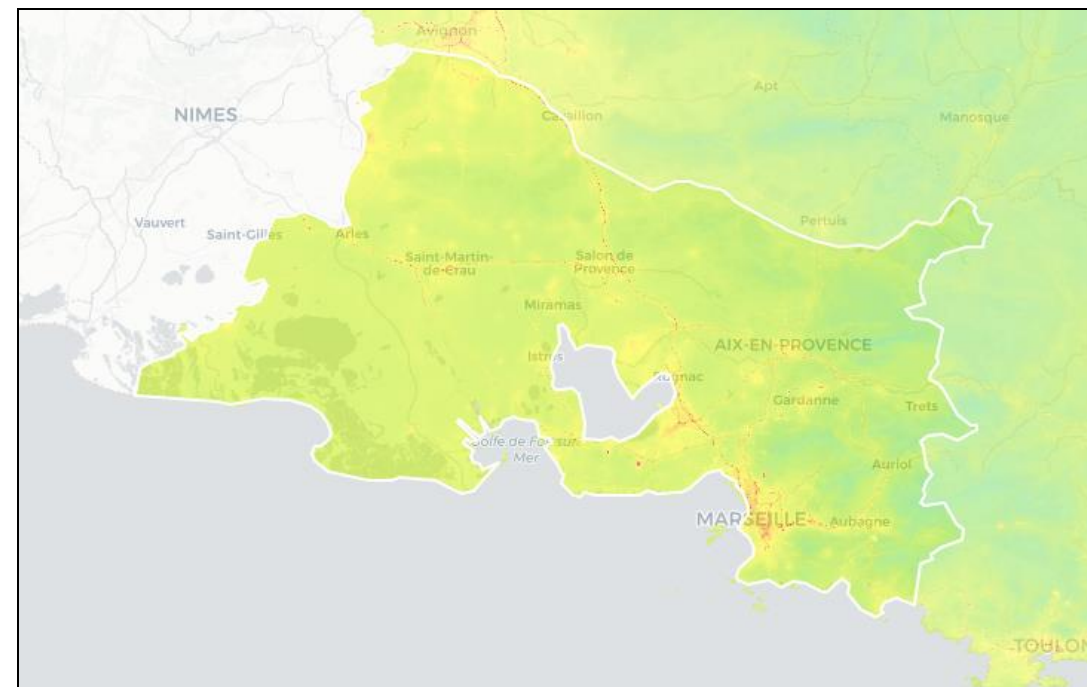


Figure 38 : Carte synthétique Indice Synthétique Air (ISA) en 2020 – Source : AtmoSud

La partie ouest du département et notamment la zone densément urbanisée de la métropole Aix-Marseille-Provence cumule des problématiques liées au secteur résidentiel/tertiaire (chauffage), au trafic routier (poids lourds) et industriel. Au cours de la période estivale, l'ensemble du territoire est exposé à une pollution chronique à l'ozone, à corrélérer avec l'ensemble des rejets de ce territoire et avec le contexte météorologique des fortes chaleurs estivales.

¹³ <https://www.atmosud.org/sites/sud/files/medias/documents/2022-06/Bilan%20chiffre%20C3%A9%20-%20Qualit%C3%A9%20de%20l'air%202020.pdf>

9.5.2. Canton de Marignane

Le tableau ci-après synthétise la population exposée aux différents polluants atmosphériques sur le territoire le canton de Marignane pour les années 2018, 2019 et 2020.

Tableau 9 : Nombre et proportion d'habitants exposés à des niveaux de polluants supérieurs aux recommandations OMS au canton de Marignane en 2018, 2019 et 2020 (source : SIRSÉPACA, ORS)

Canton de Marignane Nombre d'habitants exposés [% d'habitants de la commune]	2018	2019	2020
NO₂ Concentration supérieure à l'ancienne valeur de l'OMS 40 µg/m ³	0 [0,0 %]	0 [0,0 %]	0 [0,0 %]
PM10 Concentration supérieure à l'ancienne valeur de l'OMS 20 µg/m ³	30 231 [37,0 %]	33 504 [40,3 %]	3 723 [4,5 %]
Ozone Dépassement valeur guide OMS (100 µg/m ³ 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)	81 808 [100,0 %]	83 156 [100,0 %]	82 070 [98,8 %]

En 2021, 100 % de la population des **Bouches-du-Rhône**, réside dans une zone dépassant au moins une ligne directrice de l'OMS. La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (NO_x), tandis que l'ouest du département est concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie de la zone.

En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS pour les PM_{2,5}. Concernant la valeur limite réglementaire pour le NO₂, l'exposition des populations est en nette baisse alors que pour l'O₃, cela dépend des années.

En 2020, dans le **canton de Marignane** :

- ✓ 0 habitant (0 % de la population) est exposé à des concentrations en NO₂ supérieures à l'ancienne recommandation de l'OMS ;
- ✓ 3 723 habitants (4,5 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à l'ancienne recommandation de l'OMS ;
- ✓ 82 070 habitants (98,8 % de la population) sont exposés à des dépassements en ozone supérieures à la valeur guide de l'OMS.

9.6. BILAN RÉGIONAL 2019 DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Dans l'ensemble, la qualité de l'air s'améliore en 2019 sur le territoire régional, à l'instar de la tendance générale observée depuis plus de 20 ans. Cela est dû en grande partie à l'amélioration technologique des véhicules et du secteur industriel. Les zones les plus urbanisées du territoire, où les sources de pollution sont les plus nombreuses et au sein desquelles la dispersion des polluants est moins efficace, demeurent des zones à forts enjeux vis-à-vis de la qualité de l'air.

Il est intéressant de retenir qu'il existe un large panel de moyens susceptibles d'améliorer la qualité de l'air : évolutions technologiques, aménagement et révision des transports et de l'urbanisme, économies d'énergie, adaptation des comportements individuels ...

En 2019, près d'un million d'habitants de la région réside dans une zone dépassant le seuil de l'OMS pour les particules fines PM_{2,5}. 75 000 personnes vivent dans une zone dépassant la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote.

Dans les zones rurales, les enjeux de qualité de l'air ne font pas exception, à cause de 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.

La région Sud PACA représente 8,6 % de la consommation nationale d'énergie finale, estimée à 152,2 Mtep en 2019. De manière générale, les consommations restent stables par combustible et par secteur, malgré une très légère baisse attribuée au résidentiel/tertiaire.

Les émissions des **Gaz à Effet de Serre** en Sud PACA représentent environ 10 % des émissions nationales. Leur profil encore massivement carboné se caractérise par un fort poids des secteurs industriel et production énergétique.

En 2019, les émissions annuelles de GES s'élevaient à 9 teqCO₂ (dioxyde de carbone) par habitant en région Sud PACA, dont 6,4 teqCO₂ d'origine énergétique (soit 71 %). Cette hausse des émissions est imputable en grande partie au secteur de la production/transformation d'énergie : les centrales thermiques ont effectivement été davantage sollicitées par rapport à 2018.

❖ Dioxyde d'azote (NO₂)

En 2019, seule l'agglomération Aix-Marseille est en dépassement de la valeur limite de la protection de la santé pour le NO₂.

Pour information, l'agglomération niçoise respecte ce seuil pour la première année depuis le début des mesures.

❖ **Particules PM10 et PM2,5**

En 2019, pour les particules fines PM10 et les particules fines PM2,5, les valeurs réglementaires sont respectées pour toutes les stations régionales.

❖ **Ozone (O₃)**

En 2019, pour l'ozone O₃, toutes les agglomérations de la région dépassent la valeur cible pour la protection de la santé.

❖ **Autres polluants mesurés**

En 2019, pour tous les autres polluants mesurés (dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, benzène, benzo(a)pyrène et métaux toxiques [Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb]), les valeurs réglementaires sont respectées, et ce, pour toutes les stations d'AtmoSud.

9.7. SYNTHÈSE

Selon les résultats des mesures de la station AtmoSud Marignane (fond urbain) :

- **Pour le dioxyde d'azote NO₂** : la valeur seuil de 40 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur toute la période 2017-2021. Aucun dépassement du seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'a été mesuré.

Toutefois, le nombre de dépassements journaliers n'est pas respecté pour toutes les années (3 dépassements max de la moyenne journalière à 25 µg/m³).

- **Pour les particules fines PM10** : les teneurs moyennes annuelles sur la période 2017-2021 respectent la valeur limite réglementaire (40 µg/m³). Le nombre de dépassements de la valeur seuil de 50 µg/m³ (35 dépassements max) en moyenne journalière est respectée depuis 2017.

La recommandation de l'OMS (3 dépassements max de la moyenne journalière à 45 µg/m³) n'est pas respectée depuis 2017.

- **Pour les particules fines PM2,5** : la teneur moyenne annuelle sur la période 2021 respecte la valeur limite réglementaire (25 µg/m³).

En revanche, des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS de 15 µg/m³ (3 dépassements max) s'est produit.

- **Pour le dioxyde de soufre SO₂** : de 2018 à 2021, les teneurs moyennes annuelles sont en dessous de la Limite de Détection (LD = 5 µg/m³). Aucun dépassement de l'objectif de qualité de 50 µg/m³ n'est constaté.

- **Pour le monoxyde de Carbone CO** : de 2018 à 2021, les teneurs maximales journalières moyennées sur 8 heures ne dépassent pas la valeur limite de 10 000 µg/m³.

Département des BOUCHES-DU-RHONE

En 2021, 100 % de la population des **Bouches-du-Rhône**, réside dans une zone dépassant au moins une ligne directrice de l'OMS. La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (NOx), tandis que l'ouest du département est concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie de la zone.

En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS pour les PM2,5. Concernant la valeur limite réglementaire pour le NO₂, l'exposition des populations est en nette baisse alors que pour l'O₃, cela dépend des années.

Canton de Marignane :

En 2020, dans le **canton de Marignane** :

✓ 0 habitant (0 % de la population) est exposé à des concentrations en NO₂ supérieures à l'ancienne recommandation de l'OMS ;

✓ 3 723 habitants (4,5 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à l'ancienne recommandation de l'OMS ;

✓ 82 070 habitants (98,8 % de la population) sont exposés à des dépassements en ozone supérieures à la valeur guide de l'OMS.

L'Indice Synthétique Air communal moyen pour le canton de Marignane est de 40 en 2020 (SIRSÉPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.

Commune de Gignac-la-Nerthe :

D'après l'indice ATMO, du 1^{er} janvier au 13 septembre 2022, à Gignac-la-Nerthe, l'air était considéré comme « Moyen » 40,2 % de la période, « Dégradé » 39,5 % de la période, « Mauvais » 19,5 % de la période.

Zone d'étude :

- Dans l'ensemble, à l'échelle du projet, la qualité de l'air est plutôt moyenne.

Des concentrations élevées, voire très élevées, prévalent aux abords des axes à fort trafic (Départementale D368 et autoroute A55).

La qualité de l'air est fortement impactée par le NO₂ à proximité de ces axes (particulièrement l'A55).

Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau du périmètre projet vis-à-vis des seuils réglementaires.

- 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** des Bouches-du-Rhône.

- À l'examen de la carte stratégique Air, l'axe à circulation importante (Autoroute A55) semble être une zone à fort enjeux en termes de pollution atmosphérique (zone en dépassement potentiel jusqu'à zone « Air » prioritaire).

10. ANALYSE DES DONNÉES SANITAIRES

10.1. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

10.1.1. Morbidité et coûts associés

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

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

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable¹⁴ 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.

¹⁴ 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

L'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

10.1.2. Mortalité

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude¹⁵ de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2019, les nombres de décès prématurés en Europe (41 états) et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques.

Le tableau suivant fait état des estimations des décès prématurés pour l'Europe (41 états) et la France en 2019, en fonction des polluants atmosphériques.

Tableau 10 : Estimation du nombre de décès prématurés induits par une exposition aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2019 et nombre d'années de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en Europe et en France (Source : EEA Air quality in Europe 2021)

POLLUANTS	Nombre de décès prématurés en 2019		Nombre d'années de vies perdues attribuables	
	Europe	France	Europe	France
PM2,5	373 000	29 800	4 068 000 (752 ans/100 000 hab.)	354 100 (544 ans/100 000 hab.)
NO₂	47 700	4 970	512 800 (95 ans/100 000 hab.)	59 100 (91 ans/100 000 hab.)
O₃	19 070	2 050	215 100 (40 ans/100 000 hab.)	25 800 (40 ans/100 000 hab.)

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France¹⁶ 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 France¹⁷.

¹⁵ <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021>

¹⁶ 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

¹⁷ 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

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 PM_{2,5} 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 PM_{2,5}, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO₂ pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants

Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après représentent le poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} et au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

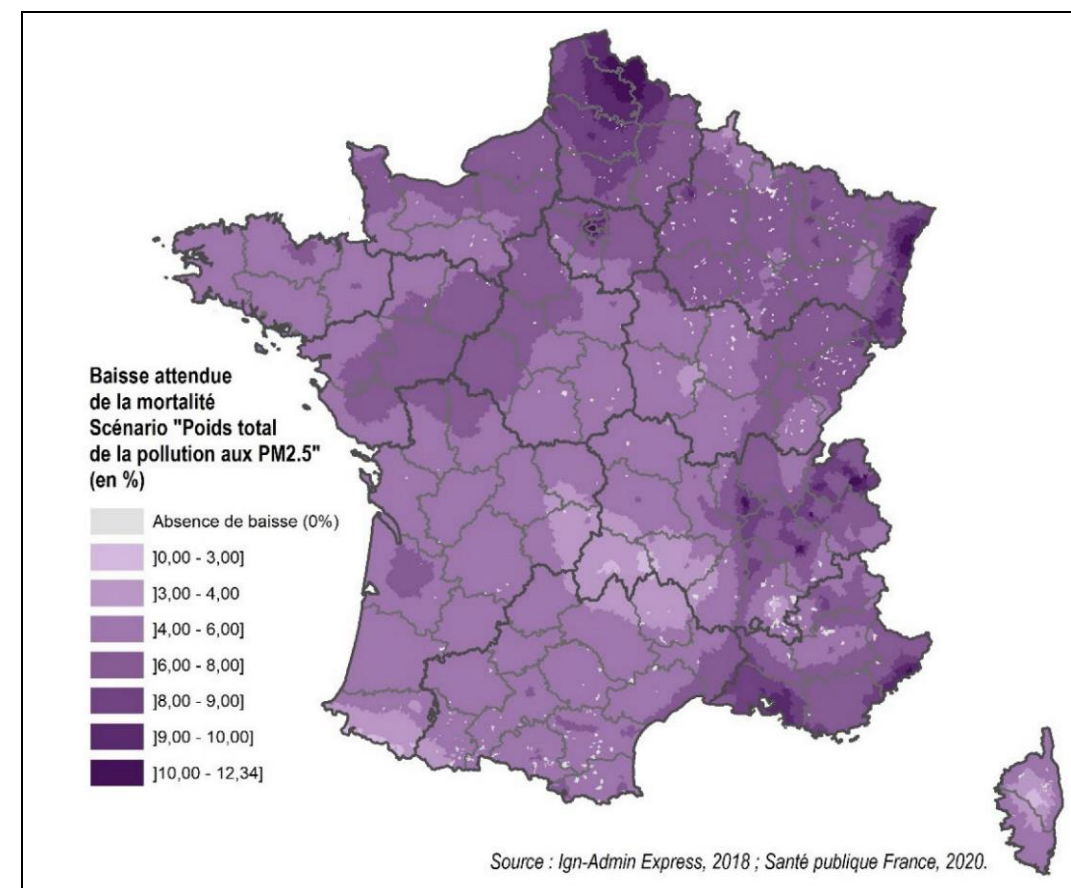


Figure 39 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

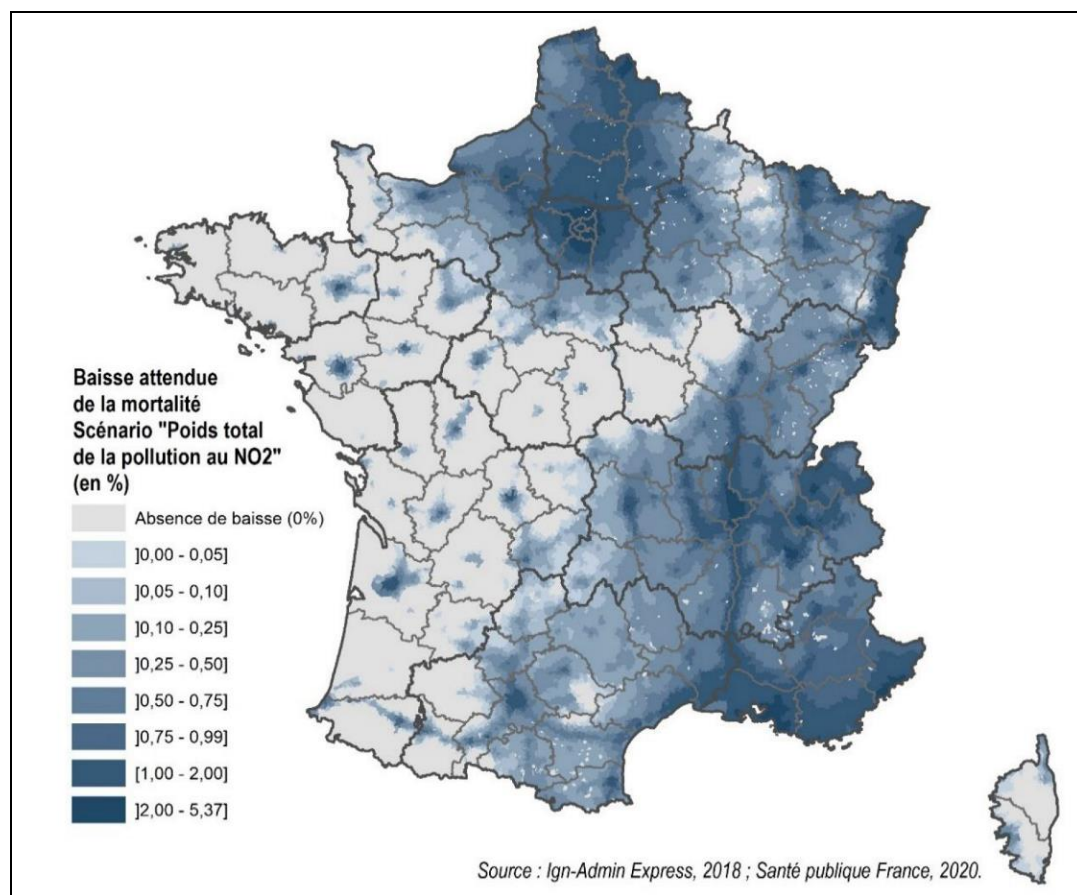


Figure 40 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

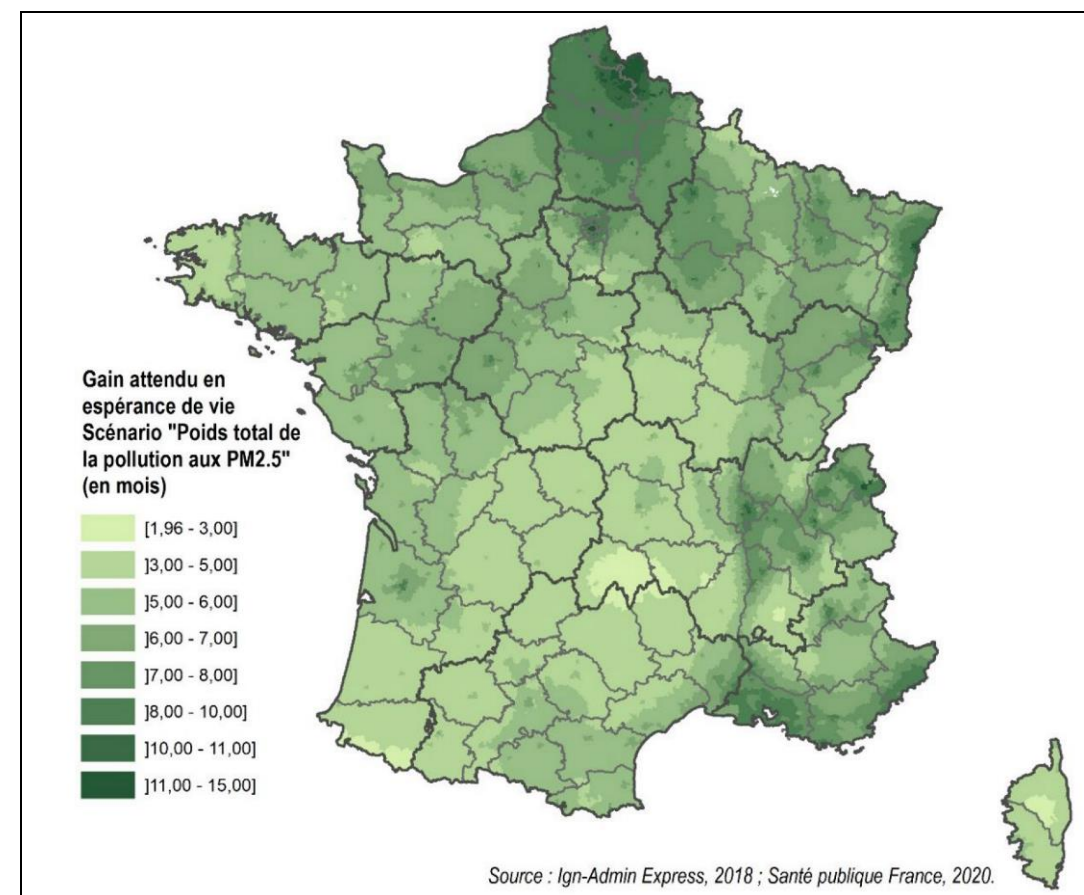


Figure 41 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

Le tableau immédiatement suivant précise les estimations du poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} 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 11 : 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]
NO₂	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 Gignac-la-Nerthe (classifiée en commune semi-rural compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :

*aux PM_{2,5} — 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.

La commune de Gignac-la-Nerthe est incluse dans la métropole Aix-Marseille-Provence. Étant donné son urbanisation dense et continue, elle peut en l'occurrence être assimilée à une commune urbaine. De ce fait, il peut être estimé que l'exposition à long terme :

*aux PM_{2,5} — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.

*au NO₂ — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.

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

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

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

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

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition aux particules PM_{2,5}, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond.
- 1 200 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition au dioxyde d'azote (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 12 : 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	PM ₁₀		NO ₂	
		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 ; PM_{2,5} 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 13 : Impact de la diminution des concentrations de PM_{2,5} 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
PM_{2,5}	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	2 274 [793 ; 3 636]	0,4	13 [5 ; 21]	27 815 [9 709 ; 44 414]
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]

10.2. DONNÉES SANITAIRES

Les données présentées dans ce chapitre proviennent de l'Insee (institut national de la statistique et des études économiques), du SIRSéPACA (système d'information régional en santé de l'observatoire régional de la santé Provence-Alpes-Côte-D'azur), du Conseil de l'Ordre des médecins, de l'Inserm (institut national de santé et de la recherche médicale), du CépiDc (centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès) et de la Drees (direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques).

De façon générale, la région **Sud PACA** a une densité moyenne de population supérieure (161,8 hab./km² en 2019) à celle du reste de la France (105,9 hab./km²). Elle est divisée en six territoires de santé qui sont les départements, eux-mêmes subdivisés en 133 espaces de santé de proximité. En 2021, la densité médicale (tous médecins confondus) dans la région est supérieure à la moyenne nationale, et est, en outre, la plus forte sur le territoire (563,0 médecins pour 100 000 habitants, contre 395,6 en France, DOM inclus)¹⁸.

En 2022, la population régionale compte 5 081 101 d'habitants (France : 67 813 396 habitants, DOM inclus) dont 30,2 % âgés de 60 ans et plus (au-dessus de la France : 27,2 %, DOM inclus).

En 2019, l'indice de vieillissement (rapport du nombre d'habitants de 65 ans et plus pour 100 jeunes de moins de 20 ans) est le 3^e plus élevé de France : il est de 102,5 en région Sud PACA pour une moyenne nationale de 82,5.

Selon l'INSEE, entre 2007 et 2040, le nombre de personnes âgées de 60 et plus augmenterait de 57 % contre 1 % pour les moins de 60 ans. En 2040, il y aurait donc près de 1 900 000 personnes âgées de 60 ans et plus (dont 910 000 personnes de 75 ans et plus), qui constitueraient plus du tiers de la population régionale¹⁹.

En 2019, la densité de population des **BOUCHES-DU-RHONE** s'élève à 401,6 hab./km², celle de la **métropole MARSEILLE-AIX-EN-PROVENCE** à 471,6 hab./km² et celle de la **commune de GIGNAC-LA-NERTHE** est de 1 144,3 hab./km².

À titre de référence, la moyenne en France métropolitaine est égale à 105,9 hab./km².

¹⁸<https://demographie.medecin.fr/>

¹⁹ État de santé et évolutions en région PACA – Note de l'observatoire régional de Santé – ORS PACA 2016.

10.2.1. Espérance de vie – Mortalité – Mortalité prématurée

❖ Chiffres clés

Le tableau immédiatement suivant décline les statistiques de l'INSEE²⁰ concernant la mortalité et l'espérance de vie pour l'année 2021 en France, pour la région Sud PACA et pour le département des Bouches-du-Rhône.

Tableau 14 : Statistiques Insee de la mortalité et de l'espérance de vie en France, en Sud PACA et dans les Bouches-du-Rhône - Données 2021

Données 2021	France		Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur		Bouches-du-Rhône	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Espérance de vie à la naissance	85,4 ans	79,3 ans	85,2 ans	79,5 ans	85,1 ans	79,4 ans
Nombre de décès domiciliés	660 005 *		58 176 *		20 896 *	
Taux brut de mortalité	9,7 ‰		11,4 ‰		10,2 ‰	
Taux de mortalité standardisé prématurée (< 65 ans)	1,8 ‰		1,7 ‰		1,7 ‰	
Taux de mortalité standardisé des personnes âgées (65 ans et +)	38,6 ‰		39,9 ‰		40,5 ‰	
Taux de mortalité infantile (< 1 an) (2018-2020)	3,7 ‰		3,0 ‰		3,2 ‰	

* Données provisoires

❖ Espérance de vie à la naissance

Dans les Bouches-du-Rhône, en 2021, l'espérance de vie à la naissance chez les hommes (79,4 ans) est pratiquement identique aux valeurs nationale (79,3 ans) et régionale (79,5 ans).

L'espérance de vie chez les femmes (85,1 ans) est inférieure aux valeurs régionale (85,2) ans et nationale (85,4 ans).

L'espérance de vie est très inégalitaire entre les deux sexes (écart d'environ 5,7 ans).

❖ Mortalité infantile

La mortalité infantile (nombre de décès d'enfants de moins de 1 an divisé par le nombre d'enfants nés vivants sur 3 années) dans les Bouches-du-Rhône (3,2 ‰) est supérieure à la moyenne régionale (3,0 ‰), et inférieure à la valeur nationale (3,7 ‰).

²⁰ <https://statistiques-locales.insee.fr/>

❖ **Mortalité des personnes âgées**

Pour le département des Bouches-du-Rhône, le taux de mortalité des personnes âgées de 65 ans et plus (40,5 ‰) est supérieure en 2021 aux taux régional (39,9 ‰) et national (38,6 ‰).

❖ **Mortalité des personnes prématurées**

Pour le département des Bouches-du-Rhône, le taux de mortalité des personnes prématurées de moins 65 ans (1,7 ‰) est quasi-identique en 2021 aux taux régional (1,7 ‰) et national (1,8 ‰).

❖ **Mortalité générale**

Dans les Bouches-du-Rhône, en 2021, le taux brut de mortalité générale (10,2 ‰) est inférieur aux taux régional (11,4 ‰) mais supérieur au national (9,7 ‰).

Le graphique circulaire qui va suivre représente la répartition des causes de décès dans les **BOUCHES-DU-RHONE** et en **France métropolitaine** en 2017²¹.

En 2017, 18 311 personnes sont décédées dans les Bouches-du-Rhône (supérieur à la France 591 535 personnes), dont 51,6 % (supérieur à la France 50,5 %) étaient des Femmes.

Les principales causes de mortalité dans les Bouches-du-rhône en 2017 sont les :

- Tumeurs (27,4 %) ;
- Maladies de l'appareil circulatoire (22,6 %)
- Symptômes et états morbides mal définis (10,7 %) ;
- Maladies de l'appareil respiratoire (8,4 %)

La répartition des causes de mortalité est identique à celle de la France métropolitaine.

La proportion des décès ayant pour origine des maladies respiratoires dans les BOUCHES-DU-RHONE en 2017 (8,4 %) est plus forte qu'en moyenne et métropolitaine (7,4 %).

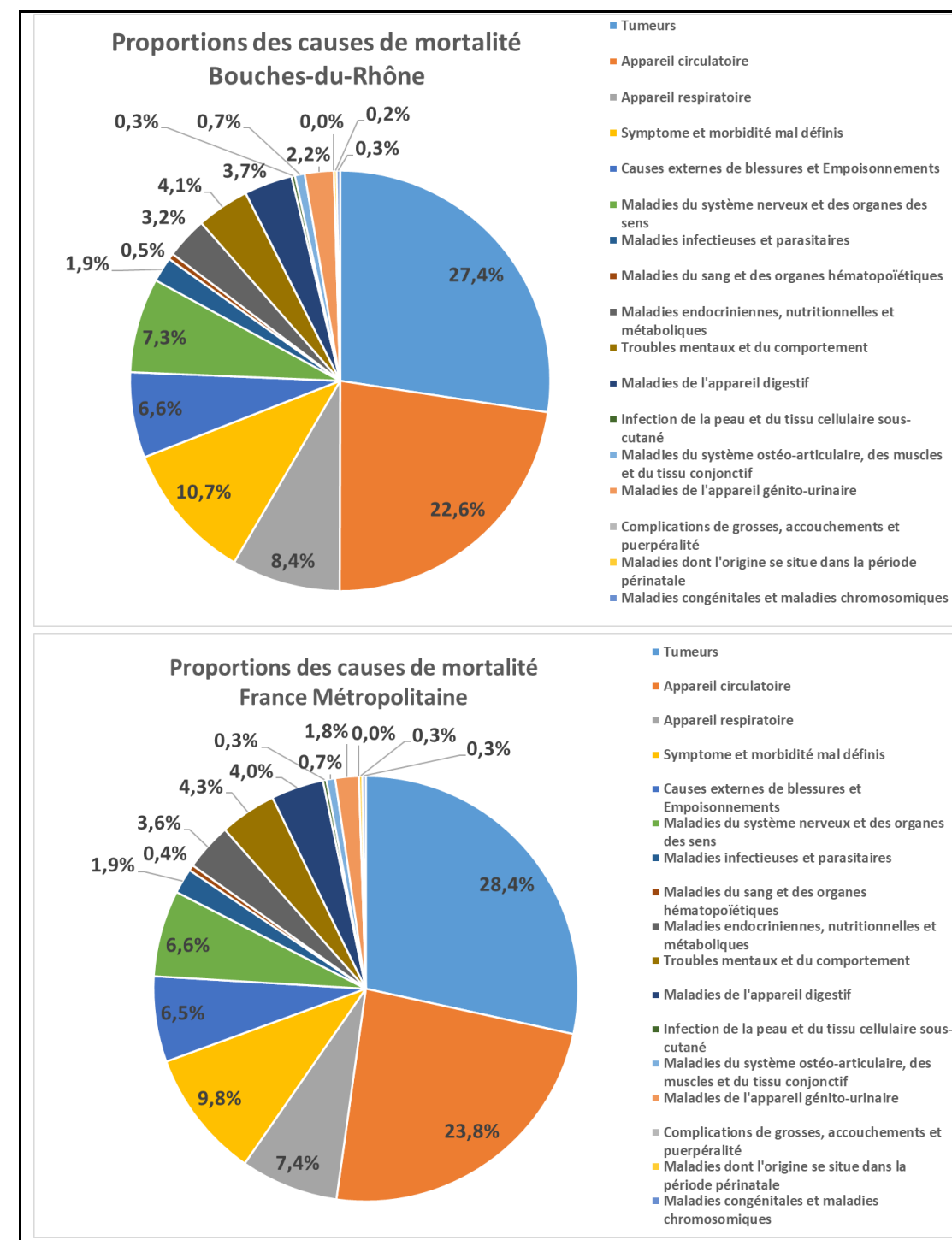


Figure 42 : Proportion des causes de décès dans les Bouches-du-Rhône et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc)

²¹ https://sic.certdc.inserm.fr/public_view.php?ihm=107

❖ **Mortalité prématurée**

En 2017, près de la moitié (44.9%) des personnes qui décèdent en France métropolitaine sont âgées de 85 ans ou plus. Conséquence de cette évolution, les statistiques des causes de décès sont de plus en plus le reflet de la mortalité aux très grands âges, ce qui limite leur utilisation pour évaluer les besoins de prévention. C’est pourquoi les responsables de la santé publique s’intéressent, en France comme dans la plupart des pays de développement comparable, à la mortalité prématurée définie généralement comme la mortalité survenant avant 65 ans.

La mortalité prématurée est supérieure en France par rapport à celle observée dans les autres pays européens. Elle constitue un puissant marqueur d’inégalités sociales de santé et de genre, compte tenu d’une répartition différente entre les catégories socio-professionnelles, et entre hommes et femmes.

Rappel : En 2020, le taux de mortalité prématurée relatif aux Bouches-du-Rhône (1,7 ‰) est identique à celui de la région et sensiblement équivalent à la moyenne nationale (1,8 ‰).

Aux Bouches-du-Rhône, 4 causes principales sont à l’origine de près de 78,2 % des décès prématurés, c’est-à-dire, les :

- Tumeurs (39,7 %) ;
- Causes externes de blessure et d’empoisonnement (14,5 %) ;
- Symptômes et morbidités mal définies (12,8 %) ;
- Appareil respiratoire (11,3 %).

La répartition des causes de décès prématurés aux Bouches-du-Rhône diffère de la répartition en France métropolitaine.

La proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires aux BOUCHES-DU-RHONE (2,7 %) est légèrement inférieure à la moyenne de la France métropolitaine (3,0 %).

Le schéma immédiatement suivant présente la répartition des causes de décès prématurés aux **BOUCHES-DU-RHONE** et en **France métropolitaine** en 2017²². Ainsi, aux Bouches-du-Rhône, 2 839 personnes (soit 15,5 % de la mortalité globale) sont décédées avant 65 ans, dont 65,9 % sont des hommes.

²² <http://cepidc-data.inserm.fr/inserm/html/index2.htm>

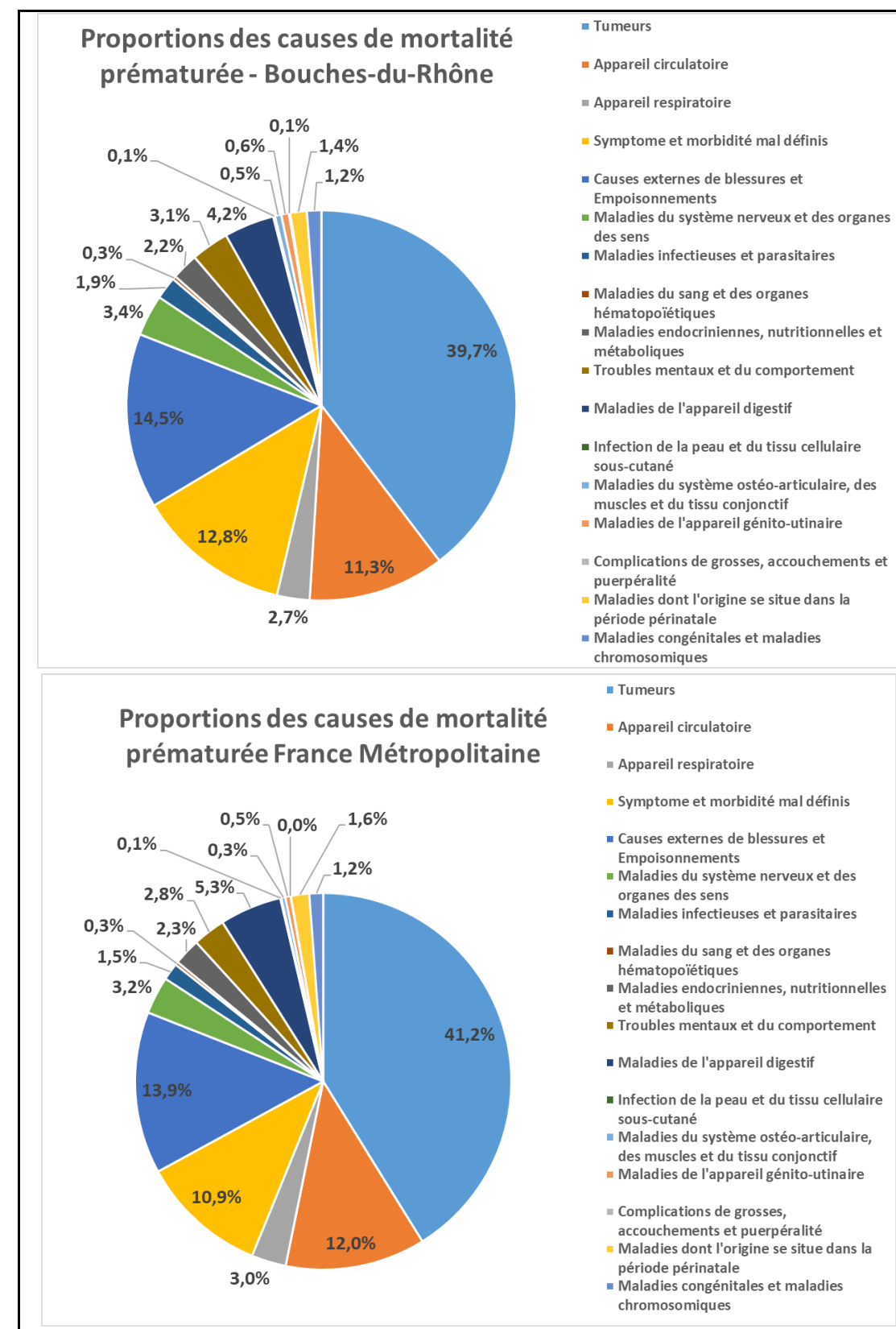


Figure 43 : Proportion des causes de décès prématurés (avant 65 ans) aux Bouches-du-Rhône et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc)

10.2.2. Cancers

Les cancers occupent une place de plus en plus importante en termes de mortalité en France où ils sont la première cause de mortalité prématurée.

En 2017, le nombre total de décès aux Bouches-du-Rhône liés au cancer était de 5 016 dont 56,1 % d'hommes et le nombre de décès prématurés liés au cancer était de 1 126 dont 58,5 % d'hommes.

Les personnes âgées sont les plus touchées par le cancer. En 2017, la proportion des décès des personnes de plus de 65 ans, représente 77,6 % des décès dus au cancer aux Bouches-du-Rhône.

❖ Cancers du poumon

En 2017, aux Bouches-du-Rhône, le cancer du poumon (cancers du larynx, de la trachée et des bronches inclus) représente 21,2 % des décès dus au cancer et 28,6 % des décès prématurés dus au cancer (respectivement 19,0 % et 27,1 % en France métropolitaine).

Aux Bouches-du-Rhône, en 2017, 322 décès par tumeur du larynx, de la trachée, des bronches et du poumon sont survenus. La prévalence masculine était de 70,6 % (70,1 % en métropole).

10.2.3. Maladies de l'appareil respiratoire

Les maladies respiratoires regroupent des affections très différentes et difficiles à classer, en particulier chez le sujet âgé.

Elles peuvent être aiguës, essentiellement d'origine infectieuse (bronchite aiguë, pneumonie, pathologies des voies respiratoires supérieures) ou d'évolution chronique comme la bronchite chronique ou encore l'asthme. Les maladies respiratoires les plus fréquentes sont l'asthme, les cancers broncho-pulmonaires et la broncho-pneumopathie chronique obstructive BPCO. Le principal facteur de risque de ces maladies est le tabagisme. Cependant, il existe une large variété d'autres causes incluant des facteurs génétiques, nutritionnels, environnementaux, professionnels et des facteurs liés à la pauvreté. De plus, l'appareil respiratoire humain est vulnérable vis-à-vis de nombreux agents infectieux.

❖ Chiffres clés pour les maladies de l'appareil respiratoire

En 2017, 1 535 décès (dont 49,8 % d'hommes) par maladies respiratoires ont été enregistrés aux Bouches-du-Rhône, soit 8,4 % des décès toutes causes confondues (7,4 % pour la France métropolitaine).

❖ Asthme

L'asthme est une maladie chronique causée par une inflammation des voies respiratoires et se caractérisant par la survenue de "crises" (épisodes de gêne respiratoire).

L'effet de la pollution sur l'asthme n'est aujourd'hui plus à démontrer : les polluants présents dans l'atmosphère irritent les voies respiratoires et augmentent les infections respiratoires.

Une étude menée dans plusieurs grandes villes françaises (Créteil, Reims, Strasbourg, Clermont-Ferrand, Bordeaux et Marseille) par des chercheurs de l'Inserm a ainsi démontré l'augmentation des manifestations respiratoires chez les enfants vivant depuis plus de huit ans dans des zones importantes de pollution, grâce à des capteurs installés dans 108 écoles, auprès de 5 300 enfants.

Plus précisément, un dépassement même minime des seuils de pollution recommandés par l'OMS (40 µg/m³ pour le NO₂ et 10 µg/m³ pour les particules) pendant huit ans provoque l'augmentation de façon significative de l'asthme allergique et de l'asthme à l'effort (1,5 fois) par rapport aux enfants vivant dans des zones où les concentrations sont inférieures (d'autres études montrent également le lien chez les enfants entre la densité du trafic automobile et les crises d'asthme).

En 2017, l'asthme a été la cause de 23 décès (dont 3 prématurés) aux Bouches-du-Rhône, soit 1,5 % des décès dus aux maladies de l'appareil respiratoire (2,0 % pour la France métropolitaine). Les femmes (73,9 %) sont largement plus touchées que les hommes.

La figure suivante représente la prévalence de l'asthme par tranche d'âge en région Sud PACA, en 2015.

	Hommes		Femmes		Ensemble	
	Nombre	Prévalence brute (%)	Nombre	Prévalence brute (%)	Nombre	Prévalence brute (%)
0-14 ans	24 018	5,5	13 559	3,3	37 577	4,4
15-29 ans	6 005	1,4	8 532	2,1	14 537	1,7
30-44 ans	8 094	1,8	16 164	3,4	24 258	2,6
Total	38 117	2,9	38 255	2,9	76 371	2,9

Source : Insee & EGB Paca CNAMTS / MSA / RSI – Exploitation ORS Paca

Figure 44 : Effectifs et prévalence brute de l'asthme chez les personnes de moins de 45 ans selon le sexe et l'âge en région PACA en 2015

En région Sud PACA, en 2015, plus de 76 000 personnes âgées de moins de 45 ans souffrent d'asthme, soit près de 3 % de cette catégorie d'âge.

La prévalence est marquée chez les jeunes garçons de moins de 15 ans (5,5 %), tandis que chez les Femmes, c'est parmi les 30-44 ans que l'on trouve l'effectif le plus important, supérieur à 16 000 personnes.

10.2.4. Maladies de l'appareil circulatoire

Les maladies de l'appareil circulatoire comprennent les rhumatismes articulaires aigus, les cardiopathies rhumatismales chroniques, les maladies hypertensives, les cardiopathies ischémiques, les troubles de la circulation pulmonaire, d'autres formes de cardiopathies (myocardite aiguës, trouble du rythme cardiaque, ...), les maladies vasculaires cérébrales, les maladies des artères, artérioles et capillaires, les maladies des veines et des vaisseaux lymphatiques et autres maladies de l'appareil circulatoire.

Les maladies cardiovasculaires constituent une cause majeure de mortalité et de handicap. En France, en 2017, les maladies de l'appareil circulatoire constituent la deuxième cause de décès (23,8 %) après les cancers (28,4 %) et la troisième cause de décès prématurés (12,0 %) après les cancers (41,2 %) et les causes externes de blessures et d'empoisonnement (13,9 %).

En 2017, aux Bouches-du-Rhône :

- il s'agit de la 2^e cause de décès (22,6 %) et la 4^e des décès prématurés (11,3 %) ;
- les maladies de l'appareil circulatoire ont représenté 4 144 décès (dont 321 prématurés).

❖ Cardiopathies ischémiques

Les cardiopathies ischémiques, ou maladies coronariennes, recouvrent, un ensemble de troubles dus à l'insuffisance des apports en oxygène au muscle cardiaque (myocarde).

Les cardiopathies (ischémiques et autres types) sont la première cause de mortalité prématurée pour les maladies de l'appareil circulatoire.

En 2017, aux Bouches-du-Rhône, les cardiopathies ischémiques ont représenté 967 décès (dont 126 prématurés) soit 23,3 % des décès cardio-vasculaires (23,1 % pour la France métropolitaine).

❖ Maladies cérébrovasculaires

Les maladies cérébrovasculaires regroupent l'ensemble des maladies qui provoquent une altération de la circulation cérébrale. Ces affections se manifestent le plus souvent subitement, sous forme d'un accident vasculaire cérébral (AVC).

En 2017, aux Bouches-du-Rhône, les maladies cérébrovasculaires ont été la cause de 863 décès (dont 63 prématurés), soit 20,8 % de l'ensemble des décès cardio-vasculaires (21,9 % pour la France métropolitaine).

10.2.5. Maladies chroniques

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, les maladies chroniques sont à l'origine de 87 % de l'ensemble des décès en France en 2014. On observe en Provence-Alpes-Côte d'Azur comme en France une augmentation importante de la prévalence des maladies chroniques du fait de l'allongement de l'espérance de vie et des progrès de la médecine et des changements de mode de vie (alimentation, activité physique notamment). Vraisemblablement, il y aura de plus en plus de personnes vivant de nombreuses années avec une maladie chronique.

À titre d'exemple, le graphique suivant illustre l'évolution des maladies chroniques cardiovasculaires en Sud PACA²³.

²³ Projections des maladies chroniques en PACA à l'horizon 2028 – Rapport de l'Observatoire Régional de Santé – ORS PACA – 2017.

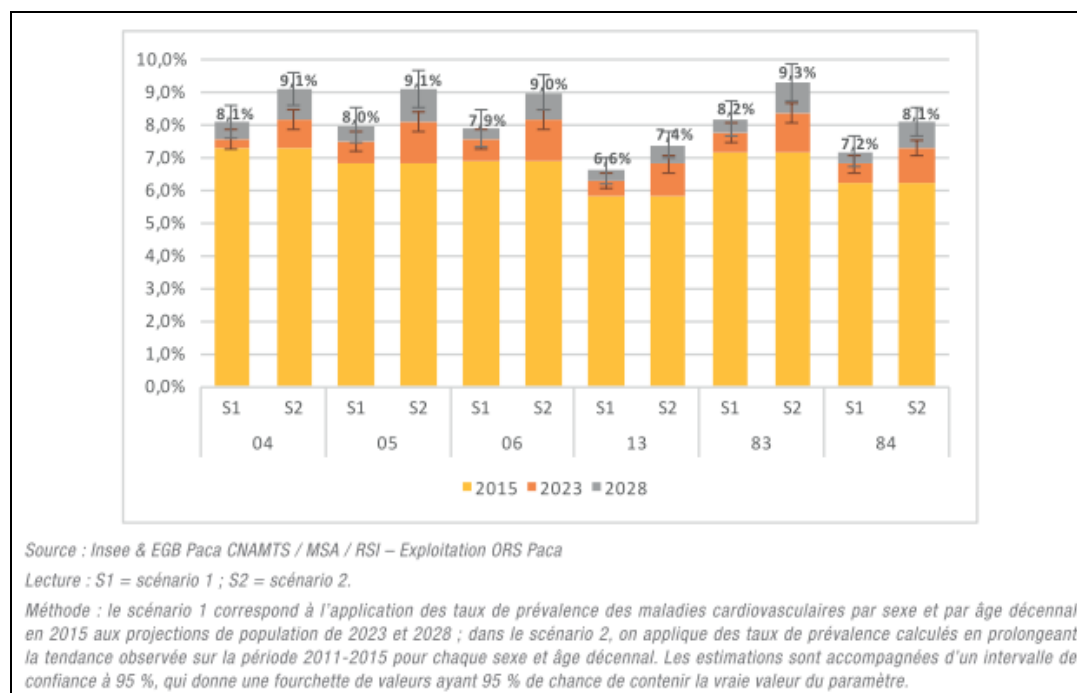


Figure 45 : Évolution de la prévalence brute des maladies cardiovasculaires dans l'ensemble de la population selon le département et les 2 scénarios en région PACA à l'horizon 2028 (ORS PACA)

En région Sud PACA, en 2015, les maladies cardiovasculaires touchent près de 324 000 personnes, soit 6,5 % de la population, dont une majorité d'hommes.

Le Var et les Alpes de Haute Provence sont les départements pour lesquels la prévalence est la plus élevée (respectivement 7,2 % et 7,3 %). Celle-ci croît fortement avec l'âge : parmi les 60-79 ans, une personne sur sept est concernée, et plus d'une personne sur trois au-delà de 80 ans.

À l'horizon 2028, entre 7,4 % (scénario 1) et 8,3 % (scénario 2) de la population régionale pourrait être affectée par une maladie cardiovasculaire. Cela représenterait une hausse de 23 % par rapport à 2015, avec un effectif supplémentaire d'environ 75 000 personnes, sous le seul effet de l'évolution démographique (scénario 1). Si on prolonge la tendance observée sur la période 2011-2015, l'accroissement avoisinerait 40 % et l'effectif supplémentaire dépasserait 124 000 personnes. Ces hausses concerneraient très majoritairement les tranches d'âge au-delà de 60 ans.

Un focus sur les personnes âgées de 80 ans et plus révèle qu'elles sont actuellement environ 116 000 à souffrir de maladies cardiovasculaires sur le territoire régional. L'effectif supplémentaire à prendre en charge en 2028 serait compris entre 36 500 (scénario 1) et 68 300 (scénario 2), soit une hausse comprise respectivement entre + 32 % et + 59 %.

À cet horizon, les maladies cardiovasculaires pourraient affecter plus de 40 % de cette catégorie d'âge (scénario 2).

10.2.6. Hospitalisations

Le tableau récapitulatif ci-dessous concerne le nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée pour la France métropolitaine et les Bouches-du-Rhône, en 2020, en fonction des motifs d'admission susceptibles d'avoir un lien avec la qualité de l'air²⁴.

Tableau 15 : Nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée en fonction des motifs d'admission et de l'âge en France métropolitaine et dans les Bouches-du-Rhône pour l'année 2020

Données 2020	France métropolitaine			Bouches-du-Rhône				
	Total	% <15 ans	% < 65 ans	% > 65 ans	Total	% < 15 ans	% < 65 ans	% > 65 ans
Symptômes circulatoires et respiratoires	245907	2,7%	55,6%	44,4%	9385	2,8%	56,8%	43,2%
Cancers trachées bronches et poumons	53840	0,0%	n.d	n.d	2396	0,0%	35,7%	64,3%
Ischémie cérébrale transitoire	35784	0,0%	28,8%	71,2%	1215	0,3%	31,3%	68,7%
Maladies de l'appareil circulatoire	1433973	0,6%	31,8%	68,2%	46650	0,6%	32,4%	67,6%
Cardiopathies ischémiques chroniques	159491	0,0%	33,1%	66,9%	5770	0,0%	32,7%	67,3%
Maladies de l'appareil respiratoire	634931	21,5%	53,9%	46,1%	22608	21,0%	56,7%	43,3%
Asthme	45588	62,2%	n.d	n.d	1836	63,2%	90,6%	9,4%
Bronchites chroniques – Maladies pulm. obstructives chron.	80658	0,5%	29,4%	70,6%	2522	0,7%	29,5%	70,5%

Pour le nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée :

- Pour les 'Moins de 15 ans' la proportion est supérieure ou équivalente à la proportion en France métropolitaine, quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air, à l'exception des maladies de l'appareil respiratoire ;
- Pour les 'Moins de 65 ans' (les moins de 15 ans sont inclus dedans) la proportion est supérieure ou équivalente à la proportion en France métropolitaine quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air ;
- Pour les 'Plus de 65 ans' la proportion est inférieure à la proportion en France métropolitaine, quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air, à l'exception des cardiopathies ischémiques chroniques.

²⁴<http://www.data.drees.sante.gouv.fr>

10.2.7. Indicateurs sanitaires pour la commune de Gignac-la-Nerthe

Les données sanitaires disponibles à l'échelle de la commune de Gignac-la-Nerthe sont disponibles dans le tableau suivant, ainsi que les données régionales Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur pour la même période, à titre comparatif.

Tableau 16 : Indicateurs sanitaires pour la région Sud PACA et la commune de Gignac-la-Nerthe – période 2009-2013 – Données SIRSéPACA²⁵

Données moyennes Période 2009-2013*	Sud Provence-Alpes- Côte d'Azur		Gignac-la-Nerthe	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Nombre de décès toutes causes	23 251	23 118	24	37
Taux comparatif de mortalité (‰)	5,84 ‰	9,65 ‰	5,53 ‰	11,1 ‰
	7,42 ‰		7,82 ‰	
Nombre de décès prématurés	2 680	5 226	7	12
Taux de mortalité prématurée (‰) (< 65 ans)	0,93 ‰	1,96 ‰	1,21 ‰	1,99 ‰
	1,43 ‰		1,60 ‰	
Taux de mortalité évitable (‰)	0,47 ‰	0,97 ‰	0,72 ‰	0,86 ‰
	0,71 ‰		0,79 ‰	
Taux de mortalité infantile (‰) (< 1 an)	3,05 ‰		n.d.	
Taux de mortalité par cancer (‰)	2,11 ‰		2,44 ‰	
Taux de mortalité par cancer du poumon (‰)	0,44 ‰		0,62 ‰	
Taux de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire (‰)	1,81 ‰		1,62 ‰	
Taux de mortalité par maladies de l'appareil respiratoire (‰)	0,48 ‰		0,65 ‰	

*Dernières données disponibles à l'échelle communale

Les indicateurs sanitaires pour la commune de Gignac-la-Nerthe pointent dans l'ensemble une situation légèrement défavorisée par rapport à la situation moyenne régionale. En effet, la plupart des taux de mortalité étudiés sont plus élevés au sein de cette commune, sauf les taux de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire, par mortalité évitable pour les hommes et par mortalité pour les femmes.

²⁵<http://www.sirsepa.org/>

10.2.8. Qualité de l'air et santé

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 cardiovasculaires 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 s'avère donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.

La France compte, en 2006, plus de 4 millions de personnes souffrant d'asthme²⁶. Les particules fines sont un facteur majorant du nombre et de l'intensité des crises d'asthme et d'allergies (des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution).

Les particules fines (PM_{2,5}) sont également à l'origine d'un grand nombre de décès anticipés : environ 40 000 décès prématurés chaque année en France dont près de la moitié dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Le dioxyde d'azote est quant à lui responsable de près de 7 000 décès annuels, dont les trois-quarts dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

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)²⁷.

En région Sud Provence-Alpes-Côte-d'Azur près d'un million de personnes résident en 2019 dans une zone dépassant la ligne directrice de l'Organisation Mondiale de la Santé pour les PM_{2,5} et les PM₁₀.

Un peu moins de 4 millions de personnes résident dans une zone présentant des dépassements de la valeur cible en ozone pour la protection de la santé et 75 000 personnes dans une zone dépassant la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote.

En région Sud PACA, les particules fines sont à l'origine d'environ 2 700 décès prématurés par an²⁸.

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.

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 eux aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus). Par ailleurs, l'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

²⁶ Institut de Recherche et Documentation en Économie de la Santé, Rapport n°549 (biblio n°1820), janvier 2011 – « L'asthme en France en 2006 : prévalence, contrôle et déterminants »

²⁷ <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique>

²⁸ <https://www.paca.ars.sante.fr/qualite-de-lair-et-pollution-atmospherique-0>

10.3. SYNTHÈSE

Profil de santé du département des Bouches-du-Rhône

- Le département des Bouches-du-Rhône présente dans son ensemble une situation différente à celle de la région Sud PACA et celle du territoire national.

Pour le nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée :

- Pour les 'Moins de 15 ans' la proportion est supérieure ou équivalente à la proportion en France métropolitaine, quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air, à l'exception des maladies de l'appareil respiratoire ;

- Pour les 'Moins de 65 ans' (les moins de 15 ans sont inclus dedans) la proportion est supérieure ou équivalente à la proportion en France métropolitaine quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air ;

- Pour les 'Plus de 65 ans' la proportion est inférieure à la proportion en France métropolitaine, quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air, à l'exception des cardiopathies ischémiques chroniques.

- Les principales causes de mortalité dans les Bouches-du-Rhône en 2017 sont les : tumeurs (27,4 %) ; maladies de l'appareil circulatoire (22,6 %) ; symptômes et états morbides mal définis (10,7 %) et les maladies de l'appareil respiratoire (8,4 %). La répartition des causes de mortalité est identique à celle de la France métropolitaine.

La proportion des décès ayant pour origine des maladies respiratoires dans les BOUCHES-DU-RHÔNE en 2017 (8,4 %) est plus forte qu'en moyenne et métropolitaine (7,4 %).

- Les principales causes de mortalité dans les Bouches-du-Rhône en 2017 sont les : tumeurs (27,4 %) ; maladies de l'appareil circulatoire (22,6 %) ; symptômes et états morbides mal définis (10,7 %) et maladies de l'appareil respiratoire (8,4 %). La répartition des causes de mortalité est identique à celle de la France métropolitaine.

La proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires aux BOUCHES-DU-RHÔNE (2,7 %) est légèrement inférieure à la moyenne de la France métropolitaine (3,0 %).

Profil de santé de la commune de Gignac-la-Nerthe

Les indicateurs sanitaires pour la commune de Gignac-la-Nerthe pointent dans l'ensemble une situation légèrement défavorisée par rapport à la situation moyenne régionale.

En effet, la plupart des taux de mortalité étudiés sont plus élevés au sein de cette commune, sauf les taux de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire, par mortalité évitable pour les hommes et par mortalité pour les femmes.

Effets de la pollution sur la santé

Les effets de la pollution sur la santé sont variés.

Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution.

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 concernées (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus).

À l'égard de la commune de Gignac-la-Nerthe (classifiée en commune semi-rural compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :

*aux PM_{2,5} — 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.

La commune de Gignac-la-Nerthe est incluse dans la métropole Aix-Marseille-Provence. Étant donné son urbanisation dense et continue, elle peut en l'occurrence être assimilée à une commune urbaine. De ce fait, il peut être estimé que l'exposition à long terme :

*aux PM_{2,5} — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.

*au NO₂ — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.

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 « EXISTANTS OU EN PREPARATION »

Le projet comporte une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP). Cette OAP est le « Boulevard Urbain Multimodal ». D'autre part, deux autres OAP « Garden Lab » et « Les Aiguilles » inscrites au sein du PLU de Gignac-la-Nerthe sont situées à proximité du projet, et peuvent influencer la qualité de l'air à son échelle.

Tableau 17 : OAP de Gignac-la-Nerthe – PLUi approuvé le 19 décembre 2019

Nom de l'OAP	Distance au projet	Description
OAP n°GLN-01 « Boulevard Urbain Multimodale »	0 km	Aménagement d'habitats collectifs et de logements sociaux, de bureaux, de la voie, de zones piétonnes, des zones végétales et agricoles, d'espaces publics.
OAP n°GLN-02 « Garden Lab »	2 km	Aménagement de la voie, du paysage en entrée de ville, des zones végétales et agricoles
OAP n° ELR/GLN-01 « Les Aiguilles »	4,5 km	Aménagement de voies nouvelles (cheminement piéton/cyclistes, de noues et d'arbres,), d'espaces naturels, de bassin de rétention paysager, de lisière paysagère, d'équipements divers

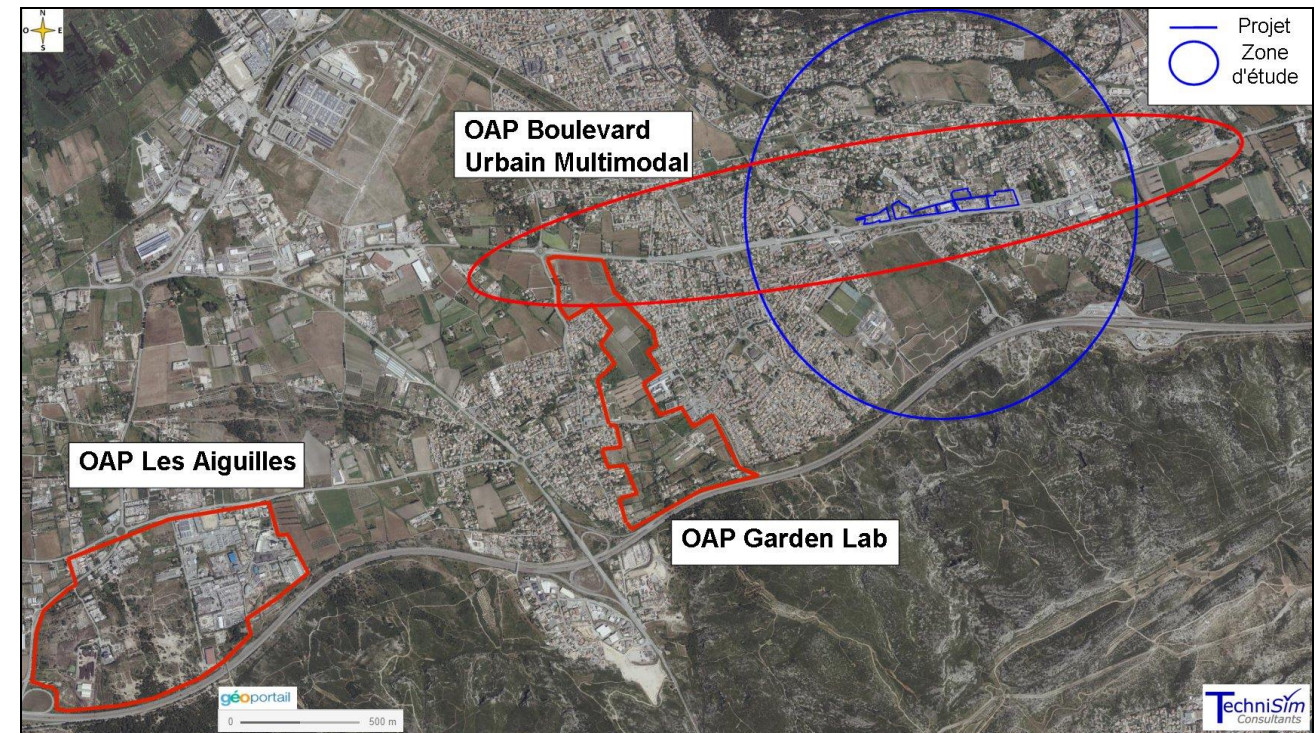


Figure 46 : Orientations d'Aménagement et de Programmation à proximité du projet (sources : d'après le PLUi de Gignac-la-Nerthe)

Remarque : Les OAP « Garden » et « les aiguilles », bien que ne faisant pas partis de la zone du projet, auront un impact sur le trafic routier des voies principales de circulations (OAP « Garden » : D48A et D368 ; OAP « les aiguilles » : D48A) passant dans la zone du projet ou à proximité.

Ces OAP auront un impact sur la qualité de l'air du projet.

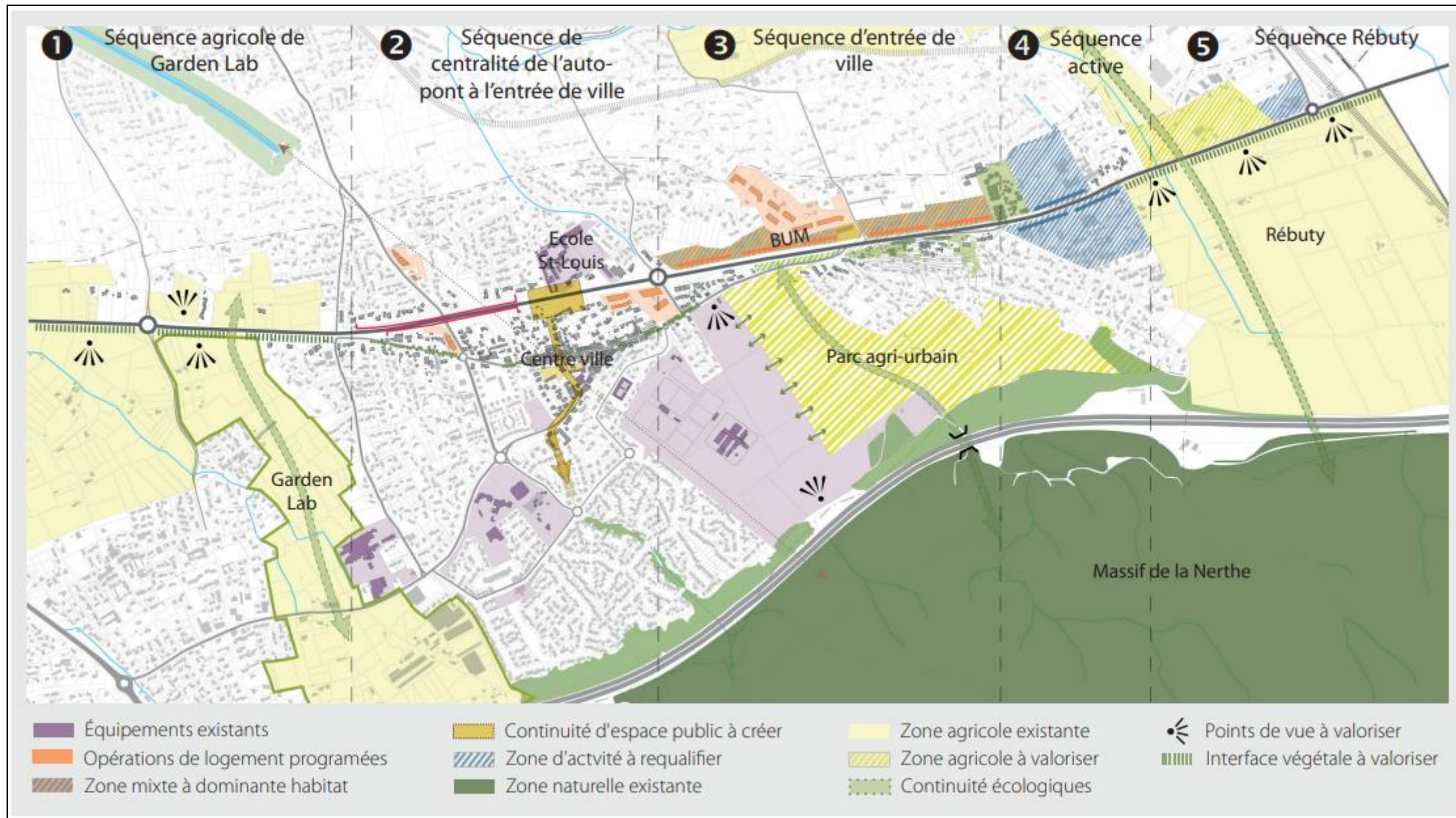


Figure 47 : Les enjeux selon les conséquences du Boulevard Urbain Multimodal – OAP n° GLN-01 (source : PLUi Gignac-la-Nerthe)

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ Normales climatiques

Les données présentées (excepté les données concernant les vents) proviennent de la station météorologique de Marseille-Marignane (Marseille Provence ; coordonnées : 43,65°N | 7,20°E)²⁹ sise à environ 5,5 km au nord du projet.

Il s'agit des normales annuelles officielles [1991-2020].

Tableau 18 : Valeurs climatologiques à la station Météo-France « Marseille-Marignane »

Paramètre	Normales 1991-2020 Données provisoires
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	15,9°C [11,1 : 20,7°C]
Ensoleillement annuel [Moyenne mensuelle]	2897,6 heures [241 h/mois]
Cumul des précipitations annuelles	532,3 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	53,4 jours [14,6 %]
Intervalle de pression atmosphérique	
Pression minimale enregistrée	953,2 hPa le 20 mars 1993
Pression maximale enregistrée	1 088,7 hPa le 8 avril 2003

Les figures suivantes³⁰ présentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (**Nota :** ces données sont issues de modélisations et non d'observations).

Les vents dominants soufflent préférentiellement au nord-ouest au nord.

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 peu fréquents sur le secteur (entre 7,8 [novembre] et 16,1 [juillet] jours/mois). La période estivale est celle produisant le plus fréquemment des vents forts.

Le projet apparaît ainsi localisé majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques est peu favorisée par les vents.

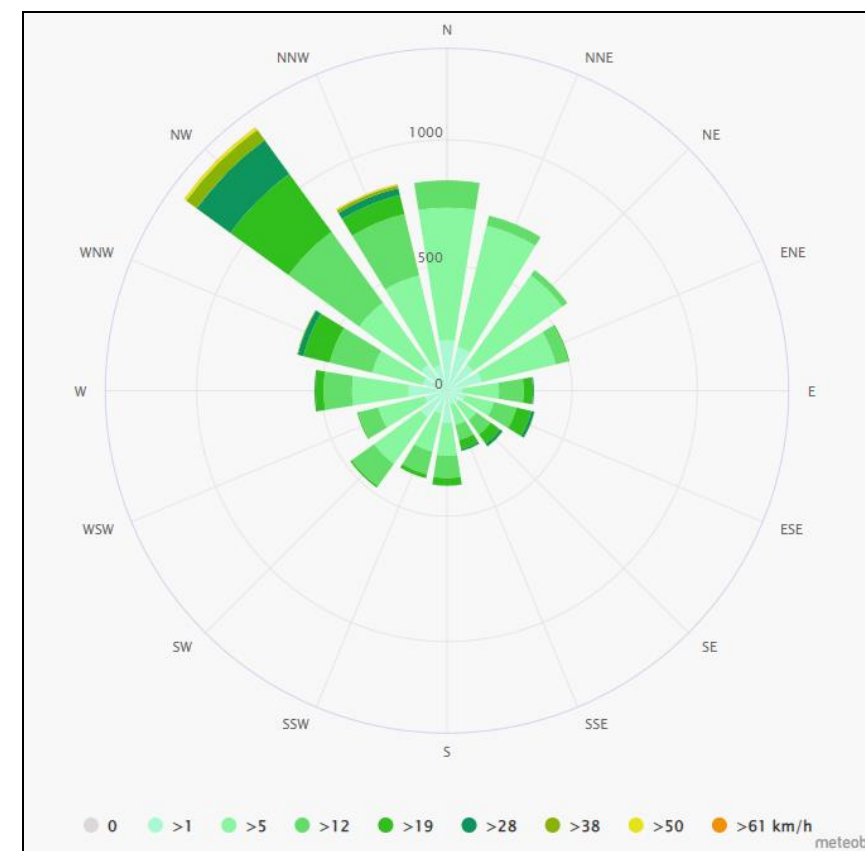


Figure 48 : Rose des vents (source : meteoblue.com)

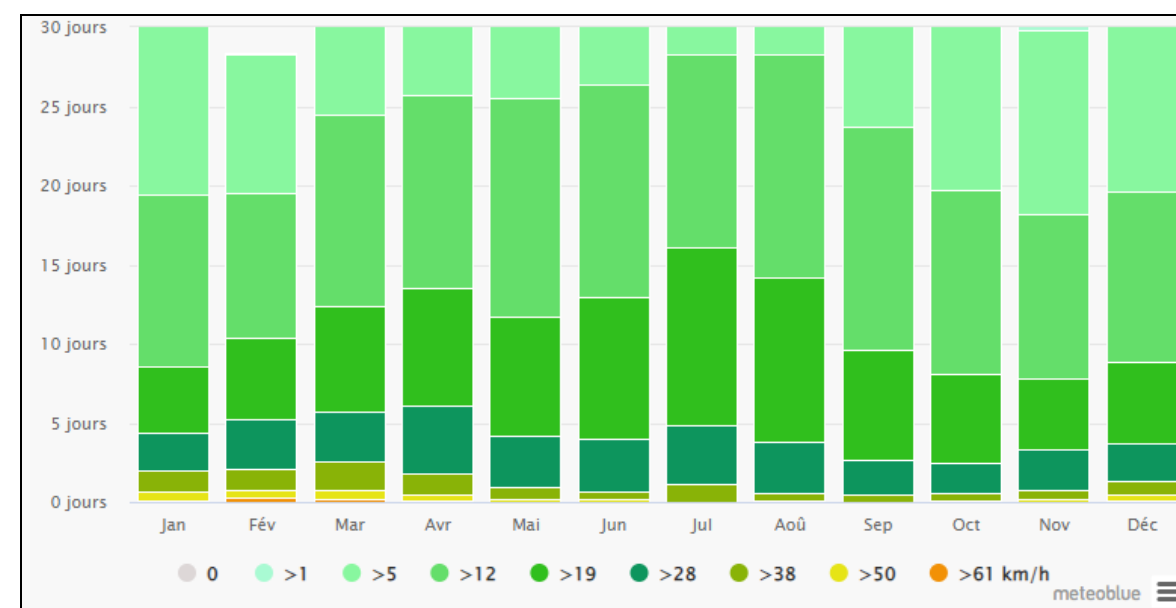


Figure 49 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

²⁹ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/marseille-marignane-marseille-provence/valeurs/07650.html>

³⁰ https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/gignac-la-nerthe_france_3016070

❖ **Topographie**

La planche ci-après illustre la topographie existante autour du projet.

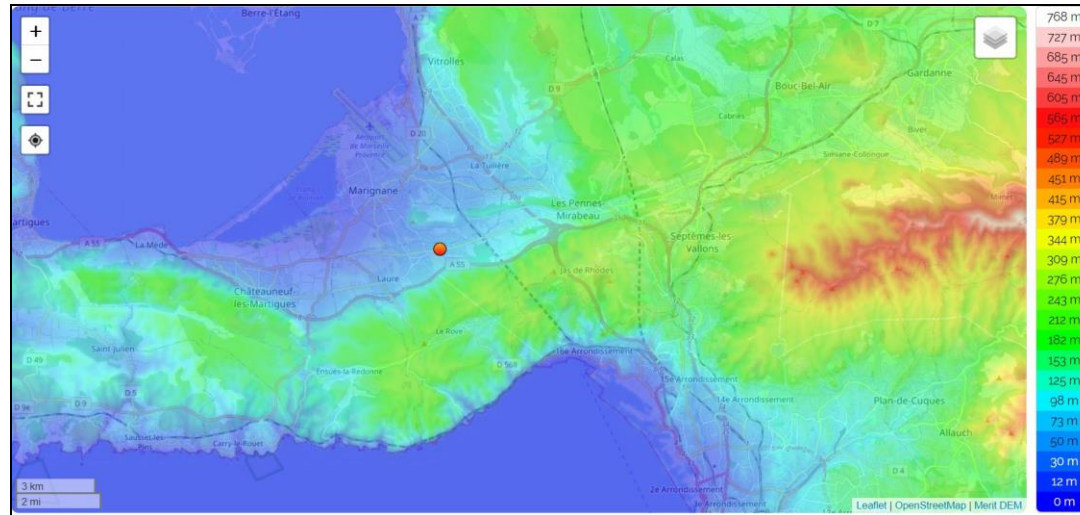


Figure 50 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com)

Des reliefs surélevés sont présents au sud du projet. Cette situation relativement enclavée du point de vue du relief est susceptible de favoriser l'accumulation des polluants.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt faible. Il demeure que la pluviométrie annuelle est, elle aussi, faible. L'ensoleillement est assez important, ce qui favorise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques favorables à l'accumulation des polluants. Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles du nord-ouest capables d'entraîner les polluants émis par la circulation de la D368 et de la A55 vers le projet, d'autant que le projet est situé au nord de reliefs moyennement marqués.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

Le projet est sis sur la commune de Gignac-la-Nerthe.

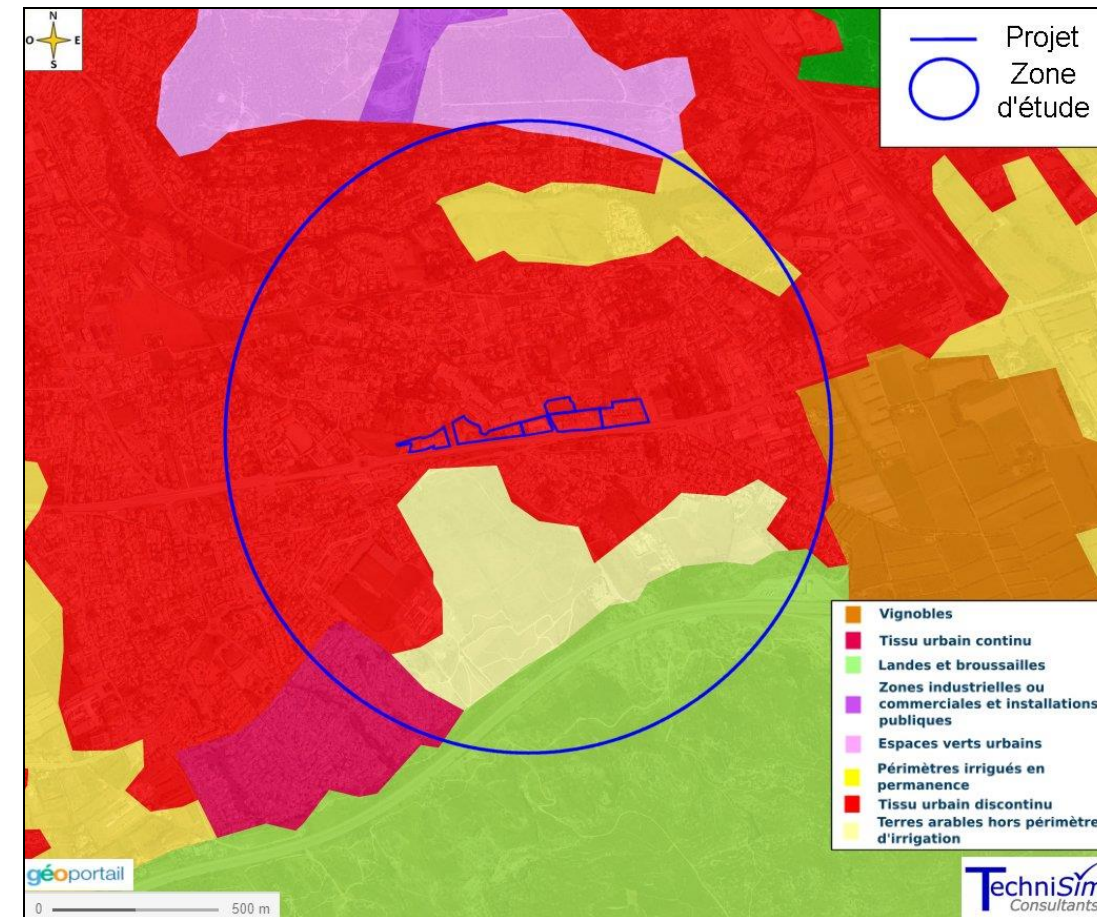


Figure 51 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018)

Selon le Corine Land Cover 2018, l'emprise projet est située sur du tissu urbain discontinu. La zone d'étude comporte en sus du tissu urbain continu (au Sud-Ouest), un périmètre irrigués en permanence (au Nord-Est), des terres arables hors périmètre d'irrigation et des landes et broussailles (au Sud).

Information : la commission européenne fournit une occupation des sols plus détaillée pour les agglomérations urbaines de plus de 100 000 habitants, il s'agit de l'Urban Atlas³¹.

³¹ <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018>

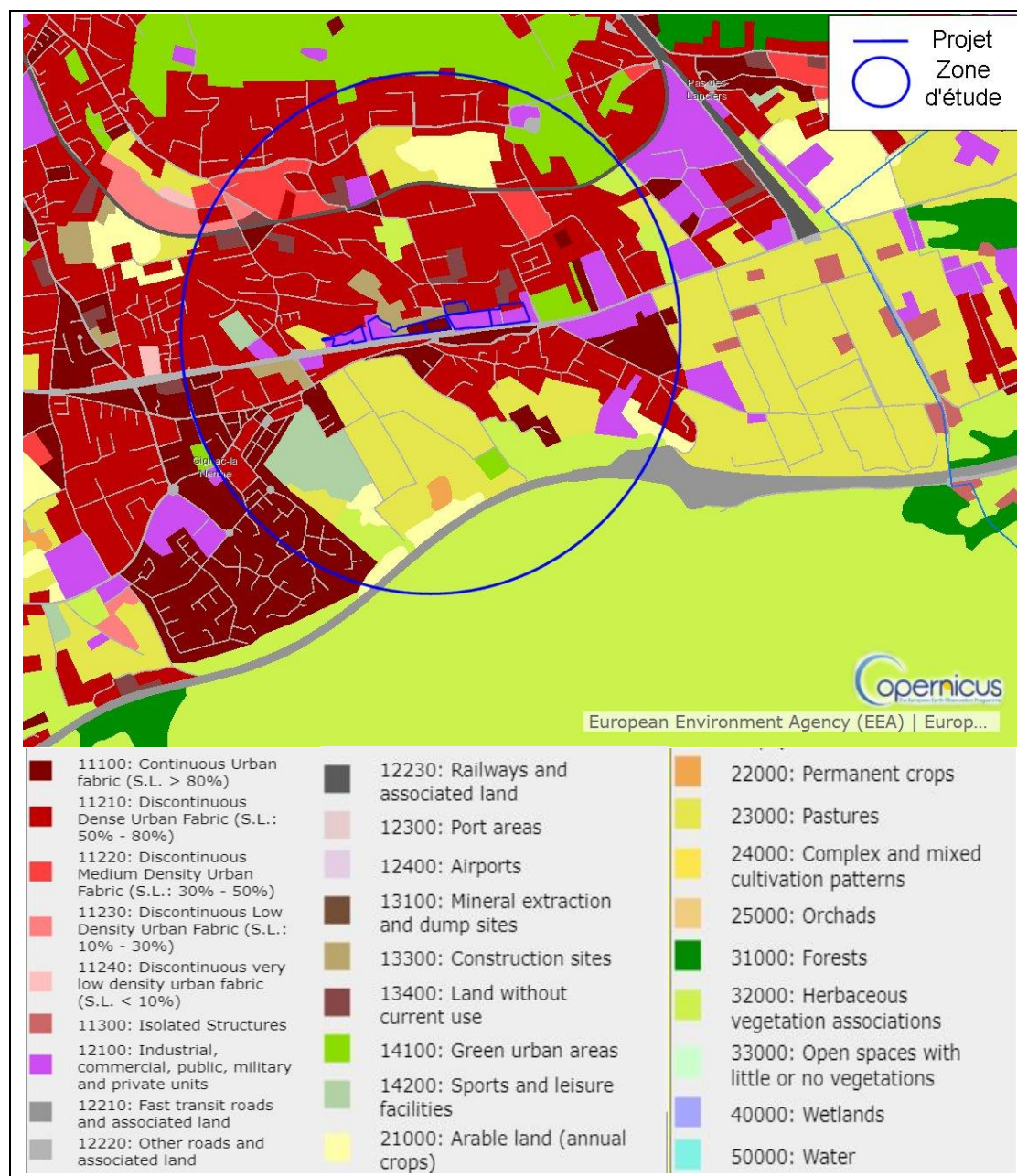


Figure 52 : Occupation du sol (source : Urban Atlas 2018)

En l'état actuel, selon l'Urban Atlas 2018, le projet comporte des installations industrielles et commerciales, des tissus urbains continus et une terre sans utilisation particulière. La zone d'étude est constituée de tissu urbain (continu ou discontinu), d'installations publiques, industrielles et commerciales, de terres arables, végétalisés et agricoles, d'espaces verts et des routes.

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

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

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

D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude.

Au vu des images aériennes de l'IGN, aucun jardin potager individuel ou collectif n'est installé également sur la zone d'étude.

Il n'y a que des jardins (publics et particuliers) végétalisés et non des jardins potagés, vergers...

Il n'y a aucune zone à enjeu par ingestion retrouvée au sein de la zone d'étude.

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La planche suivante représente la population aux abords du projet, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2015 publiées en 2019).

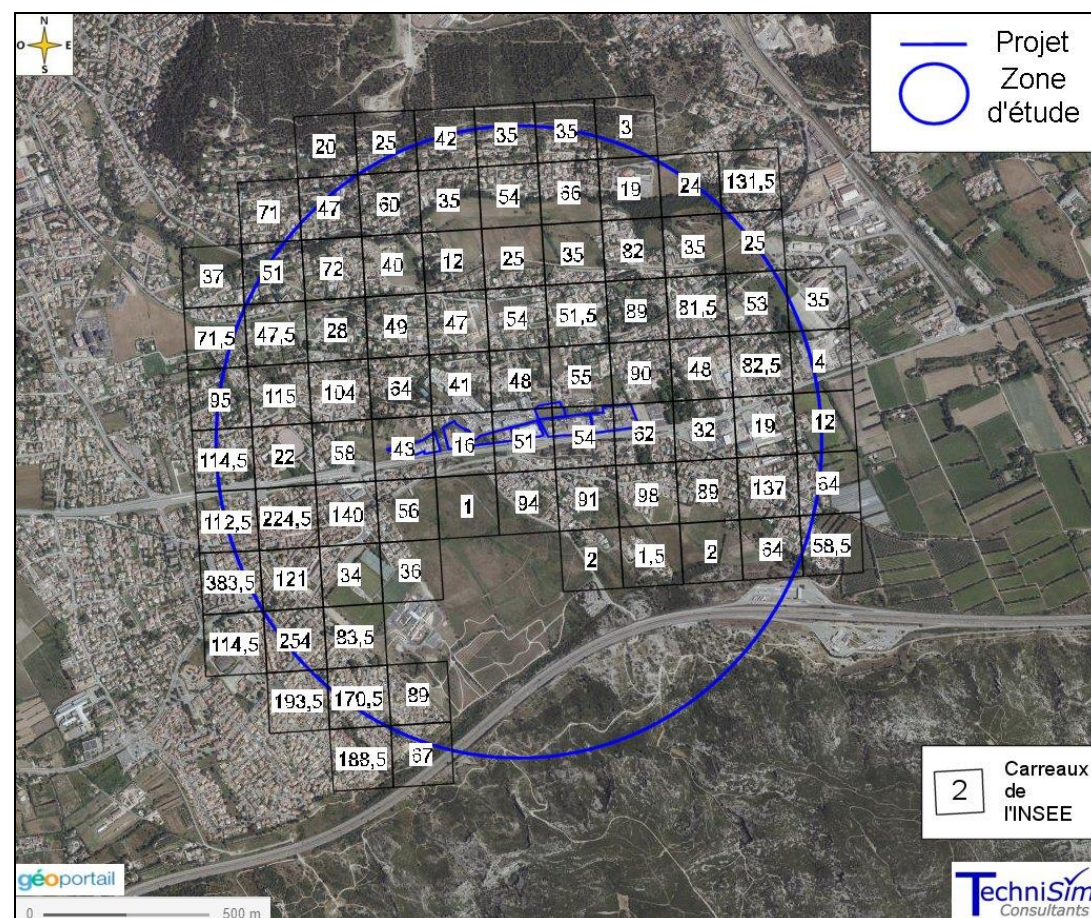


Figure 53 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019)

La zone d'étude compte 5 889 habitants, soit une densité moyenne de population estimée à 1 874 hab./km² pour l'ensemble de la zone d'étude (cercle de 1 km de rayon) et à 1 712 hab./km² si l'on ne considère que les parties habitées (carreaux = superficie de 3,44 km²).

Les statistiques relatives aux logements et à la population, issues des données carroyées sont reportées dans les tableaux suivants.

Tableau 19 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2015 (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019)

Paramètres	Valeur
Nombre de ménages résidant dans la zone	2 217
Nombre moyen de personnes par ménage dans la zone d'étude	2,7
Nombre total de ménages propriétaires	1 635
Surface cumulée des résidences principales [km ²]	3,44
Nombre de ménages en logement collectif	452
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	208
Nombre de ménages de 1 personne	453
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60 % de la médiane du niveau de vie	234

Tableau 20 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2015 (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019)

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	5 889	235	150	370	513	754
Proportion	100 %	4,0 %	2,5 %	6,3 %	8,7 %	12,8 %
	18 à 24 ans	25 à 39 ans	40 à 54 ans	55 à 64 ans	65 ans et +	Inconnu
Effectif	359	1 018	1 294	854	950	147
Proportion	6,1 %	17,3 %	22,0 %	14,5 %	16,1 %	2,5 %

Populations les plus vulnérables (Moins de 11 ans & 65 ans et +) à la pollution atmosphérique = 1 704 personnes (soit 28,9 %)

Au niveau de la **zone d'étude** : **73,8 %** des ménages sont propriétaires. Le nombre moyen de personnes par ménage est de **2,7**.

La population est majoritairement logée en maison (**79,6 %** 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 12,8 % (soit 754 individus) et 16,1 % (soit 950 individus) de la population des carreaux de la zone d'étude.

La zone d'étude comporte 5 889 habitants dont 1 704 (soit 28,9 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

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

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

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

D’après le ministère des Solidarités et de la Santé³², 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’OMS³³ considère que l’adolescence est la période de croissance et de développement humain qui se situe entre l’enfance et l’âge adulte, entre les âges de 10 et 19 ans. Elle représente une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n’est supérieur que pendant la petite enfance.

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

- Établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc. ;
- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

³² https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/qr_air_et_sante.pdf

³³ https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

Au total, 4 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (1 école maternelle, 2 écoles élémentaires et 1 école primaire) sont recensés en l’état actuel sur la zone d’étude.

Ces lieux sont reportés dans le tableau et la figure ci-après.

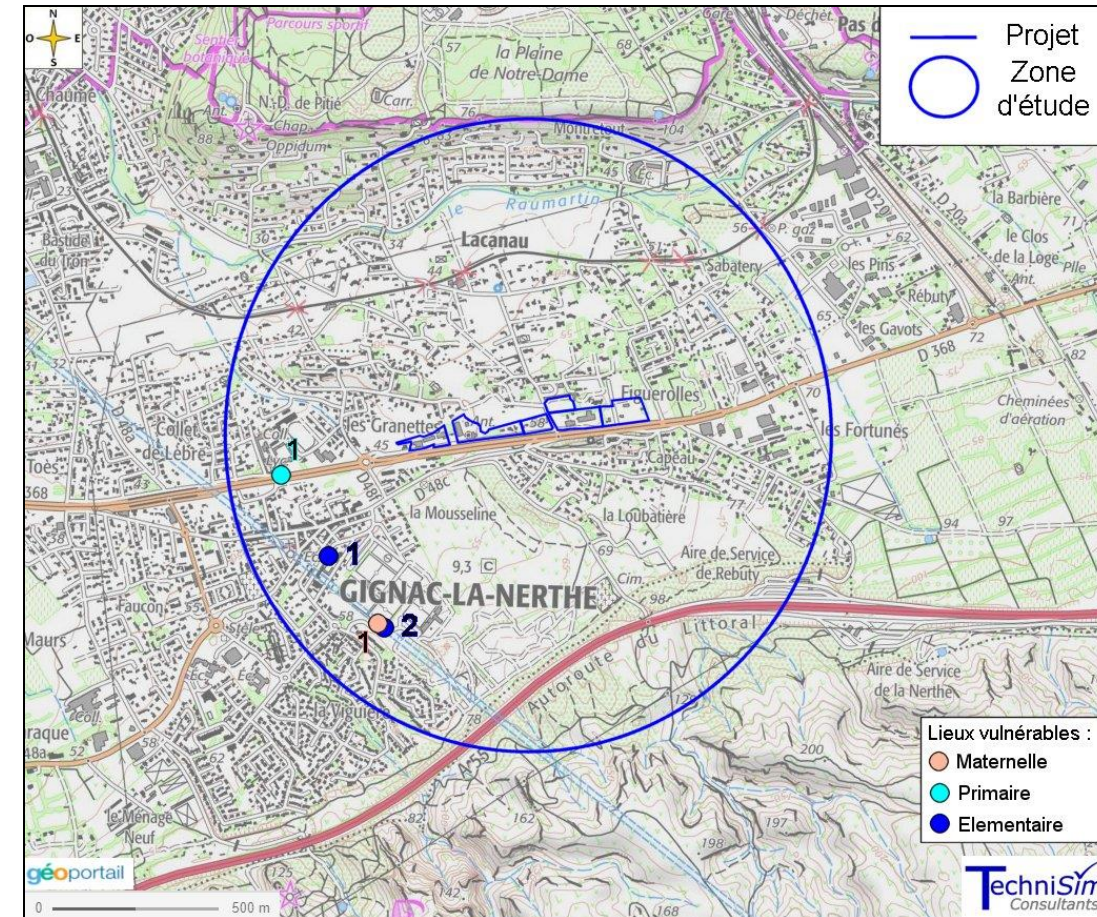


Figure 54 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique présents en l’état actuel

Tableau 21 : Liste des établissements vulnérables de la zone d’étude présents en l’état actuel

	N°	Nom	Effectif	Adresse	Coordonnées
École Maternelle	1	Ecole maternelle Nelson Mandela	144 élèves	5 chemin des Minots – 13180 Gignac-la-Nerthe	43.39089 5.23942
Ecole primaire	1	Ecole primaire privée Saint Louis	243 élèves	Route NAT 568 – 13180 Gignac-la-Nerthe	43.39560 5.23501
Ecole élémentaire	1	Ecole élémentaire Marie Mauron	139 élèves	Avenue Jean Jaurès – 13180 Gignac-la-Nerthe	43.39337 5.23724
	2	Ecole élémentaire Nelson Mandela	234 élèves	1 chemin des Minots – 13180 Gignac-la-Nerthe	43.39114 5.23873

11.7. SYNTHÈSE

Le projet s'inscrit au sein du territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe. En l'état actuel, selon l'Urban Atlas 2018, le projet comporte des installations industrielles et commerciales, des tissus urbains continus et une terre sans utilisation particulière. La zone d'étude est constituée de tissu urbain (continu ou discontinu), d'installations publiques, industrielles et commerciales, de terres arables, végétalisés et agricoles, d'espaces verts et des routes.

La zone d'étude comporte 5 889 habitants dont 1 704 (soit 28,9 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique, selon les données carroyées de l'INSEE en 2015. Les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus) représentent respectivement 12,8 % (soit 754 individus) et 16,1 % (soit 950 individus) de la population des carreaux de la zone d'étude.

Au total, 4 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (1 école maternelle, 2 écoles élémentaires et 1 école primaire) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.

Il n'y a aucune zone à enjeu par ingestion retrouvée au sein de la zone d'étude.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt faible.

Il demeure que la pluviométrie annuelle est, elle aussi, faible. L'ensoleillement est assez important, ce qui favorise la production de polluants photochimiques (ozone).

Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques favorables à l'accumulation des polluants.

Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles du nord-ouest capables d'entraîner les polluants émis par la circulation de la D368 et de la A55 vers le projet, d'autant que le projet est situé au nord de reliefs moyennement marqués.

Le projet comporte une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP). Cette OAP est le « boulevard Urbain Multimodal »

D'autre part, deux autres OAP « Garden Lab » et « Les aiguilles » inscrites au sein du PLU de Gignac-la-Nerthe sont situées à proximité du projet, et peuvent influencer la qualité de l'air à son échelle.

12. MESURES *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, TechniSim Consultants a réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (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 européenne 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 de 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 55 : Tube passif pour NO₂ et micro-capteur laser

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

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet.

Chaque point de mesure est repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et les heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, ...), description de l'environnement immédiat du point de mesure (habitations, ...).

L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe.

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

La campagne de mesure s'est déroulée du 8 au 21 septembre 2022.

Les prélèvements de NO₂ ont été effectués sur 7 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des répliqués ont été réalisés pour l'ensemble des points. Un 'blanc' a été réalisé pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (Point n°5).

Les mesure de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°5 et 7.

Le tableau suivant indique la typologie de chaque point de mesure ; la carte en page suivante indique la localisation des points de mesure. La campagne de mesure se déroule en milieu urbain.

Tableau 22 : Typologie des points de mesure

POINTS	Remarque Typologie	POINTS	Remarque Typologie
N°1	Trafic	N°5	Trafic
N°2	Trafic	N°6	Fond urbain
N°3	Trafic	N°7	Trafic
N°4	Fond urbain		

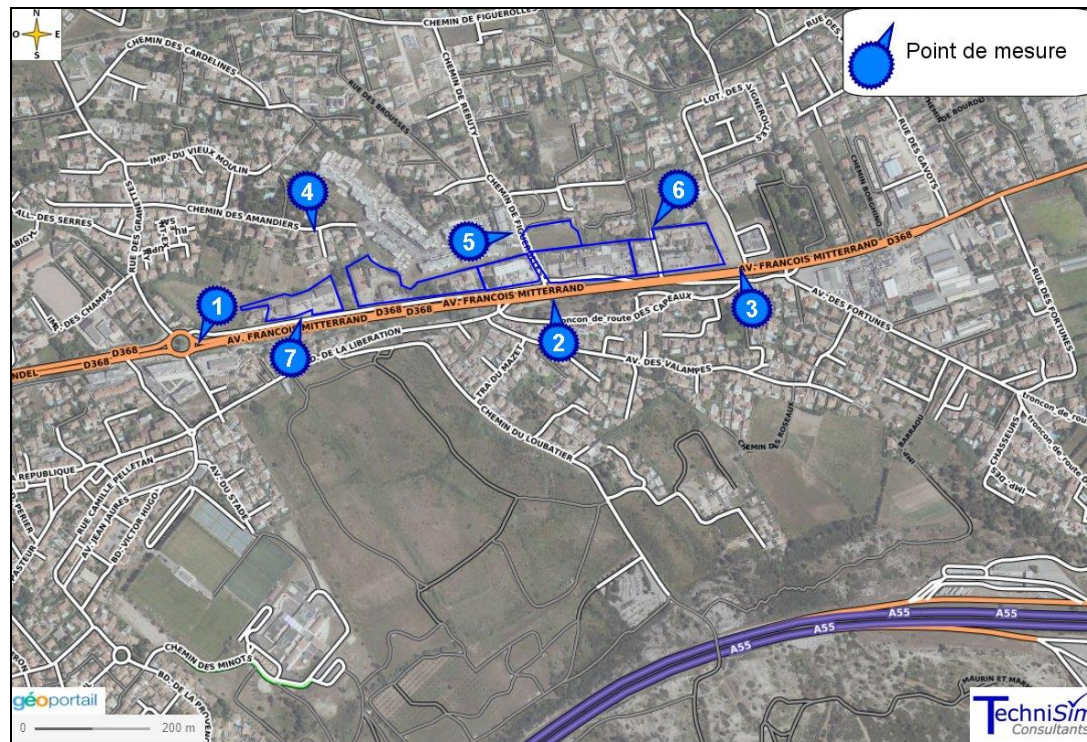


Figure 56 : Localisation des points de mesure *in situ*

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

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les données présentées proviennent de la station météorologique de Marseille-Marignane (Marseille Provence ; coordonnées : 43,65°N | 7,20°E | altitude : 5 m)³⁴ sise à environ 5,5 km au nord du projet, sur la période du 8 au 21 septembre.

Les conditions météorologiques détaillées relatives à la période des mesures sont disponibles en annexe.

Lors de la campagne de mesure, les précipitations ont été faibles. Tandis que les vents ont été forts. La température moyenne et l'ensoleillement ont été légèrement au-dessus de leur normale de saison.

Rappel : Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h et les fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles ainsi que les particules vers le sol. Ces paramètres sont liés par des conditions dépressionnaires. Par conséquent, ceux-ci permettent une amélioration de la qualité de l'air.

³⁴ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/marseille-marignane-marseille-provence/valeurs/07650.html>

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 14 jours ont plutôt favorisé la dispersion des polluants.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées :

- Du 14 septembre 2022 au 21 septembre 2022 pour le point n°5 ;
- Du 8 septembre 2022 au 21 septembre 2022 pour le point n°7.

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations ponctuelles en PM10 et PM2,5 pour chaque point de mesure.

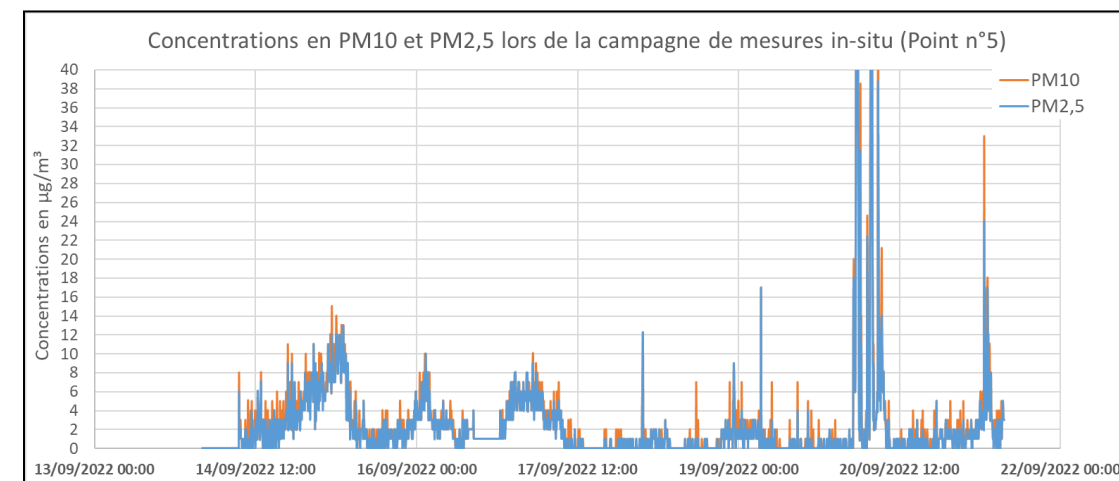


Figure 57 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°5 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

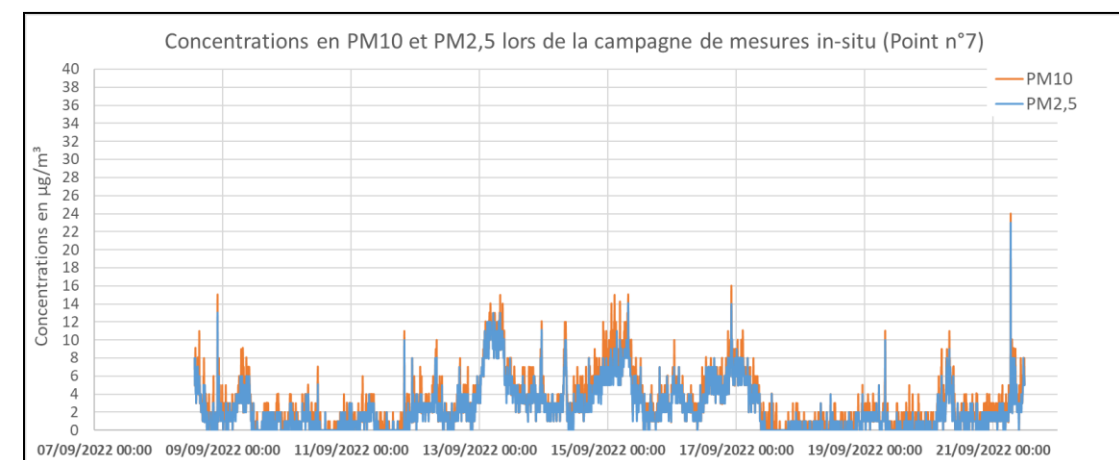


Figure 58 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

Les résultats en moyennes journalières et sur la période de mesure sont disponibles dans les tableaux et les graphiques ci-après.

La dernière ligne du tableau présente les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5, le pourcentage de couverture des données et le rapport PM2,5/PM10 moyens pour l'ensemble de la campagne de mesures.

❖ **Point n°5**

Tableau 23 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°5

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
14/09/2022	100,0%	1,9	1,6	82,0%
15/09/2022	100,0%	4,2	3,7	89,3%
16/09/2022	100,0%	2,8	2,6	94,3%
17/09/2022	100,0%	1,8	1,6	88,3%
18/09/2022	100,0%	0,8	0,6	79,9%
19/09/2022	100,0%	0,8	0,6	72,5%
20/09/2022	100,0%	5,9	4,9	82,4%
21/09/2022	47,9%	3,0	2,4	80,0%
Période	93,5%	1,5	1,3	85,4%

* : Dépassement de la recommandation 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)

Le pourcentage de couverture des mesures en continu au point n°5 est de 93,5 % sur 7 jours (1 jour complet et 1 journée partielle).

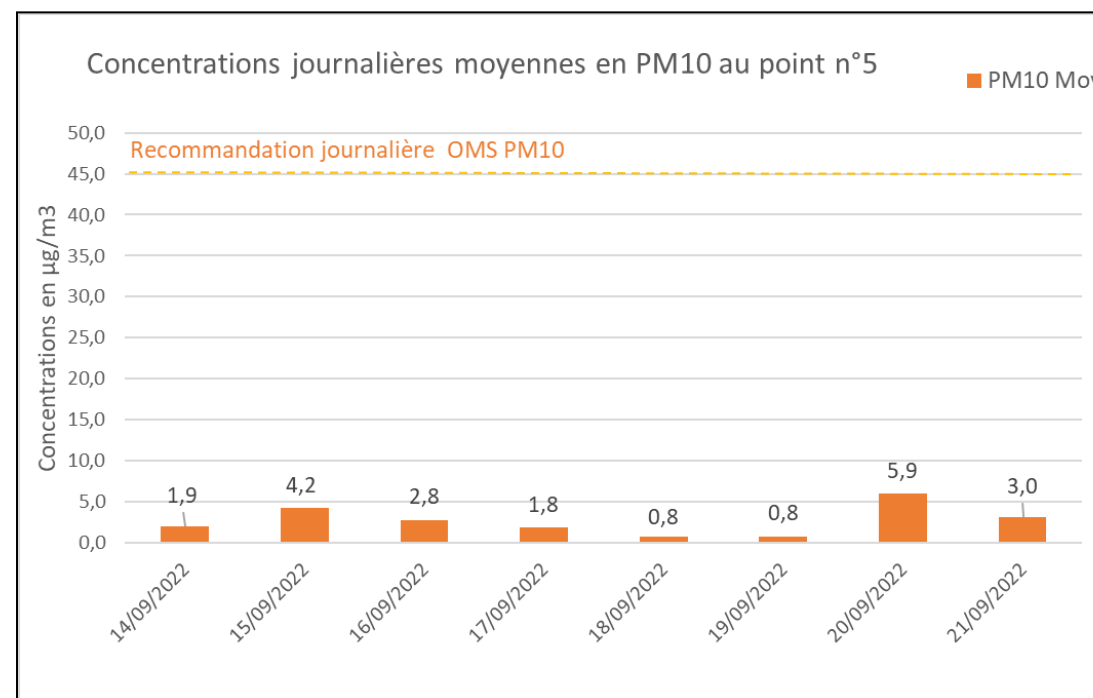


Figure 59 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°5

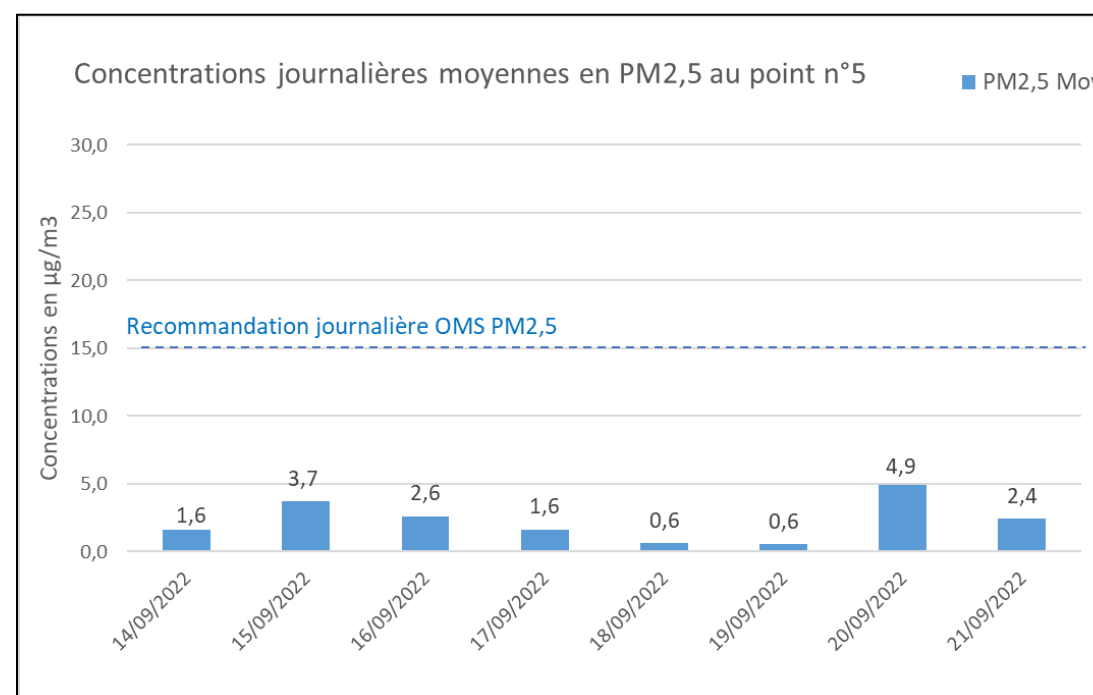


Figure 60 : Concentrations moyennes journalières en PM2,5 au point n°5

❖ **Interprétation des résultats**

Sur la période de mesure effective les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont respectivement de 1,5 µgPM10/m³ et 1,3 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 85,4 % PM10).

Note : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesures, ces concentrations ne sont bien entendu pas comparables à une moyenne annuelle.

Les concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 ont été comprises :

- Entre 0,8 µgPM10/m³ (les 18 & 19/09/2022) et 5,9 µgPM10/m³ (le 15/09/2022) ;
- Entre 0,6 µgPM2,5/m³ (les 18 & 19/09/2022) et 4,9 µgPM2,5/m³ (le 15/09/2022).

Selon les recommandations de l'OMS, le seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 jours par an pour les particules PM10.

Aucun dépassement journalier pour les PM10 n'est constaté sur la période de mesure.

Remarque : la réglementation française autorise quant à elle 35 jours par an de dépassement du seuil de 50 µgPM10/m³.

Pareillement, l'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 15 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 à 4 jours par an pour les PM2,5.

Aucun dépassement journalier pour les PM2,5 n'est constaté sur la période de mesure.

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

❖ **Point n°7**

Tableau 24 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m ³)	Moyenne PM2,5 (µg/m ³)	Rapport PM2,5/PM10
08/09/2022	44,1%	3,0	2,5	83,9%
09/09/2022	100,0%	2,0	1,6	77,9%
10/09/2022	100,0%	0,9	0,6	62,5%
11/09/2022	100,0%	1,1	0,8	74,4%
12/09/2022	100,0%	2,8	2,4	85,6%
13/09/2022	100,0%	6,6	6,1	92,0%
14/09/2022	100,0%	4,2	3,4	80,8%
15/09/2022	100,0%	5,2	4,3	82,5%
16/09/2022	100,0%	4,7	4,2	89,4%
17/09/2022	100,0%	2,5	2,0	81,9%
18/09/2022	100,0%	0,7	0,4	58,7%
19/09/2022	100,0%	1,1	0,6	60,1%
20/09/2022	100,0%	2,1	1,6	75,6%
21/09/2022	49,0%	3,4	2,7	81,0%
Période	92,4%	2,8	2,4	82,6%

* : Dépassement de la recommandation 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)

Le pourcentage de couverture des mesures en continu au point n°7 est de 92,4 % sur 14 jours (12 jours complets et 2 journées partielles).

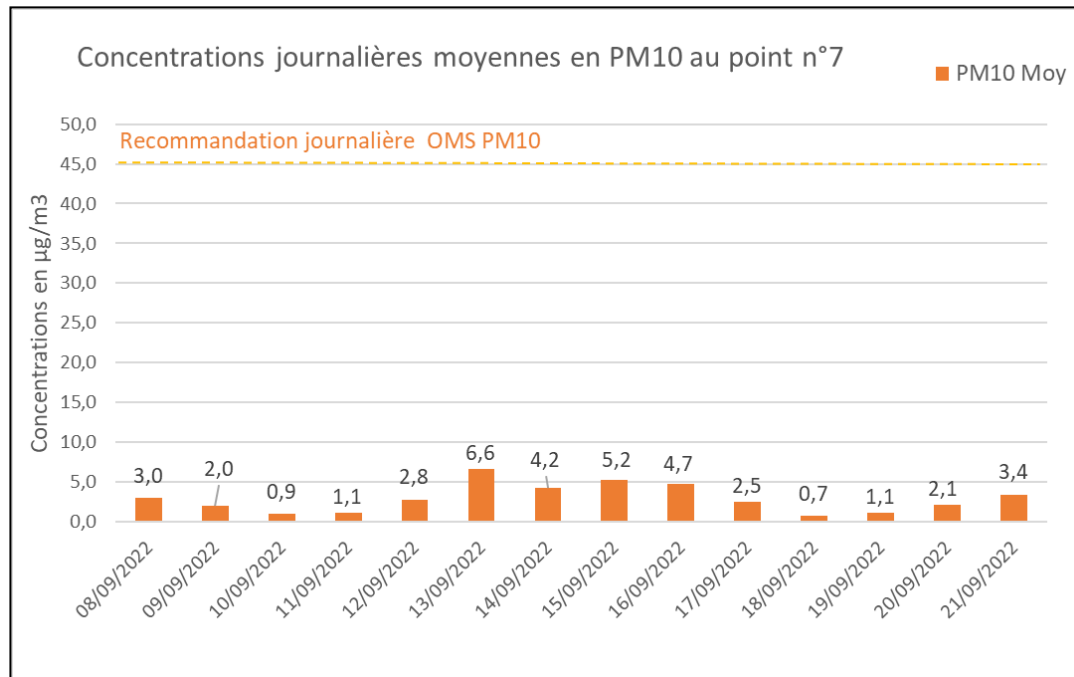


Figure 61 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°7

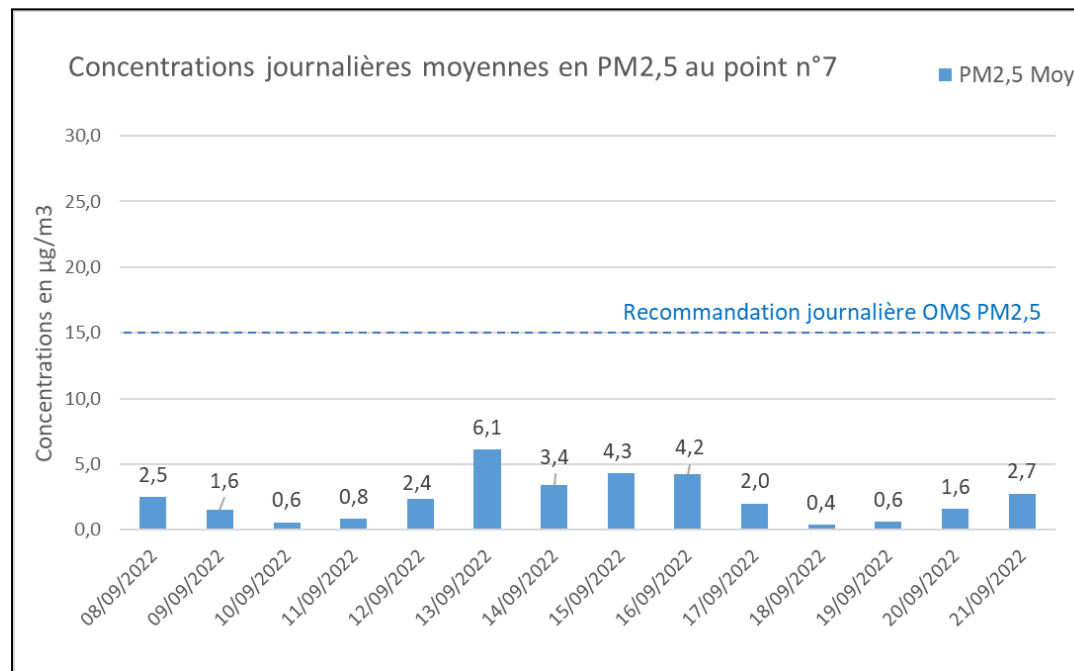


Figure 62 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°7

❖ **Interprétation des résultats**

Sur la période de mesure effective les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont respectivement de 2,8 µgPM10/m³ et 2,4 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 82,6 % PM10).

Note : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesures, ces concentrations ne sont bien entendu pas comparables à une moyenne annuelle.

Les concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 ont été comprises :

- Entre 0,7 µgPM10/m³ (le 18/09/2022) et 6,6 µgPM10/m³ (le 13/09/2022) ;
- Entre 0,4 µgPM2,5/m³ (le 18/09/2022) et 6,1 µgPM2,5/m³ (le 13/09/2022).

Selon les recommandations de l’OMS, le seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 jours par an pour les particules PM10.

Aucun dépassement journalier pour les PM10 n’est constaté sur la période de mesure.

Remarque : la réglementation française autorise quant à elle 35 jours par an de dépassement du seuil de 50 µgPM10/m³.

Pareillement, l’OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 15 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 à 4 jours par an pour les PM2,5.

Aucun dépassement journalier pour les PM2,5 n’est constaté sur la période de mesure.

Remarque : La réglementation française n’impose pas de seuil journalier pour les PM2,5.

❖ **Comparaison avec les mesures de la station AtmoSud**

À titre purement informatif, les résultats des concentrations journalières de la station AtmoSud pour les particules ; les rapports PM_{2,5}/PM₁₀ et la concentration moyenne globale sur le même laps de temps que les mesures in situ sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 25 : Résultats de mesures AtmoSud en particules PM₁₀ et PM_{2,5} du 8 septembre au 21 septembre 2022 en moyennes journalières et en moyenne sur la période

ATMO Sud	Marignane		
	Fond urbain		
DATE	Moy PM ₁₀ (µg/m ³)	Moy PM _{2,5} (µg/m ³)	Rapport PM _{2,5} /PM ₁₀
08/09/2022	10,0	4,3	43,0%
09/09/2022	9,0	3,6	40,0%
10/09/2022	7,0	3,0	42,9%
11/09/2022	7,0	3,2	45,7%
12/09/2022	11,0	4,7	42,7%
13/09/2022	16,0	8,0	50,0%
14/09/2022	18,0	7,3	40,6%
15/09/2022	15,0	6,3	42,0%
16/09/2022	12,0	4,9	40,8%
17/09/2022	14,0	3,6	25,7%
18/09/2022	7,0	2,8	40,0%
19/09/2022	12,0	3,2	26,7%
20/09/2022	14,0	4,3	30,7%
21/09/2022	18,0	6,2	34,4%
Période	12,1	4,7	38,5%

* : Dépassement de la recommandation de l'OMS (45 µgPM₁₀/m³ et 15 µg/PM_{2,5}/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Les concentrations moyennes en PM₁₀ et en PM_{2,5} déterminées par ATMO Sud, sur la période correspondant aux mesures in situ, sont respectivement de 12,1 et 4,7 µg/m³ (fraction PM_{2,5} = 38,5 % PM₁₀).

Les concentrations mesurées au niveau des points n°5 et 7 sont inférieures aux concentrations mesurées par ATMO Sud.

Les concentrations moyennes journalières en PM₁₀ et PM_{2,5} mesurées par la station « Marignane » ont été comprises :

- Entre 7,0 µgPM₁₀/m³ (les 10,11 et 18/09/2022) et 18,0 µgPM₁₀/m³ (les 16 et 19/09/2022) ;
- Entre 2,8 µgPM_{2,5}/m³ (le 18/09/2022) et 7,3 µgPM_{2,5}/m³ (le 14/09/2022).

Au niveau des dépassements des recommandations journalières de l'OMS (45 µgPM₁₀/m³ et 15 µgPM_{2,5}/m³), sur la période correspondant aux *mesures in situ*, il n'a été observé aucun dépassement.

Il est possible de conclure que - pendant la période de mesure - la qualité de l'air du secteur d'étude n'est pas impactée par les particules. En effet, aucun dépassement des recommandations journalières n'a été constaté.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 14 jours ont plutôt favorisé la dispersion des polluants.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les collecteurs passifs ont été exposés du 8 au 21 septembre 2022 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse.

Les résultats des mesures sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 26 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Points	Durée d'exposition [h]	Moyenne NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Coefficient de variation des répliqués
N°1	310,4	23,3	0,9%
N°2	310,7	26,0	3,2%
N°3	310,8	20,0	0,3%
N°4	310,5	13,6	3,1%
N°5	310,6	16,2	1,7%
N°5 (blanc)	310,6	< LD	-
N°6	310,8	14,2	2,5%
N°7	310,4	17,9	2,3%

LD (Limite Détection) = 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

❖ Validité des mesures

Les écarts relatifs entre les duplicatas d'un point de mesure 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

Ces écarts relatifs informent de la dispersion des résultats.

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

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

❖ Interprétation des résultats

À titre informatif, les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 $\mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ;
- 200 $\mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

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

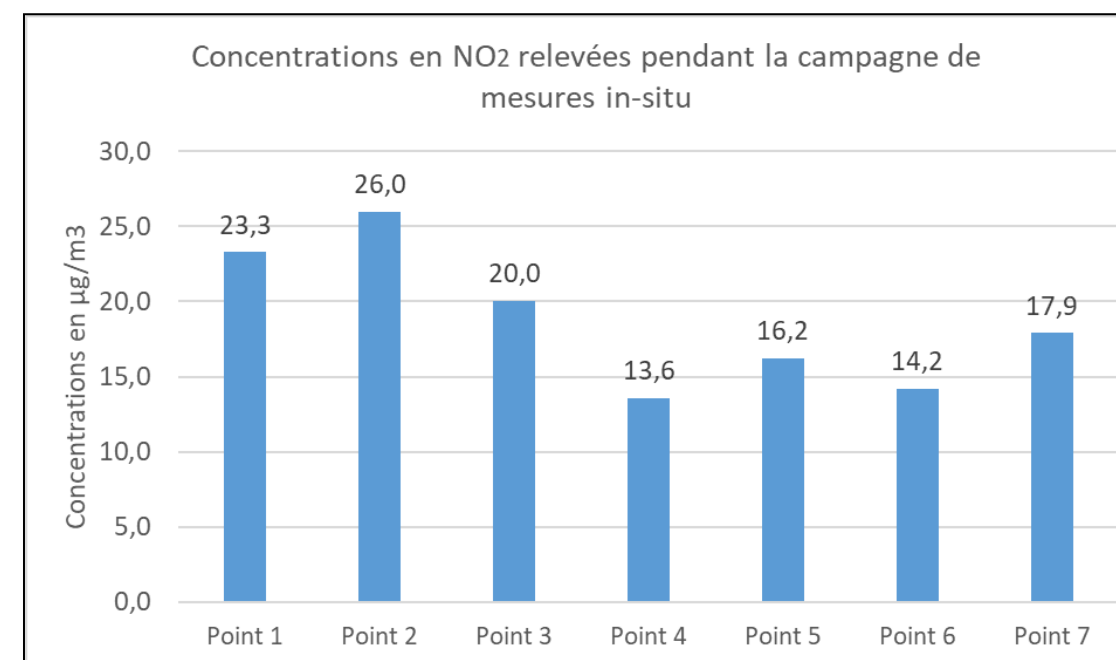


Figure 63 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Les teneurs relevées sont comprises entre 13,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au point n°4 et 6 et 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au point n°2.

Les points les plus proches des axes routiers à forts trafics (n°1, 2, 3 et 7) montrent les concentrations en NO₂ les plus élevées.

Les autres points (n°4, 5 et 6), implantés en situation de fond (n°4 et 6) ou proche des axes routiers à plus faibles trafics (n°5) présentent des concentrations plus faibles.

Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

❖ **Comparaison avec les données ATMO Sud**

Le tableau ci-dessous résume les données d'ATMO Sud en NO₂ sur la même période de mesure.

Tableau 27 : Données d'ATMO Sud disponibles sur les concentrations en NO₂ mesurées du 8 au 21 septembre 2022

Données NO ₂ de la station ATMO Sud	Marignane
	Fond urbain
	08/09/2022 au 21/09/2022
Concentration moyenne	12,7
Concentration maximum horaire sur la période	70,9
Nombre de dépassements du seuil de recommandation et d'information (200 µg/m ³ en moyenne horaire)	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte (200 µg/m ³ en moyenne horaire si dépassement la veille et risque de dépassement le lendemain)	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte (400 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 3h consécutives)	0

Au niveau de la station « Marignane », aucun dépassement du seuil horaire en NO₂ n'est enregistré sur les périodes correspondant à la campagne de mesures *in situ*.

Tous les points de mesure *in situ* présentent des concentrations supérieures à celle mesurée par la station ATMO Sud.

Les résultats des mesures *in situ* en NO₂ font ressortir l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air (concentrations d'autant plus élevées le long des voies routières que les volumes de trafic sont importants et à proximité d'autoroutes).

12.4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 7 points et des particules sur 2 points (n°5 et 7) sur la période du 8 au 21 septembre 2022.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 14 jours ont plutôt favorisé la dispersion des polluants.

Pour les particules PM10 et PM2,5 les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques.

Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, pour le point n°5, de 1,5 µgPM10/m³ et 1,3 µgPM2,5/m³ et pour le point n°7, de 2,8 µgPM10/m³ et 2,4 µgPM2,5/m³.

Sur la période de 14 jours, pour les points n°5 et 7, aucun dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10, ni de la recommandation journalière de l'OMS ne sont enregistrés. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an.

Concernant les PM2,5, aucun dépassement du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) n'est constaté. L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an (rappel : la réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5).

Pour le dioxyde d'azote, Les teneurs relevées sont comprises entre 13,6 µg/m³ au point n°4 et 6 et 26,0 µg/m³ au point n°2.

Les points les plus proches des axes routiers à forts trafics (n°1, 2, 3 et 7) montrent les concentrations en NO₂ les plus élevées.

Les autres points (n°4, 5 et 6), implantés en situation de fond (n°4 et 6) ou proche des axes routiers à plus faibles trafics (n°5) présentent des concentrations plus faibles.

Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.

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

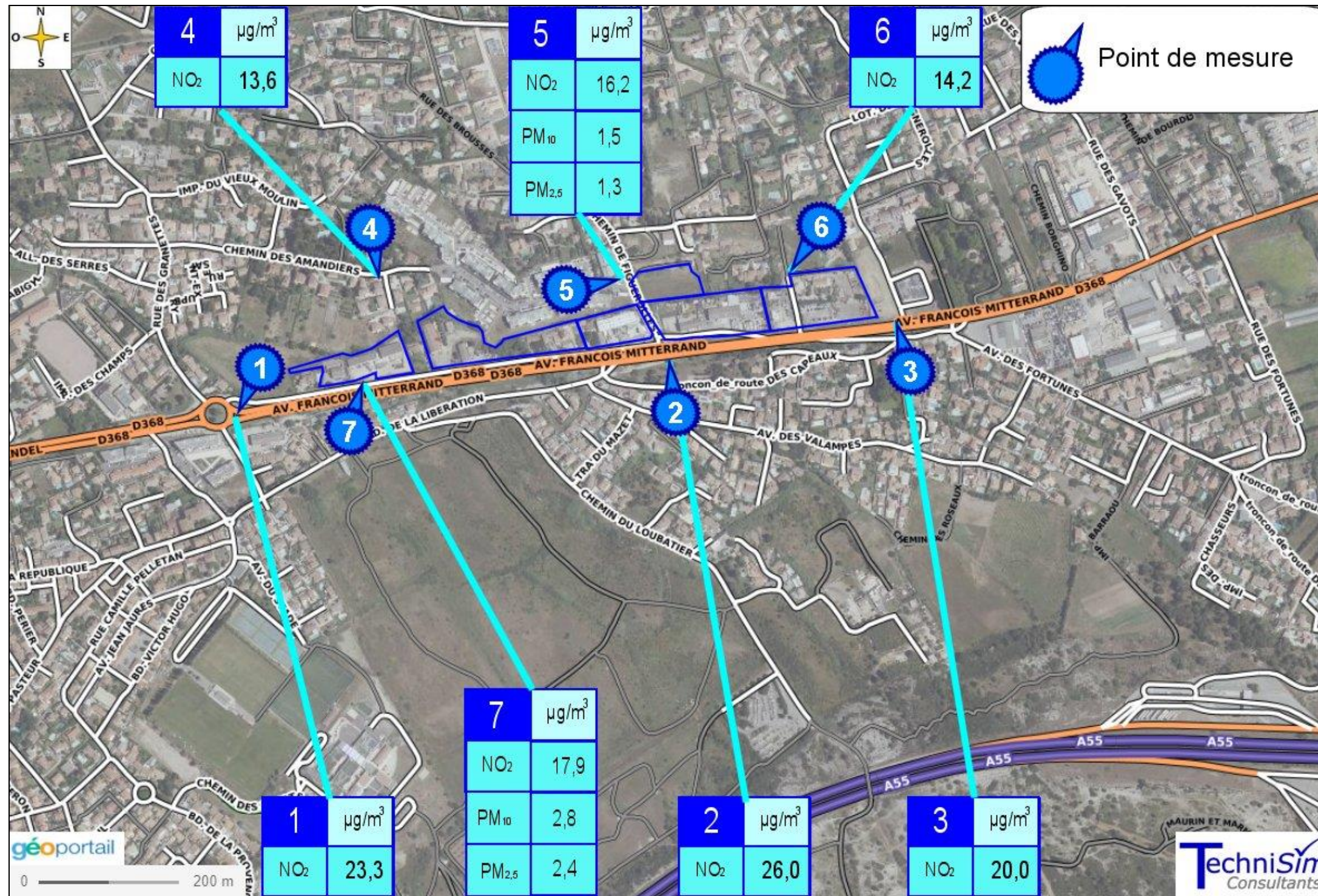


Figure 64 : Résultats des mesures *in situ*

Conclusion de l'état actuel

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

L'Indice Synthétique Air communal moyen pour le canton de Marignane (la commune de Gignac-la-Nerthe en fait partie) est de 40 en 2020 (SIRSéPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.

Dans l'ensemble, à l'échelle du projet, la qualité de l'air est plutôt moyenne.

Des concentrations élevées, voire très élevées, prévalent aux abords des axes à fort trafic (Départementale D368 et autoroute A55).

La qualité de l'air est fortement impactée par le NO₂ à proximité de ces axes (particulièrement l'A55).

Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau du périmètre projet vis-à-vis des seuils réglementaires.

Il n'en reste pas moins que la qualité de l'air a tendance à s'améliorer graduellement et devrait conserver cette évolution, d'autant plus que les prochaines années vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, ...), l'abandon progressif du carburant diesel et l'arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM). Cette dernière mesure pourrait être ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l'Europe).

Pour l'ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans les années à venir, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultraviolets 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 du volet Air et Santé du projet d'aménagement de 600 logements sur l'avenue François Mitterrand 13180 à Gignac-la-Nerthe dans les Bouches-du-Rhône [13].

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

Les zones à enjeux en termes de pollution atmosphérique sont représentées par les voies de circulation à fort trafic et leurs abords proches (cf. Carte Stratégique Air AtmoSud, qui tient compte du respect des valeurs limites pour le dioxyde d'azote et les particules PM10).

Les zones à enjeux en termes de population sont les habitants des zones en dépassement (ou potentiellement en dépassement) de 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).

Selon la Carte Stratégique Air, la majeure partie du périmètre projet n'est pas concernée par un dépassement réglementaire.

Les mesures *in situ* ont pu identifier que le cœur de l'emprise projet, bien que sous influence des polluants émis par la circulation automobile, est relativement préservé.

Pour autant, la D368 qui passe au sud du projet affiche des concentrations plus élevées en NO₂, les conditions météorologiques s'avérant plutôt de nature à favoriser la dispersion des polluants pendant la période mesurée (Rappel : la durée effective de cette dernière ne permet pas une assimilation directe des teneurs relevées à une moyenne annuelle et les résultats des mesures ne doivent pas être comparés au seuil réglementaire annuel).

Il n'est pas recensé de zone concernée par un enjeu sanitaire par ingestion sur la zone d'étude (aucune parcelle agricole n'est présente sur la zone d'étude d'après les cartes d'occupation des sols et du registre parcellaire agricole, ni aucun jardin potager individuel ou collectif au vu des images aériennes de l'IGN et de l'inventaire des jardins collectifs/partagés de la métropole NCA). A noter que la programmation du projet n'inclut pas de potagers individuels ou partagés permettant une consommation exclusive de végétaux auto-produits.

Le tableau et la figure qui suivent synthétisent l'état actuel du projet et ses enjeux.

Tableau 28 : Synthèse de l'état actuel

D O M A I N E S		Sensibilité
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	En l'état actuel, selon l'Urban Atlas 2018, <u>le projet</u> comporte des installations industrielles et commerciales, des tissus urbains continus et une terre sans utilisation particulière.	
	La <u>zone d'étude</u> , situé sur la commune de Gignac-la-Nerthe, est constituée de tissu urbain (continu ou discontinu), d'installations publiques, industrielles et commerciales, de terres arables, végétalisés et agricoles, d'espaces verts et des routes.	
	La zone d'étude comporte 5 889 habitants dont 1 704 (soit 28,9 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique, selon les données carroyées de l'INSEE en 2015. Les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus) représentent respectivement 12,8 % (soit 754 individus) et 16,1 % (soit 950 individus) de la population des carreaux <u>de la zone d'étude</u> .	
	La zone d'étude est sous couvert d'un PPA (PPA des Bouches-du-Rhône) et est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air de la région définie par le SRCAE.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	<p>Département des BOUCHES-DU-RHÔNE :</p> <p>En 2021, 100 % de la population des Bouches-du-Rhône, réside dans une zone dépassant au moins une ligne directrice de l'OMS. La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (NOx), tandis que l'ouest du département est concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie de la zone.</p> <p>En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS pour les PM2,5. Concernant la valeur limite réglementaire pour le NO₂, l'exposition des populations est en nette baisse alors que pour l'O₃, cela dépend des années.</p>	Forte
	<p>Commune de Gignac-la-Nerthe :</p> <p>D'après l'indice ATMO, du 1^{er} janvier au 13 septembre 2022, à Gignac-la-Nerthe, l'air était considéré comme « Moyen » 40,2 % de la période, « Dégradé » 39,5 % de la période, « Mauvais » 19,5 % de la période.</p>	
	<p>Zone d'étude :</p> <p>- Dans l'ensemble, à l'échelle du projet, la qualité de l'air est plutôt moyenne.</p> <p>Des concentrations élevées, voire très élevées, prévalent aux abords des axes à fort trafic (Départementale D368 et autoroute A55).</p> <p>La qualité de l'air est fortement impactée par le NO₂ à proximité de ces axes (particulièrement l'A55).</p> <p>Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau du périmètre projet vis-à-vis des seuils réglementaires.</p> <p>- À l'examen de la carte stratégique Air, l'axe à circulation importante (Autoroute A55) semble être une zone à fort enjeux en termes de pollution atmosphérique (zone en dépassement potentiel jusqu'à zone « Air » prioritaire).</p>	
	<p>Selon les résultats des mesures de la station AtmoSud Marignane (fond urbain) :</p> <p>- Pour le dioxyde d'azote NO₂ : la valeur seuil de 40 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur toute la période 2017-2021. Aucun dépassement du seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'a été mesuré.</p> <p>Toutefois, le nombre de dépassements journaliers n'est pas respecté pour toutes les années (3 dépassements max de la moyenne journalière à 25 µg/m³).</p> <p>- Pour les particules fines PM10 : les teneurs moyennes annuelles sur la période 2017-2021 respectent la valeur limite réglementaire (40 µg/m³). Le nombre de dépassements de la valeur seuil de 50 µg/m³ (35 dépassements max) en moyenne journalière est respectée depuis 2017. La recommandation de l'OMS (3 dépassements max de la moyenne journalière à 45 µg/m³) n'est pas respectée depuis 2017.</p> <p>- Pour les particules fines PM2,5 : la teneur moyenne annuelle sur la période 2021 respecte la valeur limite réglementaire (25 µg/m³).</p> <p>En revanche, des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS de 15 µg/m³ (3 dépassements max) s'est produit.</p> <p>- Pour le dioxyde de soufre SO₂ : de 2018 à 2021, les teneurs moyennes annuelles sont en dessous de la Limite de Détection (LD = 5 µg/m³). Aucun dépassement de l'objectif de qualité de 50 µg/m³ n'est constaté.</p>	

DOMAINES		Sensibilité
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
	<p>- Pour le monoxyde de Carbone CO : de 2018 à 2021, les teneurs maximales journalières moyennées sur 8 heures ne dépassent pas la valeur limite de 10 000 µg/m³.</p> <p>Modélisations AtmoSud :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les teneurs en NO₂ modélisées par AtmoSud pour l'année 2020 dépasse la valeur limite, sur l'autoroute A55 traversant la zone du projet. - Les teneurs modélisées pour les PM10 et les PM2,5 apparaissent moins problématiques, sans aucun dépassement réglementaire sur l'emprise du projet en 2020. - Il convient de retenir que le fort ensoleillement favorise des concentrations élevées en ozone sur l'ensemble de la région et d'autant plus en 2020 du fait des épisodes caniculaires intenses, dépassant la valeur cible de 25 jours maximum de non-respect du seuil de protection de la santé. 	
Mesures in situ	<p>Mesures in situ sur la zone d'étude : Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures <i>in situ</i> du dioxyde d'azote sur 7 points et des particules sur 2 points (n°5 et 7) sur la période du 8 au 21 septembre 2022.</p> <p>Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 14 jours ont plutôt favorisé la dispersion des polluants.</p> <p>Pour les particules PM10 et PM2,5 les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, pour le point n°5, de 1,5 µgPM10/m³ et 1,3 µgPM2,5/m³ et pour le point n°7, de 2,8 µgPM10/m³ et 2,4 µgPM2,5/m³. Sur la période de 14 jours, pour les points n°5 et 7, aucun dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10, ni de la recommandation journalière de l'OMS ne sont enregistrés. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Concernant les PM2,5, aucun dépassement du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) n'est constaté. L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an (rappel : la réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5).</p> <p>Pour le dioxyde d'azote, Les teneurs relevées sont comprises entre 13,6 µg/m³ au point n°4 et 6 et 26,0 µg/m³ au point n°2. Les points les plus proches des axes routiers à forts trafics (n°1, 2, 3 et 7) montrent les concentrations en NO₂ les plus élevées. Les autres points (n°4, 5 et 6), implantés en situation de fond (n°4 et 6) ou proche des axes routiers à plus faibles trafics (n°5) présentent des concentrations plus faibles. Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.</p> <p>Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.</p>	

DOMAINES		Sensibilité
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Sources d'émission de polluants atmosphériques	D'après l'inventaire des émissions d'AtmoSud en 2020, sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe , les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont représentés par le transport routier (NOx, NH ₃ , CO, PM10, PM2,5 et SO ₂), les industries (COVNM, PM10, PM2,5 et CO), le résidentiel (PM10, PM2,5, COVNM, CO et SO ₂) et les émetteurs non inclus (PM10, PM2.5 et COVNM).	
	À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier, les industries et le résidentiel/tertiaire.	
	La zone d'étude et ses environs englobe plusieurs routes départementales et une autoroute : Autoroute A55 : 38 729 véh/j ; Départementale D368 : 15 794 véh/j ; D48C : 4 360 véh/j ; D48F : 2 964 véh/j ; D48A : 13 996 véh/j (situé à moins d'un kilomètre à l'ouest de la zone d'étude).	
	Des voies ferrées sont dans la zone du projet par le Nord (situé à moins de 500 m du projet). Cette ligne fait partie d'un autre réseau ou est à exploitation touristique.	
	Aucun aéroport/aérodrome et aucune voie navigable ne sont présents sur la zone d'étude.	
	Les secteurs résidentiel et tertiaire contribuent aux émissions de polluants sur la zone d'étude, notamment par l'utilisation de bois et produits pétroliers comme combustibles. Les énergies sont les suivantes : Gaz naturel (9.0 % du secteur résidentiel et 17.7 % du secteur tertiaire) ; Produits pétroliers (7.8 % du secteur résidentiel et 17.1 % du secteur tertiaire) ; Électricité (67.8 % du secteur résidentiel et 65.1 % du secteur tertiaire) ; Bois-énergie (15.4 % du secteur résidentiel et 0.1 % du secteur tertiaire).	
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est implanté au sein de la zone d'étude.	
	Aucune zone agricole n'est présente sur la zone d'étude.	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	<p>Profil de santé du département des Bouches-du-Rhône :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le département des Bouches-du-Rhône présente dans son ensemble une situation différente à celle de la région Sud PACA et celle du territoire national. <p>Pour le nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour les 'Moins de 15 ans' la proportion est supérieure ou équivalente à la proportion en France métropolitaine, quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air, à l'exception des <u>maladies de l'appareil respiratoire</u> ; - Pour les 'Moins de 65 ans' (les moins de 15 ans sont inclus dedans) la proportion est supérieure ou équivalente à la proportion en France métropolitaine quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air ; - Pour les 'Plus de 65 ans' la proportion est inférieure à la proportion en France métropolitaine, quelle que soit la raison d'admission susceptible d'être reliée à la qualité de l'air, à l'exception des <u>cardiopathies ischémiques chroniques</u>. <p>- Les principales causes de mortalité dans les Bouches-du-Rhône en 2017 sont les : tumeurs (27,4 %) ; maladies de l'appareil circulatoire (22,6 %) ; symptômes et états morbides mal définis (10,7 %) et les maladies de l'appareil respiratoire (8,4 %). La répartition des causes de mortalité est identique à celle de la France métropolitaine.</p> <p>La proportion des décès ayant pour origine des maladies respiratoires dans les BOUCHES-DU-RHONE en 2017 (8,4 %) est plus forte qu'en moyenne et métropolitaine (7,4 %).</p> <p>- Les principales causes de mortalité dans les Bouches-du-Rhône en 2017 sont les : tumeurs (27,4 %) ; maladies de l'appareil circulatoire (22,6 %) ; symptômes et états morbides mal définis (10,7 %) et maladies de l'appareil respiratoire (8,4 %). La répartition des causes de mortalité est identique à celle de la France métropolitaine.</p> <p>La proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires aux BOUCHES-DU-RHONE (2,7 %) est légèrement inférieure à la</p>	Forte

DOMAINES		Sensibilité
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
	<p>moyenne de la France métropolitaine (3,0 %).</p> <p>Profil de santé de la commune de Gignac-la-Nerthe : Les indicateurs sanitaires pour la commune de Gignac-la-Nerthe pointent dans l'ensemble une situation légèrement défavorisée par rapport à la situation moyenne régionale. En effet, la plupart des taux de mortalité étudiés sont plus élevés au sein de cette commune, sauf les taux de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire, par mortalité évitable pour les hommes et par mortalité pour les femmes.</p> <p>Effets de la pollution sur la santé : Les effets de la pollution sur la santé sont variés. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution. 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 concernées (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus).</p> <p>À l'égard de la commune de Gignac-la-Nerthe (classifiée en commune semi-rural compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :</p> <p>*aux PM_{2,5} — 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.</p> <p>La commune de Gignac-la-Nerthe est incluse dans la métropole Aix-Marseille-Provence. Étant donné son urbanisation dense et continue, elle peut en l'occurrence être assimilée à une commune urbaine. De ce fait, il peut être estimé que l'exposition à long terme :</p> <p>*aux PM_{2,5} — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois. *au NO₂ — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.</p>	
Exposition de la population	<p>Canton de Marignane : En 2020, dans le canton de Marignane :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 0 habitant (0 % de la population) est exposé à des concentrations en NO₂ supérieures à l'ancienne recommandation de l'OMS ; ✓ 3 723 habitants (4,5 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM₁₀ supérieures à l'ancienne recommandation de l'OMS ; ✓ 82 070 habitants (98,8 % de la population) sont exposés à des dépassements en ozone supérieures à la valeur guide de l'OMS. <p>L'Indice Synthétique Air communal moyen pour le canton de Marignane est de 40 en 2020 (SIRSÉPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.</p> <p>Le projet comporte une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP). Cette OAP est le « boulevard Urbain Multimodal » D'autre part, deux autres OAP « Garden Lab » et « Les aiguilles » inscrites au sein du PLU de Gignac-la-Nerthe sont situées à proximité du projet, et peuvent influencer la qualité de l'air à son échelle.</p> <p>Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt faible. Il demeure que la pluviométrie annuelle est, elle aussi, faible. L'ensoleillement est assez important, ce qui favorise la production de polluants photochimiques (ozone).</p>	

D O M A I N E S		Sensibilité
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
	<p>Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques favorables à l'accumulation des polluants.</p> <p>Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles du nord-ouest capables d'entraîner les polluants émis par la circulation de la D368 et de la A55 vers le projet, d'autant que le projet est situé au nord de reliefs moyennement marqués.</p>	
Populations et lieux vulnérables	<p>Au niveau de la <u>zone d'étude</u> : 73,8 % des ménages sont propriétaires. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,7.</p> <p>La population est majoritairement logée en maison (79,6 % des ménages).</p>	
	<p>Au total, 4 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (1 école maternelle, 2 écoles élémentaires et 1 école primaire) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.</p>	
	<p>Il n'y a aucune zone à enjeu par ingestion retrouvée au sein de la zone d'étude.</p>	
	<p>La zone d'étude comporte 5 889 habitants dont 1 704 (soit 28,9 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.</p>	

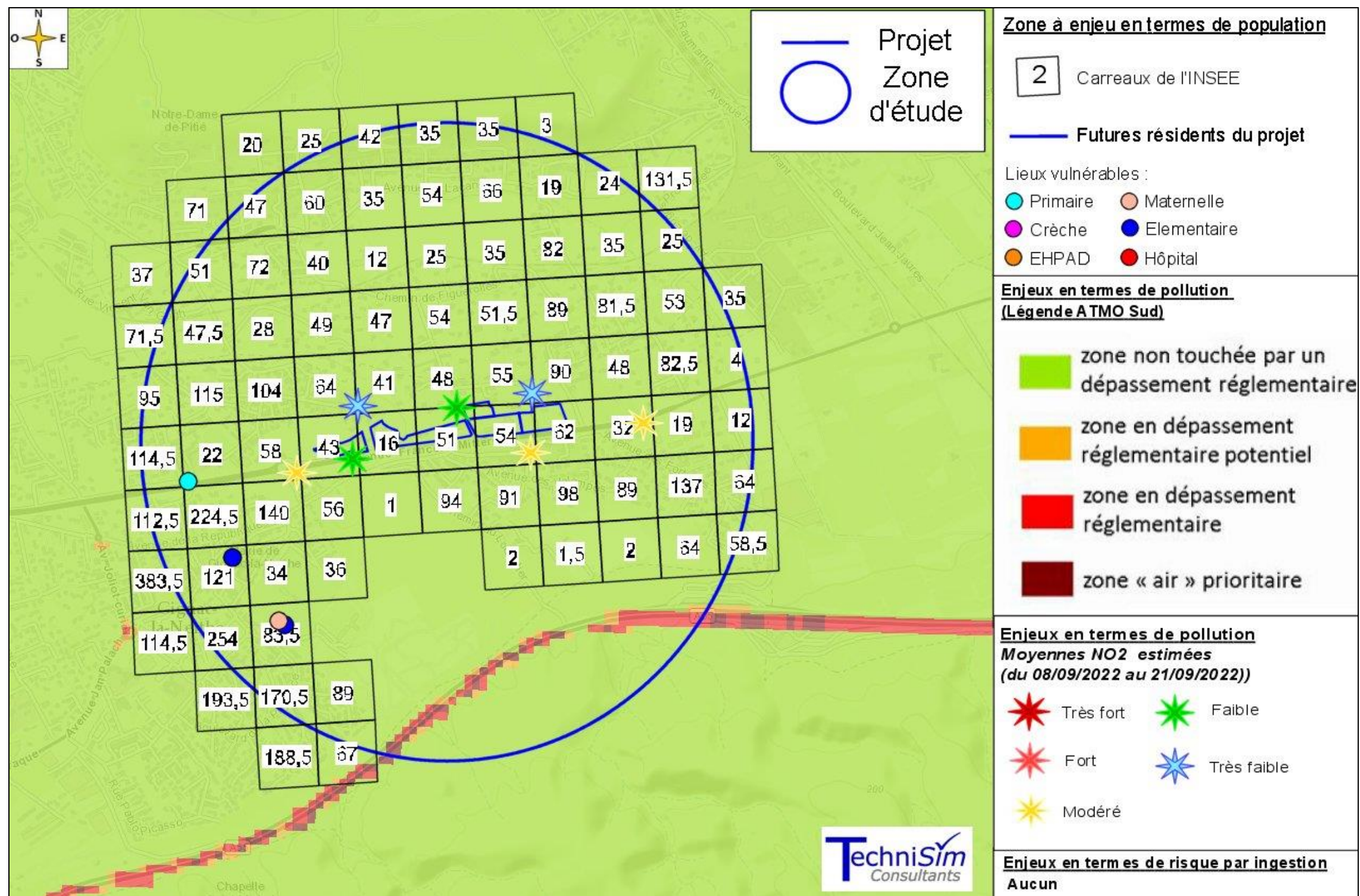


Figure 65 : Synthèse des enjeux

Analyse des Impacts

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet (logements) va entraîner une modification des flux de déplacements sur la zone d'étude, 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.

Par ailleurs, la mise en service va modifier les :

- Conditions de circulation sur le secteur ;
- Émissions résidentielles / tertiaires liées principalement aux systèmes de chauffage utilisés.

Le contenu de l'analyse des impacts du projet d'aménagement de 400 logements à Gignac-la-Nerthe, 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 de la consommation énergétique ;
- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après, a minima) ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des estimations des 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 ;
- Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des lieux vulnérables de la zone d'étude et des futurs résidents du projet.

Tableau 29 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx)		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 (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 (Si le risque par ingestion est présent)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphthène, acénaphthylène, 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 cancérigènes.

16.1. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

La quantification des émissions d'un chantier s'avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, de quantifier les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude.

Il est néanmoins faisable 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.

Émissions issues du trafic des poids lourds

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

En l'absence de données disponibles à propos de la quantité de poids lourds générée par le chantier, le calcul des émissions générées par ce trafic ne s'avère pas réalisable à ce jour.

Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers en l'absence de données calculatoires

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 immédiatement suivant dresse la liste des principaux polluants émis par type d'activité.

Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l'air sur les chantiers » 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 30: 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 (aménagement 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

16.2. 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 EMNR (engins mobiles non routiers) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

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

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérigènes. 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'APESA³⁵ 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

³⁵ L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)

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 gazoil 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 précis³⁶ en a ainsi identifiées cinq :

1. Les opérations de démolition
2. La circulation des différents engins de chantiers
3. Les travaux de terrassement et de remblaiement

Et, en moindre importance :

4. La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux)
5. Les travaux de soudure.

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

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

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

Les émissions de COV (composés organiques volatils) 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 les 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 faible émanation 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, de manière que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

³⁶ Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

16.2.4. Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement du chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants du 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 à intégrer 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 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 d'un chantier sont les poussières, conjuguées avec les gaz d'échappement produits par les engins.

Le calcul des émissions d'un chantier appelle de nombreux paramètres (connaissance préalable des durées réelles de la phase chantier, des matériaux utilisés, du nombre d'engins et de passages de poids lourds, de la sensibilisation des opérateurs aux mesures de réduction des émissions, etc.). De la sorte, compte tenu de la multiplicité des données requises, il s'avère complexe, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques du chantier.

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant des chantiers, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures de réduction telles que la charte « Chantiers verts ».

17. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L’AIR EN PHASE EXPLOITATION

17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et 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 de ces secteurs dans les émissions totales de particules en France Métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2021³⁷ pour les TSP ; à la stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1 et à la hausse pour le carbone suie (cf. graphiques ci-après).

Il est constaté que ces secteurs représentent ensemble environ :

- Un tiers des émissions de particules PM10 ;
- 40 % des émissions de carbone suie ;
- 55 % émissions de particules PM2,5 ;
- 70 % des émissions de particules PM1 (ultra fines) ;
- Mais environ 10 % des émissions de particules TSP.

Il est également observé que le secteur résidentiel est beaucoup plus émetteur que le secteur tertiaire.

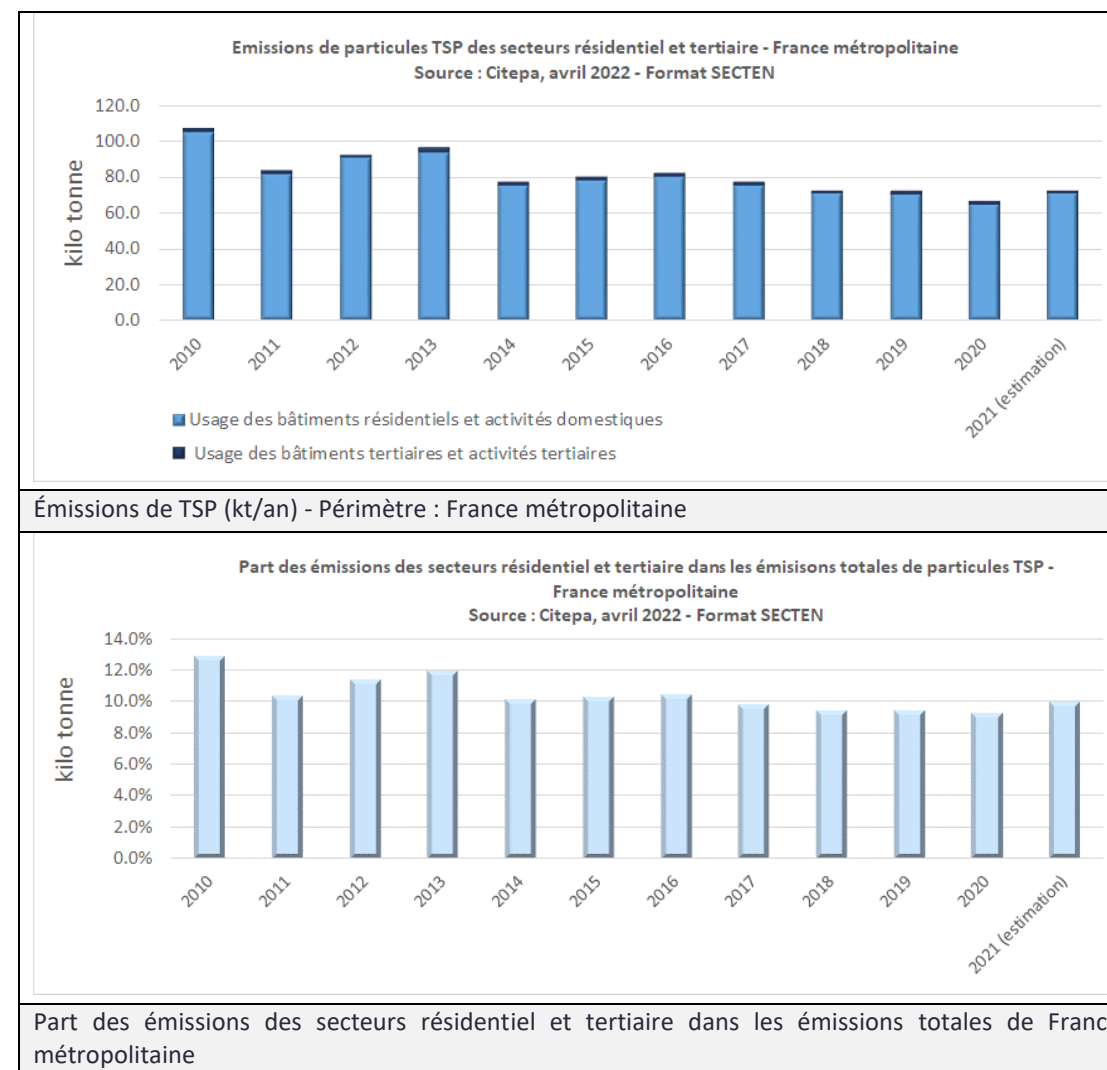


Figure 66 : Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP - France métropolitaine

³⁷ Données de l'année 2020 estimées

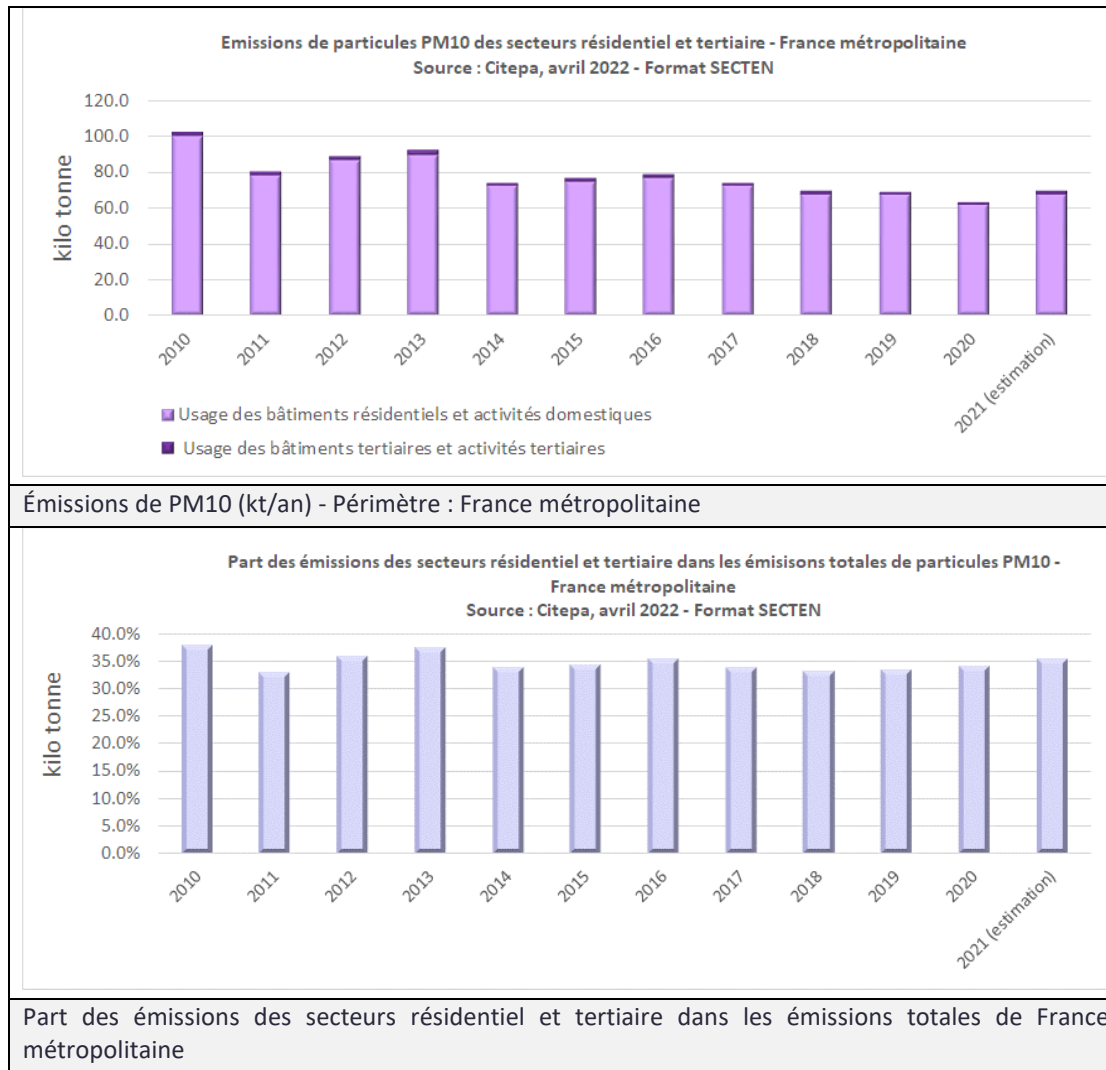


Figure 67: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 - France métropolitaine

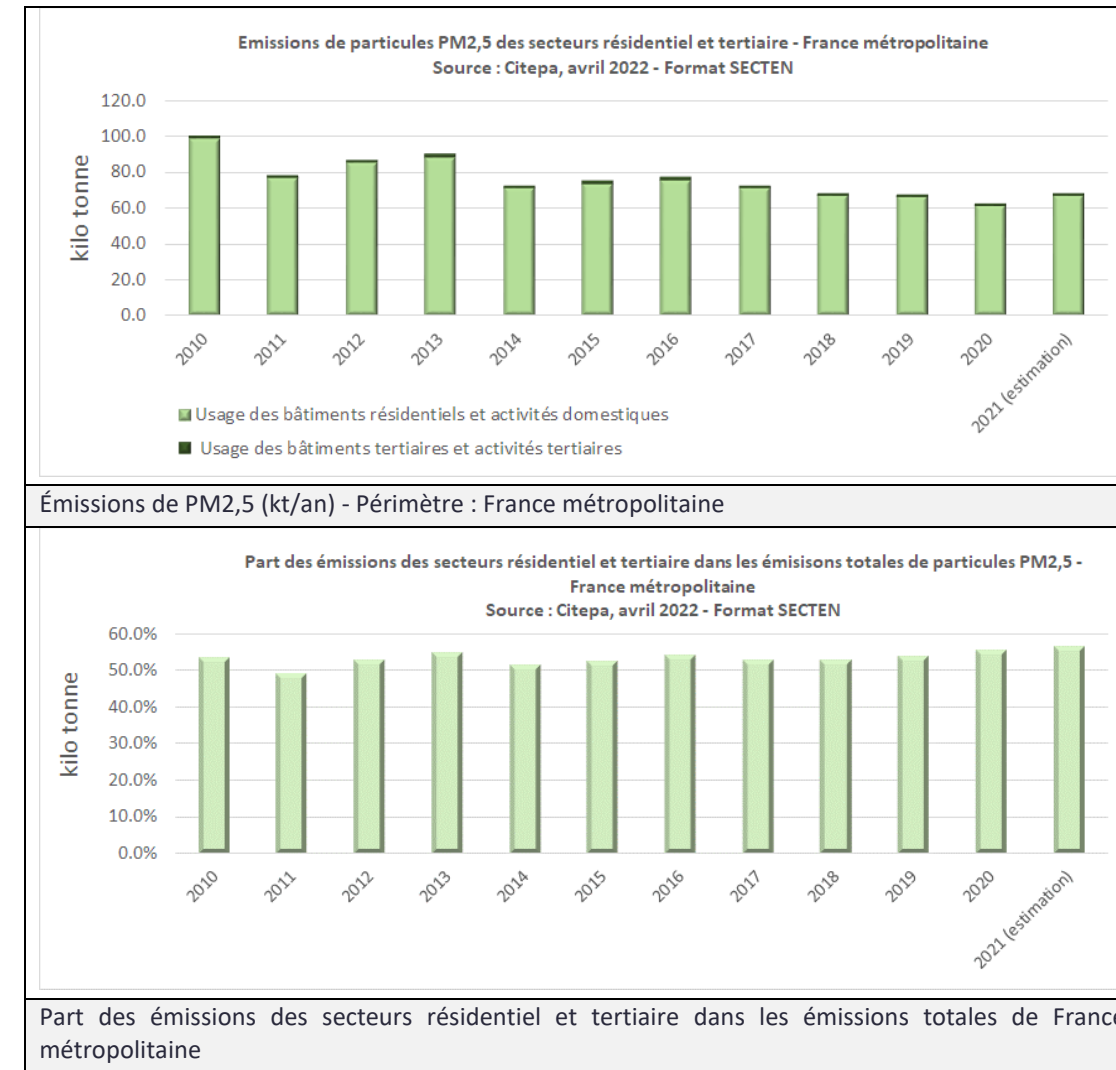


Figure 68: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 - France métropolitaine

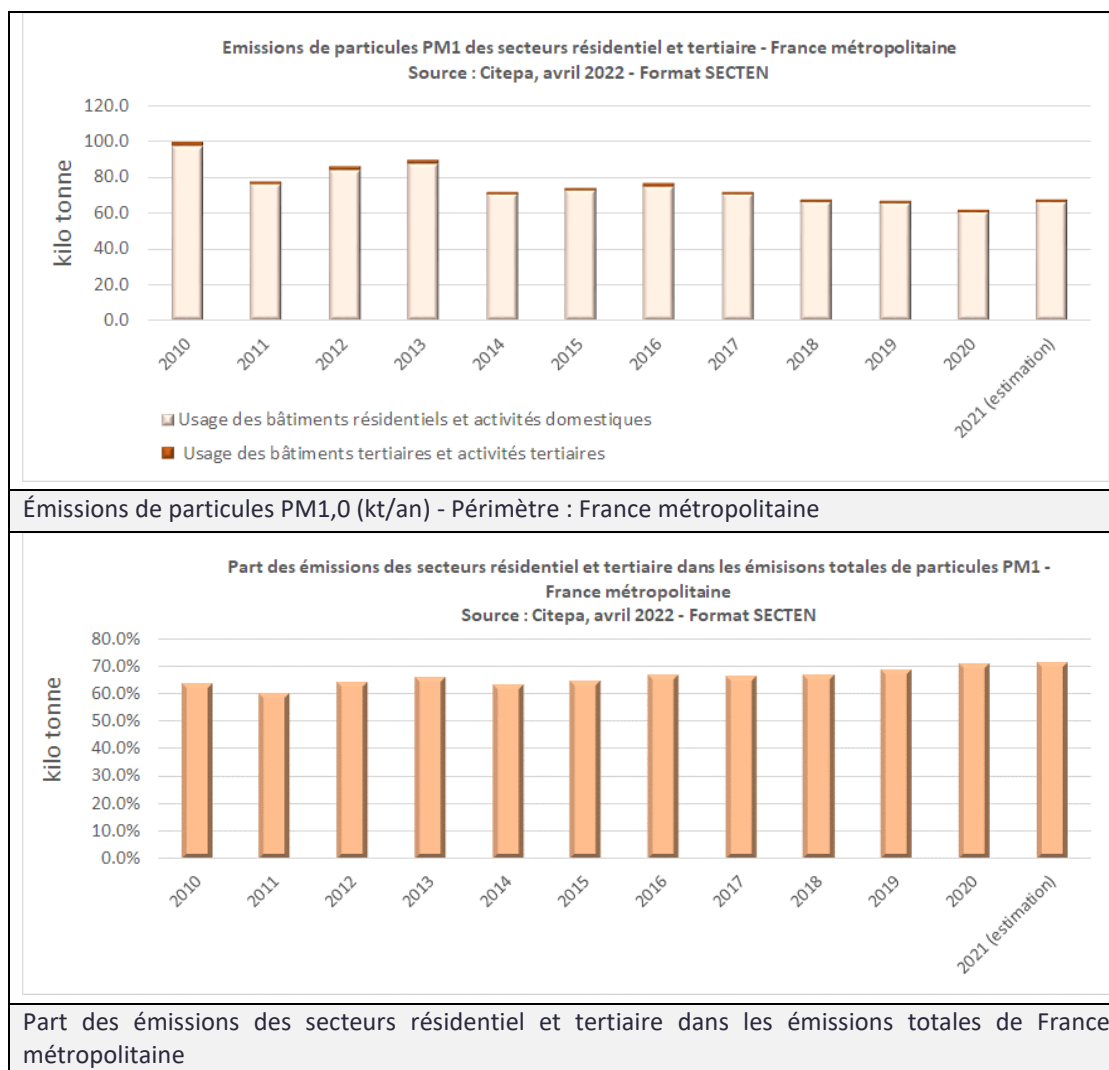


Figure 69: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1 - France métropolitaine

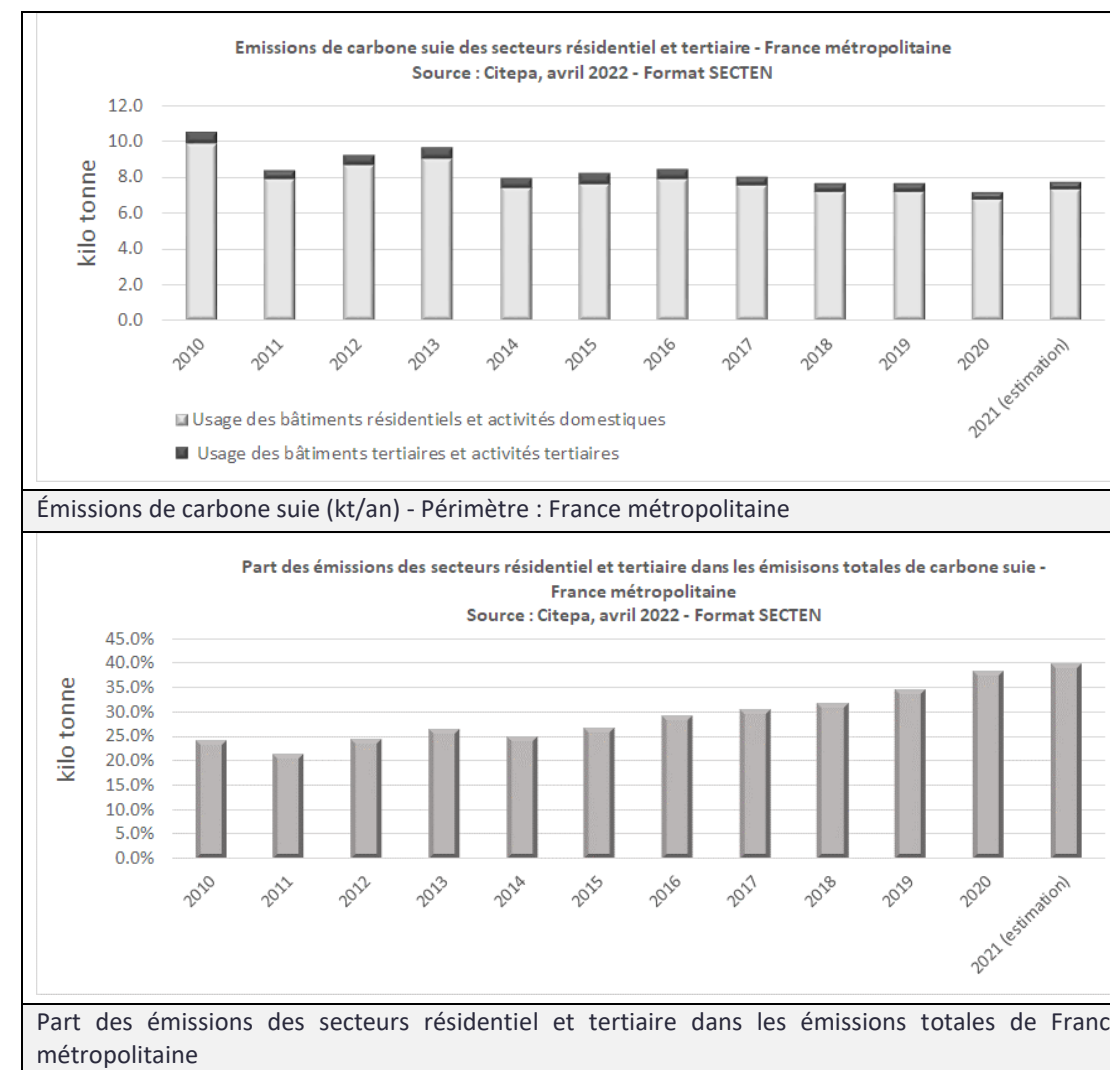


Figure 70: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie - France métropolitaine

Les diagrammes qui vont suivre représentent les émissions des substances acidifiantes et eutrophisantes 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.

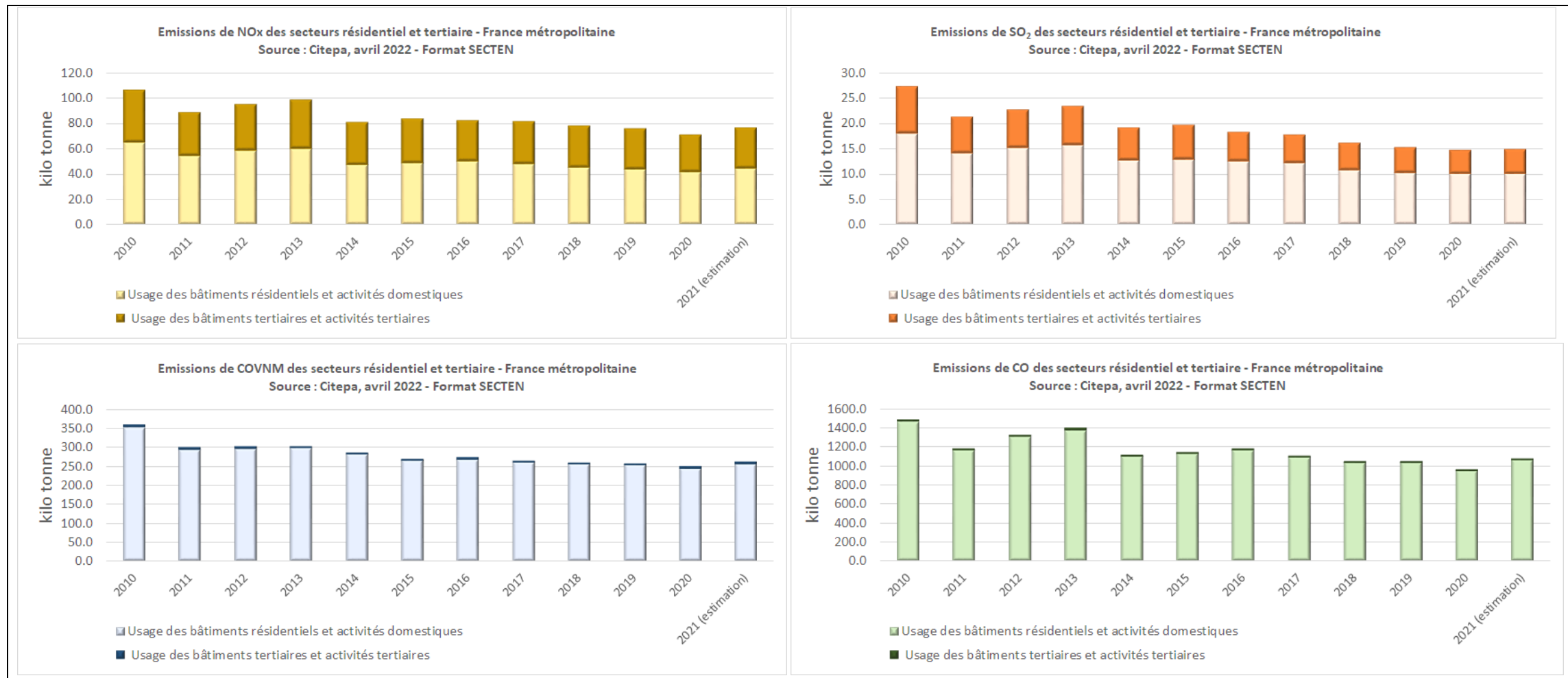


Figure 71 : Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel-tertiaire en France métropolitaine



Figure 72 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

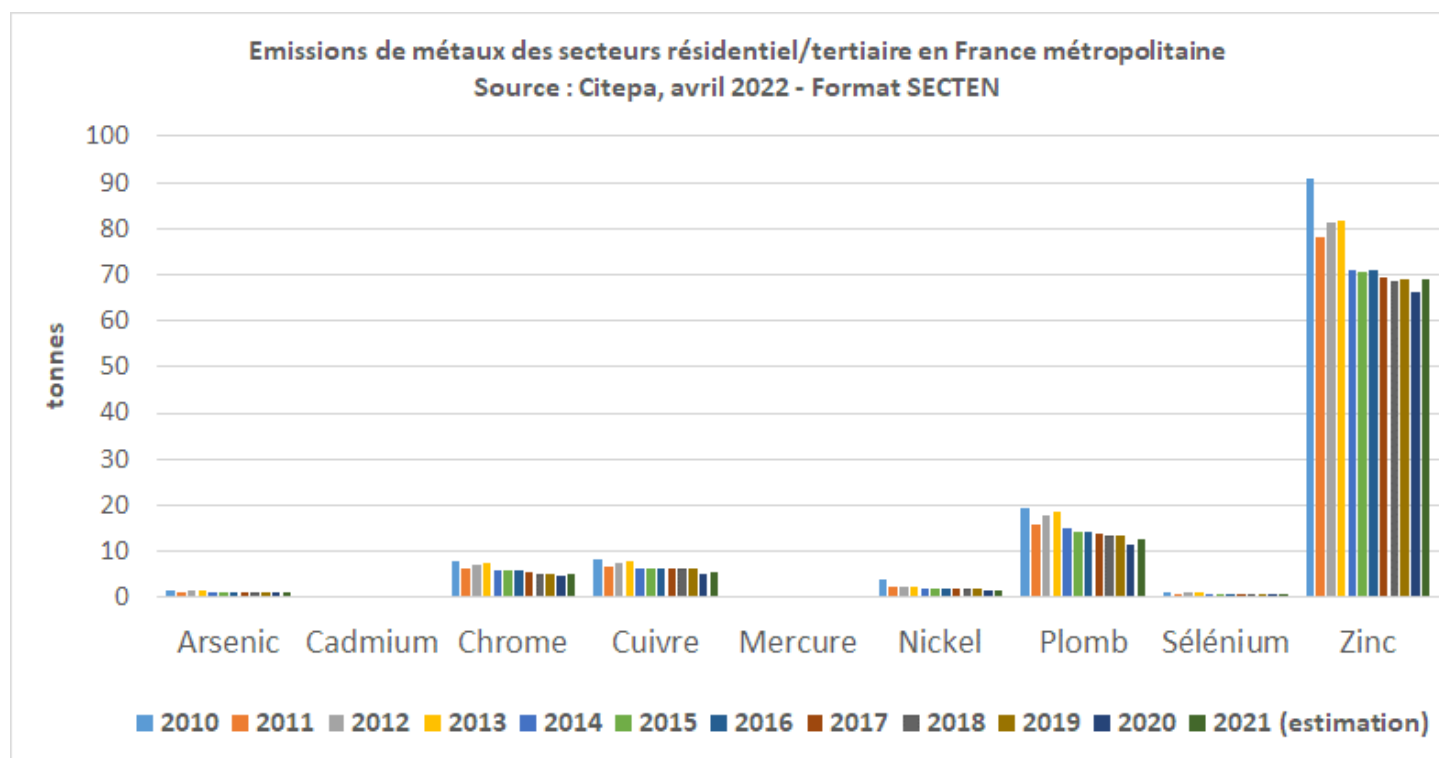


Figure 73 : Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

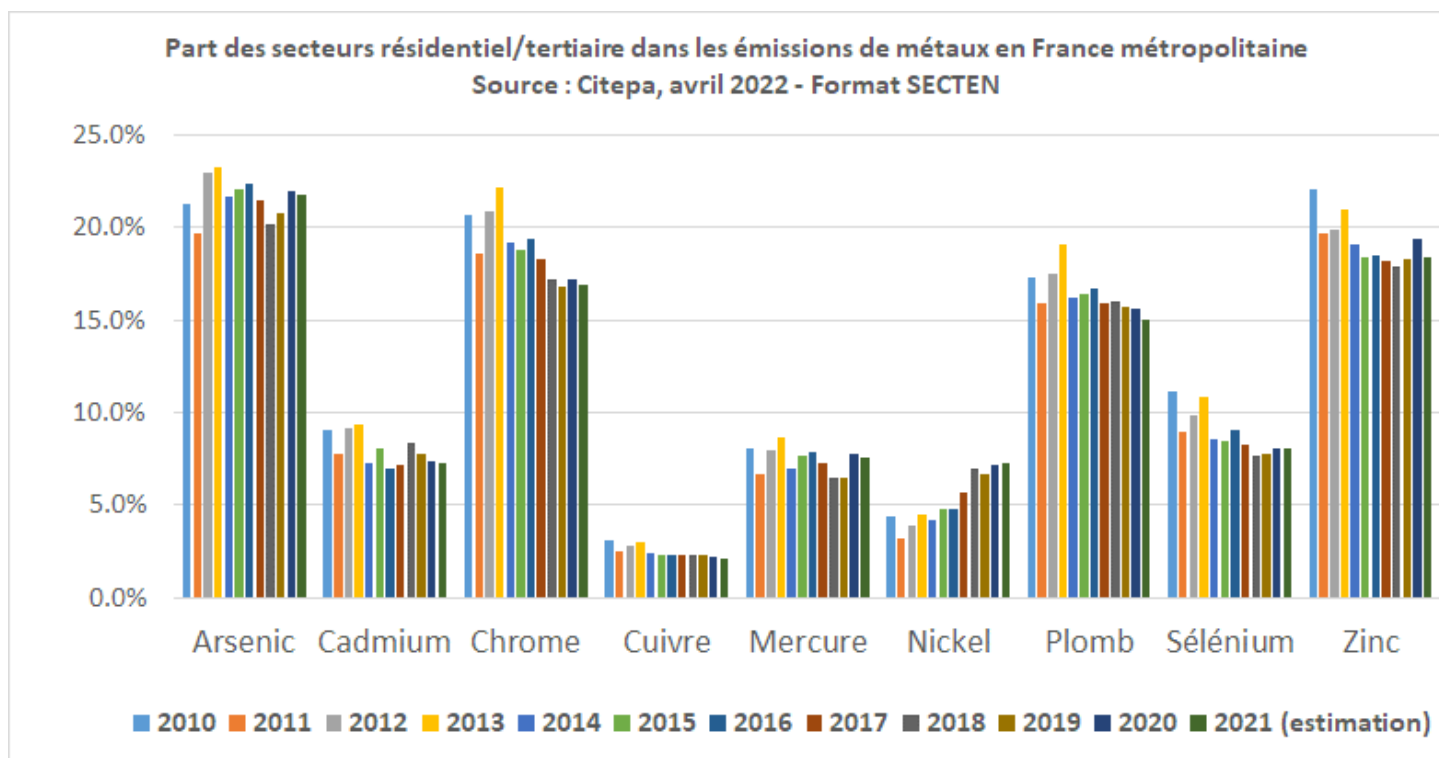


Figure 74 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux

Le secteur résidentiel et tertiaire représente :

- Environ 11 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- Environ 27 % des émissions de COVNM ;
- Environ 22 % des émissions d'arsenic ;
- Environ 18 % des émissions de zinc ;
- Environ 17 % des émissions de chrome ;
- Environ 8 % des émissions de mercure et sélénium ;
- Environ 7 % des émissions de cadmium et nickel ;
- Environ 2 % des émissions de cuivre.

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes majoritairement *via* les systèmes de :

- Chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions provenant de la combustion d'énergie fossile 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 construction ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilation/aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs expliquent qu'il est peu commode 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 (par exemple, limiter le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés seront conformes *a minima* à la RT2012, voire la RE2020 (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 ; pour les autres constructions de bâtiments, 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).

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 appliquées aux fins de de 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

Afin d'évaluer les incidences de l'aménagement de 400 logements à Gignac-la-Nerthe, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs.

La situation étudiée pour l'analyse des impacts afférent au projet est la suivante :

- Situation N°1 : Horizon fil de l'eau (année 2018) – Sans projet ;
- Situation N°2 : Horizon de mise en service (année 2025) – Avec projet – Situation projetée.

Remarque : Les données de circulation exploitées ont été fournies le 07/10/2022 par le BE Ingérop pour les brins n°1 à n°8. Pour le brin n°9, les données correspondent à des données bibliographiques (Opendata Sud³⁸ et Opendata AMPMétropole³⁹).

Les données détaillées concernant le trafic sont disponibles 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 pour un projet d'infrastructures routières, 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.

À l'égard du projet étudié, **l'ensemble des brins** ayant été fournis - et dont les trafics varient du fait du projet - et ce, quelle que soit la variation, est considéré dans le réseau d'étude (cf. planche suivante). Les autres brins seront intégrés à la modélisation des concentrations dans l'air, afin d'obtenir une meilleure représentativité de la pollution de fond et de l'impact sanitaire sur les populations.

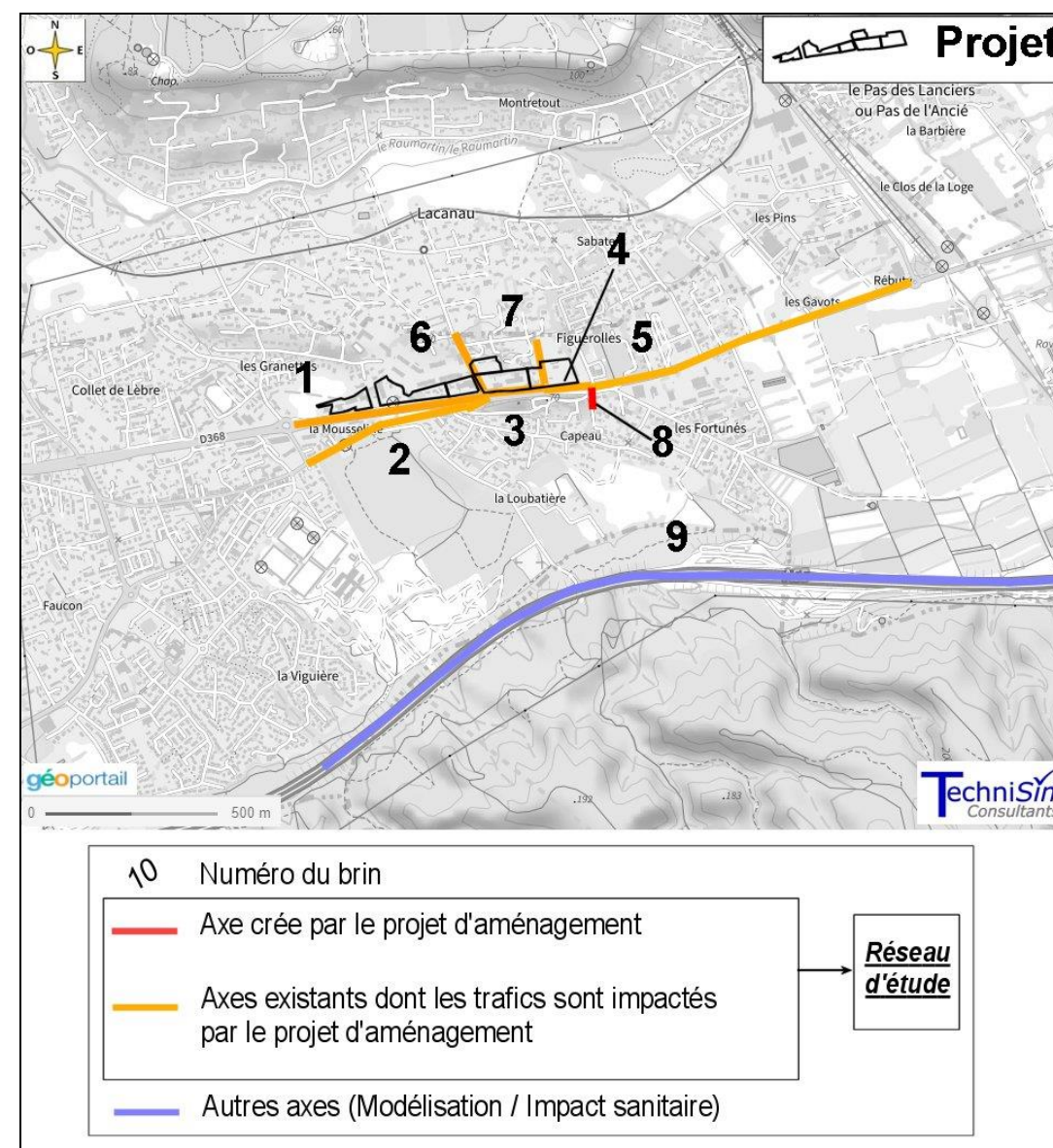


Figure 75 : Brins considérés / Réseau d'étude

³⁸<https://trouver.datasud.fr/dataset/sync-comptage-routier-base-routiere-metropole-2020>

³⁹ <https://data.amppmetropole.fr/pages/accueil/>

17.2.1. Indice VK

L'estimation des flux de trafic 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 le scénario analysé et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :
 VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;
 Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;
 Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet alors l'estimation d'un flux de véhicules le long de leur parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux.

Les indices calculés sont synthétisés dans la figure et le tableau immédiatement ci-après.

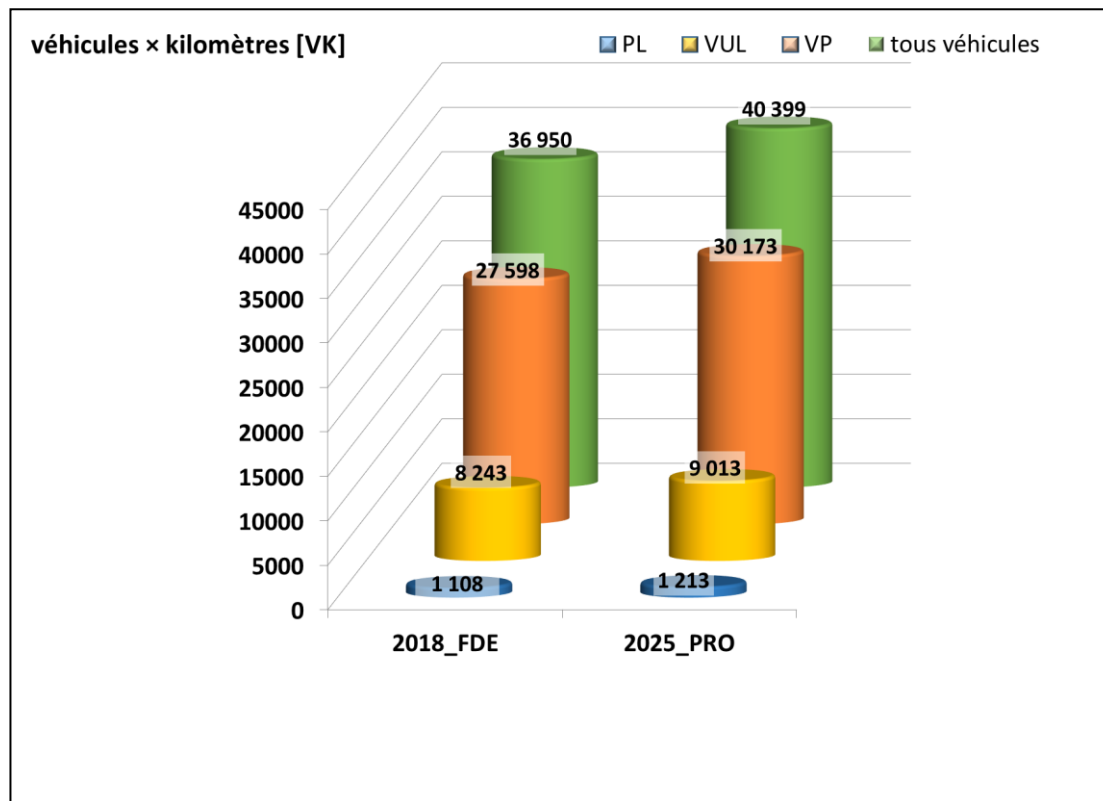


Figure 76: Indices VK du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Tableau 31: Indices VK du réseau d'étude

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Personnels (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	2018 – Fil de l'eau	27598	8243	1108	36950
Situation N°2	2025 - Avec projet	30173	9013	1213	40399

Sur le réseau d'étude - par rapport à la situation « Fil de l'Eau » (2018) - les VK augmentent pour la situation future avec « Projet » (+9.3 % en 2025). La réalisation de l'aménagement aura pour conséquence l'ajout d'une population résidente sur l'emprise.

17.2.2. Évaluation des consommations énergétiques

Le tableau et la figure ci-après résument les consommations énergétiques en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude. Celles-ci ont été calculées à partir des données trafics avec le logiciel COPERT V.

Les consommations de carburant épousent la même trajectoire que les indices VK. Par rapport à la situation « Fil de l'Eau » (2018), les consommations totales de carburant augmentent, sur le réseau d'étude, pour la situation future avec « Projet » (+8,0 % en 2025).

Tableau 32: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°1	2018 – Fil de l'Eau	2 161.4
Situation N°2	2025 - Avec projet	2 333.6

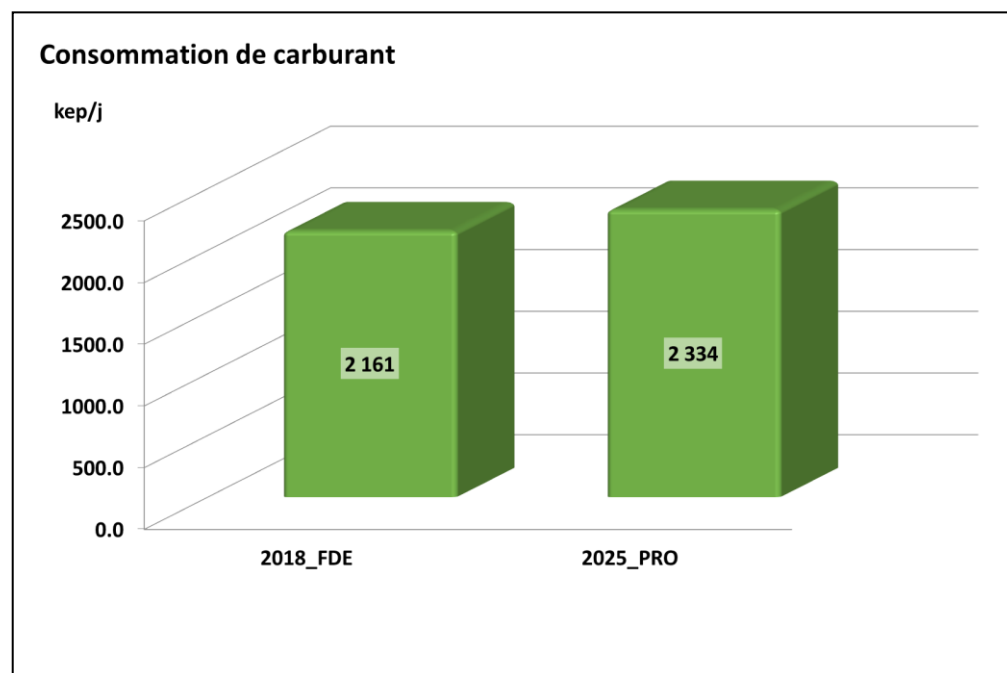


Figure 77 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.3. Emissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Méthodologie

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques 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 (MEET⁴⁰, 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

⁴⁰ MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

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 standard français déterminé en 2019 par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR) pour l'intervalle 2015-2050.

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**.

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)
<ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 HAP⁴¹ dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

⁴¹ Somme des HAP suivants : acénaphthène, acénaphthylène, 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

Sont ensuite ajoutés les polluants recommandés par l'ANSES⁴², 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
<ul style="list-style-type: none"> • Ammoniac • Dioxines • Furanes • Naphtalène • Acétaldéhyde • Acroléine • Propionaldéhyde • Éthylbenzène • Formaldéhyde 	<ul style="list-style-type: none"> • Toluène • Xylènes • Cadmium • Mercure • Plomb • Particules diesel à l'échappement

Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques du réseau d'étude

Le tableau immédiatement suivant récapitule les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'IFSTTAR [Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux].

Tableau 33 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités

POLLUANTS	Unité	2018	2025
		Sans projet Situation 1	Avec projet Situation 2
Oxydes d'azote [éq. NO₂]	[g/j]	5.93E+03	4.19E+03
Monoxyde d'azote	[g/j]	9.45E+03	6.47E+03
Dioxyde d'azote	[g/j]	2.04E+04	1.41E+04
Monoxyde de carbone	[g/j]	1.44E+04	7.50E+03
Dioxyde de soufre	[g/j]	7.54E+01	8.69E+01
Ammoniac	[g/j]	4.65E+02	3.41E+02
Particules PM10	[g/j]	1.55E+03	1.35E+03
Particules PM2,5	[g/j]	1.11E+03	8.76E+02
Particules à l'échappement	[g/j]	5.33E+02	2.46E+02
COVNM	[g/j]	1.06E+03	3.15E+02
Acétaldéhyde	[g/j]	3.00E+01	1.18E+01
Acroléine	[g/j]	1.46E+01	5.66E+00
Benzène	[g/j]	4.47E+01	8.98E+00
1,3-butadiène	[g/j]	1.32E+01	4.73E+00
Éthylbenzène	[g/j]	1.91E+01	2.82E+00
Formaldéhyde	[g/j]	5.83E+01	2.19E+01
Propionaldéhyde	[g/j]	0.00E+00	7.70E+00
Toluène	[g/j]	7.62E+01	1.44E+01
Xylènes	[g/j]	6.07E+01	1.17E+01
16 HAP	[g/j]	4.80E+00	4.48E+00
16 HAP en BaP équivalent	[g/j]	8.66E-02	8.02E-02
Acénaphène	[g/j]	7.96E-01	6.43E-01
Acénaphylène	[g/j]	5.95E-01	4.81E-01
Anthracène	[g/j]	7.68E-02	1.04E-01
Benzo[a]anthracène	[g/j]	7.73E-02	6.94E-02
Benzo[a]pyrène	[g/j]	4.51E-02	4.07E-02
Benzo[b]fluoranthène	[g/j]	5.56E-02	5.26E-02
Benzo[g,h,i]pérylène	[g/j]	8.86E-02	8.83E-02
Benzo[k]fluoranthène	[g/j]	4.52E-02	4.12E-02
Chrysène	[g/j]	1.39E-01	1.22E-01
Dibenzo[a,h]anthracène	[g/j]	9.94E-03	8.35E-03
Fluorène	[g/j]	4.43E-02	4.79E-02
Fluoranthène	[g/j]	7.11E-01	6.81E-01
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	[g/j]	4.39E-02	4.28E-02
Phénanthrène	[g/j]	1.40E+00	1.45E+00
Pyrène	[g/j]	6.48E-01	5.70E-01
Benzo(j)fluoranthène	[g/j]	2.17E-02	3.49E-02
Naphtalène	[g/j]	3.92E+01	3.52E+01
Somme des métaux	[g/j]	3.45E-02	3.77E-02
Arsenic	[g/j]	3.43E-04	3.88E-04
Cadmium	[g/j]	2.04E-04	2.33E-04
Chrome	[g/j]	1.69E-02	1.80E-02
Mercure	[g/j]	1.36E-02	1.50E-02
Nickel	[g/j]	1.78E-03	2.10E-03
Plomb	[g/j]	1.78E-03	2.02E-03
Dioxines	[g/j]	3.54E-09	1.80E-09
Furanes	[g/j]	5.28E-09	2.68E-09

⁴² 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

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l'étude) calculées à l'horizon futur 2025 en situation 'Projet' sont inférieures aux émissions moyennes en situation « Fil de l'Eau » (2018) avec une différence de -26.9%.

Tableau 34: Évolution des émissions pour les principaux polluants sur le réseau - par polluant

Émissions moyennes Journalières Annuelles	NOx	PM10	PM2,5	Particules à l'échappement	CO	SO ₂
Horizon 2025 Projet vs Fil de l'eau 2018	-30.9%	-12.5%	-21.1%	-54.0%	-48.0%	+15.2%
Émissions moyennes Journalières Annuelles	COVNM	Benzène	NO ₂	BaP	Arsenic	Nickel
Horizon 2025 Projet vs Fil de l'eau 2018	-70.3%	-79.9%	-29.3%	-9.7%	+13.0%	+18.2%

À l'horizon futur 2025, sur le réseau d'étude, il ressort que la réalisation du projet va entraîner une diminution des émissions de tous les principaux polluants (à l'exception du dioxyde de soufre SO₂, de l'Arsenic et du Nickel) par rapport à la situation Fil de l'Eau.

Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer de manière importante à l'horizon futur (situation Projet) bien que certains augmentent - cas du SO₂.

Les imbrûlés (COVNM) évoluent également à la baisse, de manière significative.

Les augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour la situation Projet à l'horizon de Mise en service (2025) - par rapport à la situation Fil de l'Eau (2018) – 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) va générer la baisse des émissions des véhicules.

Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions diminuer de manière moins importante, voire augmenter (BaP et métaux par exemple) du fait de la hausse des VK.

Les diagrammes obtenus pour les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude sont schématisés ci-après.

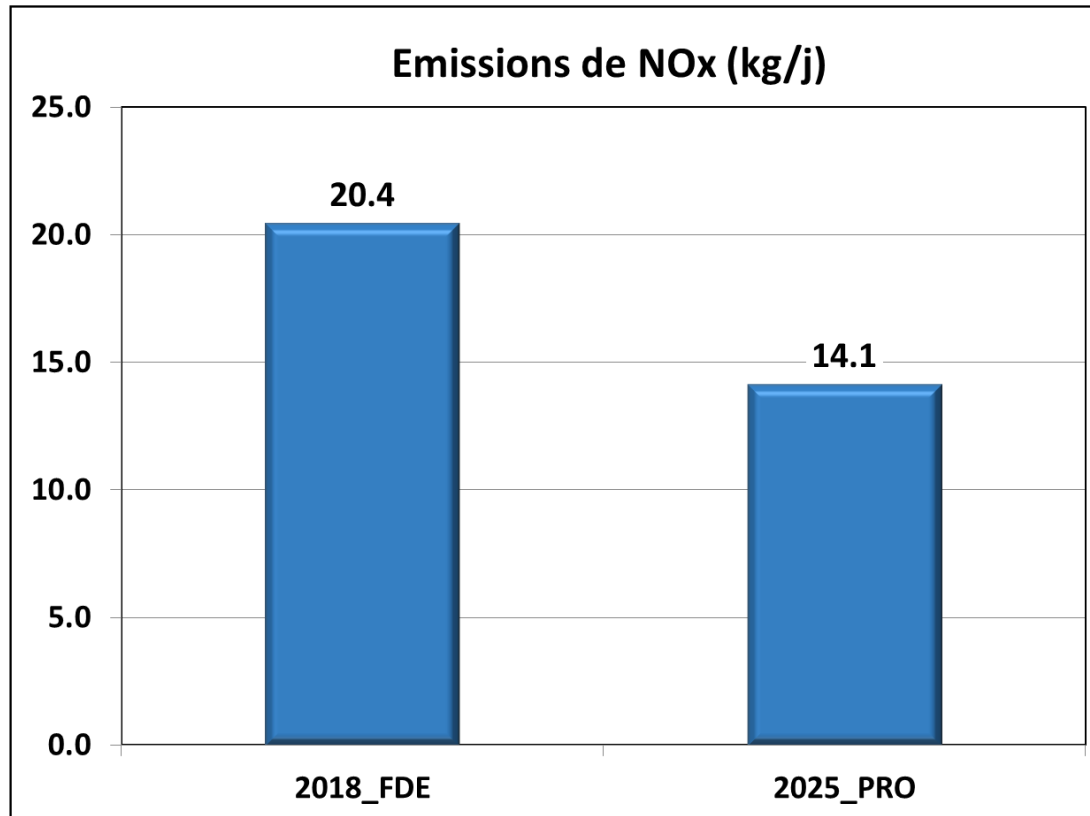


Figure 78: Émissions d’oxydes d’azote (éq.NO₂) sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

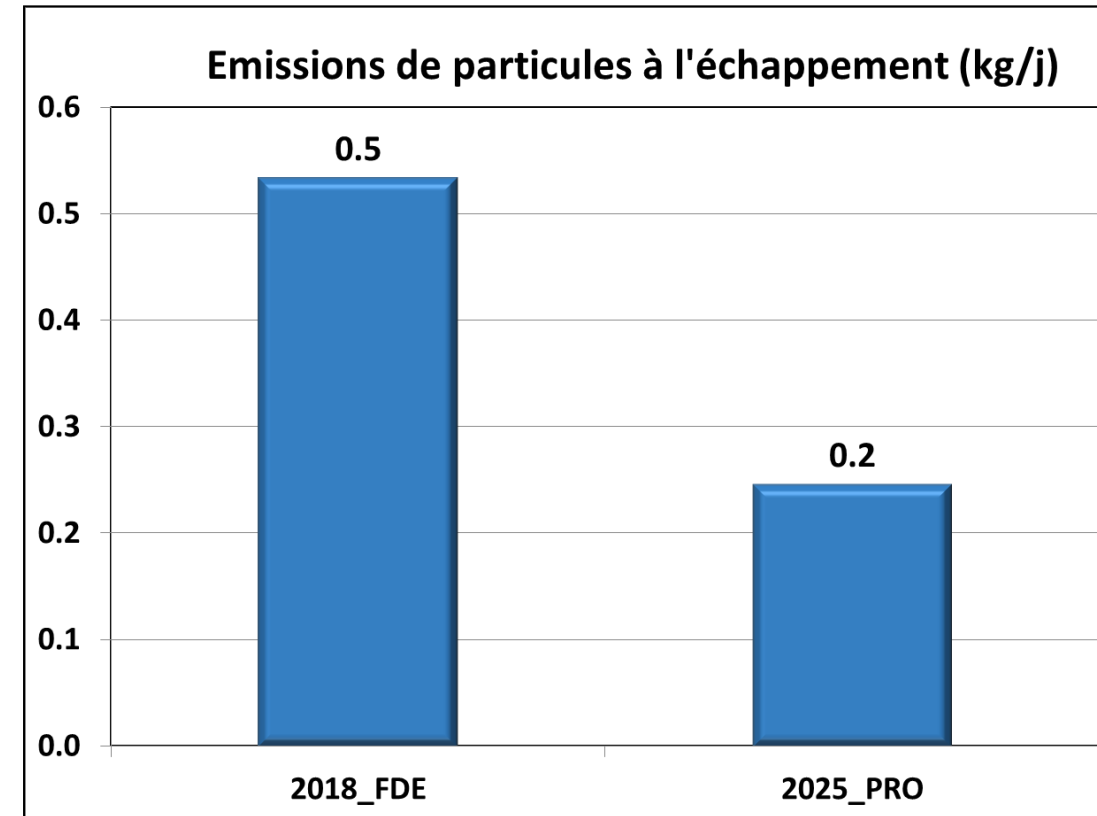


Figure 80: Émissions de particules à l’échappement sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

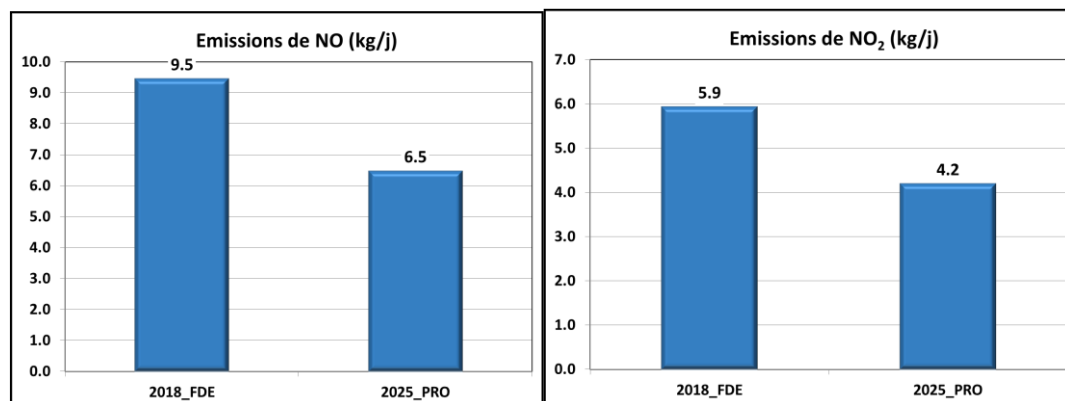


Figure 79: Émissions de monoxyde d’azote et dioxyde d’azote sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

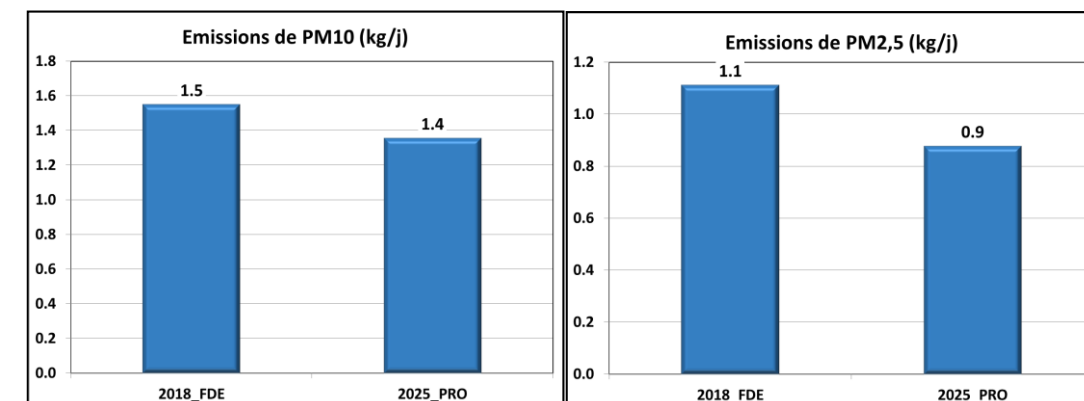


Figure 81: Émissions de particules PM10 (à gauche) et PM2,5 (à droite) sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

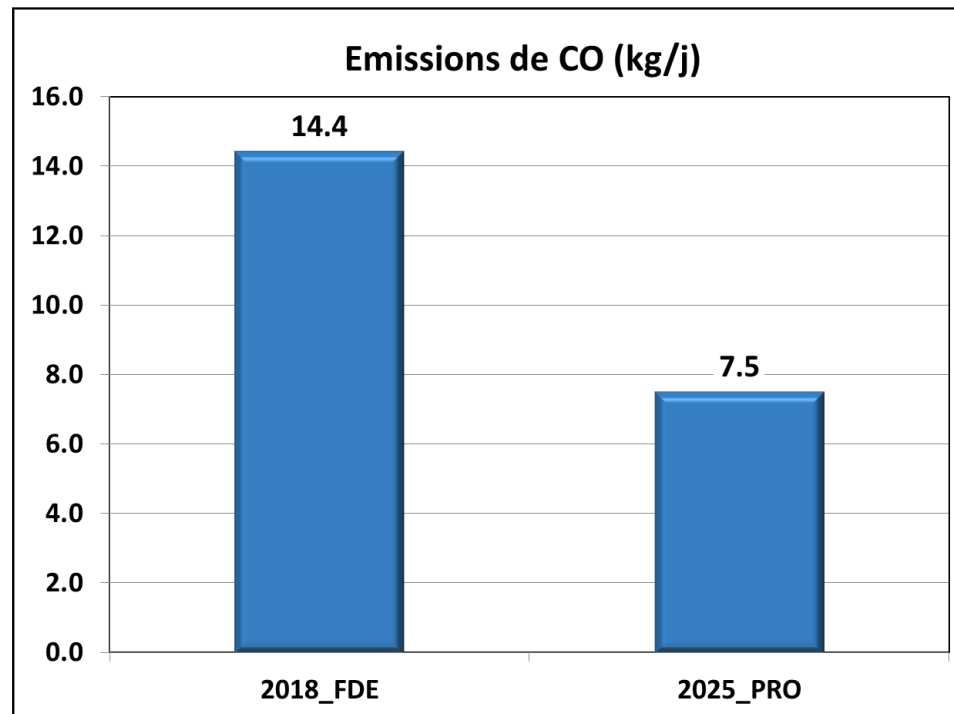


Figure 82: Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

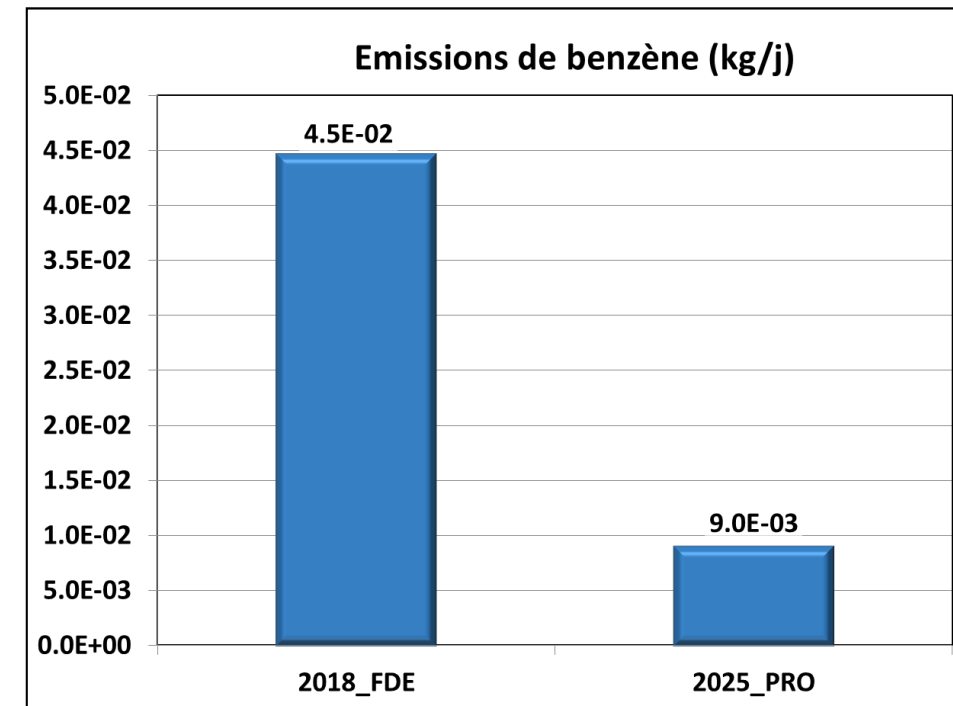


Figure 84: Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

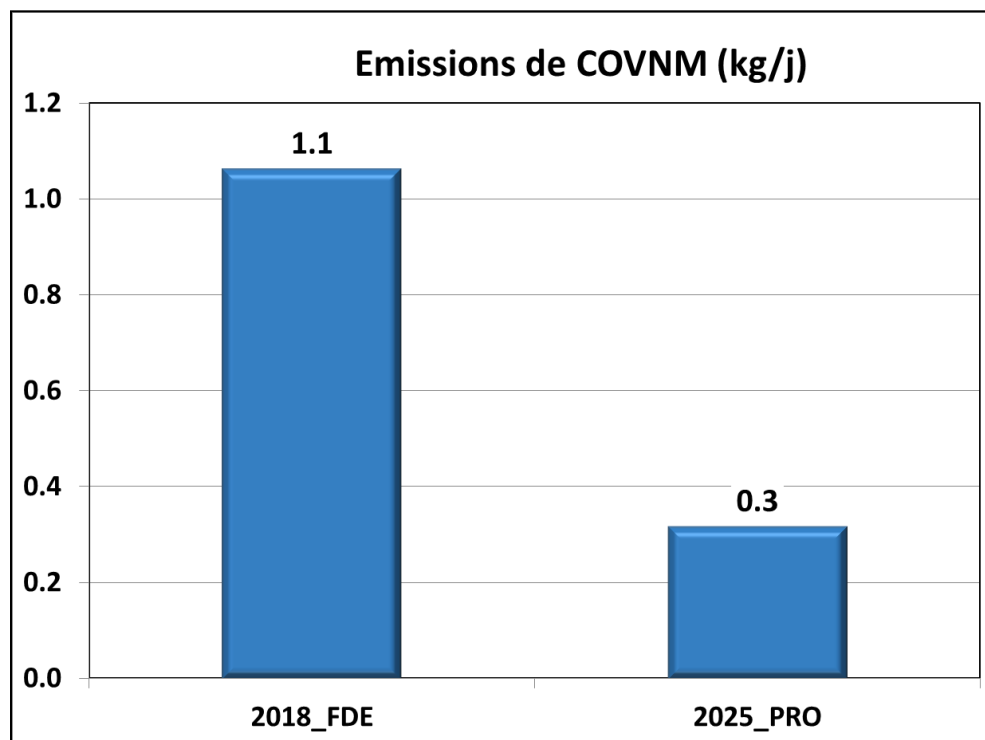


Figure 83: Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

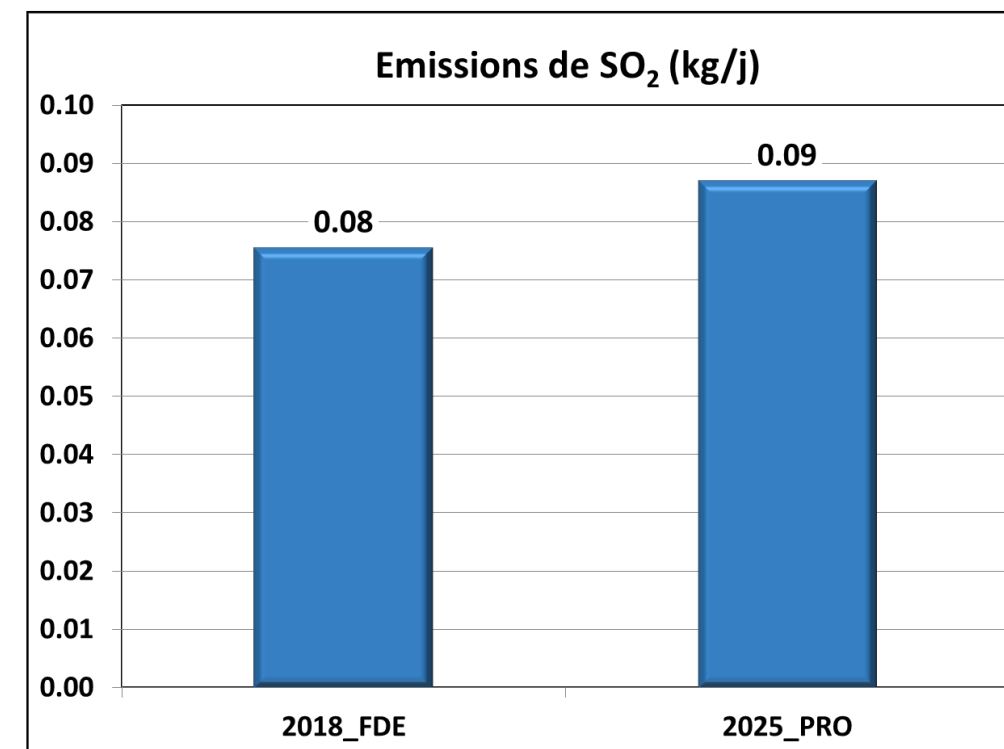


Figure 85: Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

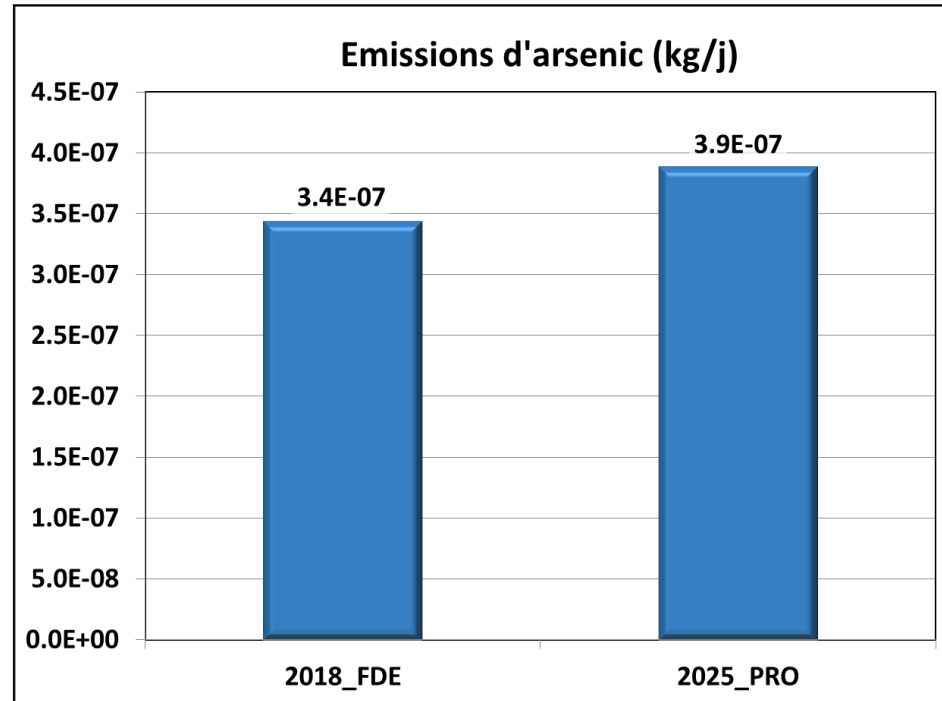


Figure 86: Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

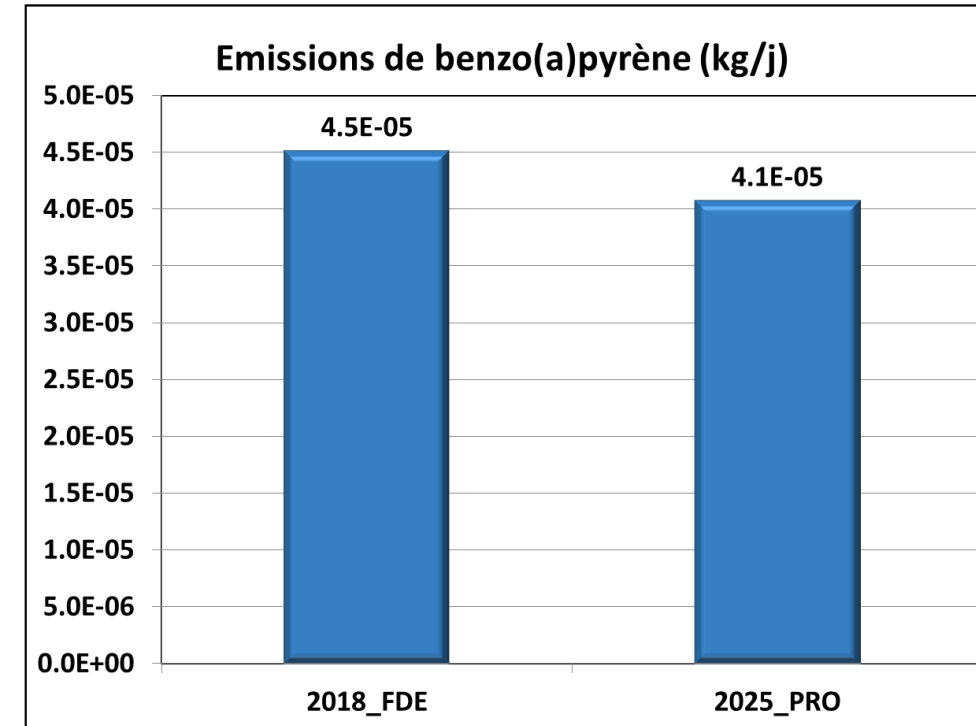


Figure 88: Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

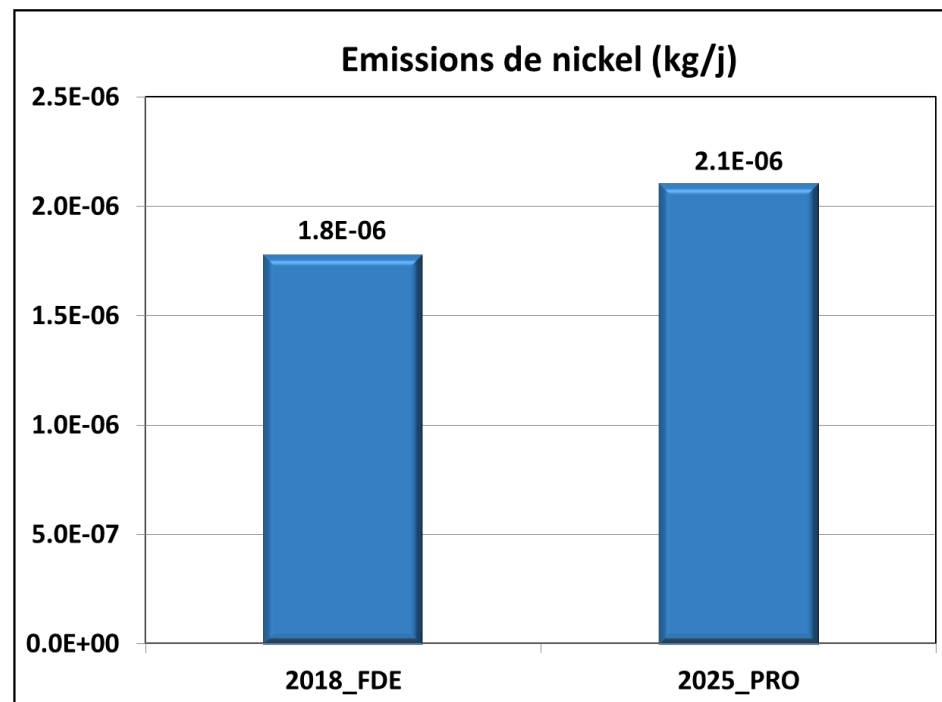


Figure 87: Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et 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 modèle 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.

Cet outil suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants. Il 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, ce sont Aermet et Aermap. L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations est la suivante :

$$C(x, y, z) = \frac{Q_m}{2 \cdot \pi \cdot u_{10} \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2(x)}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) \right]$$

- 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)

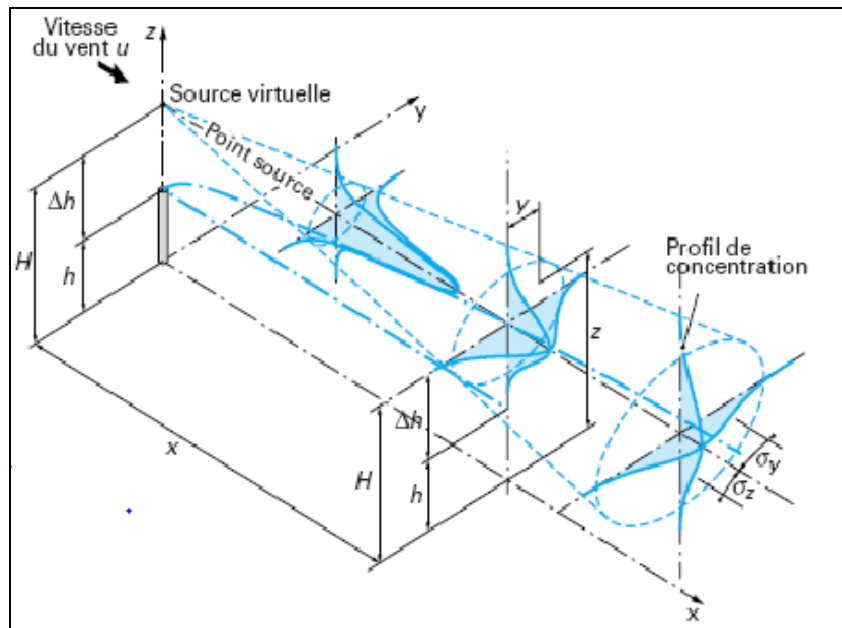


Figure 89: Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants étant directement influencée par les conditions météorologiques, les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Marseille-Marignane (Marseille Provence) ».

Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2007 complète, soit du 1^{er} janvier au 31 décembre 2007. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone.

Par ailleurs, l'utilisation de données horaires permet d'assurer également une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

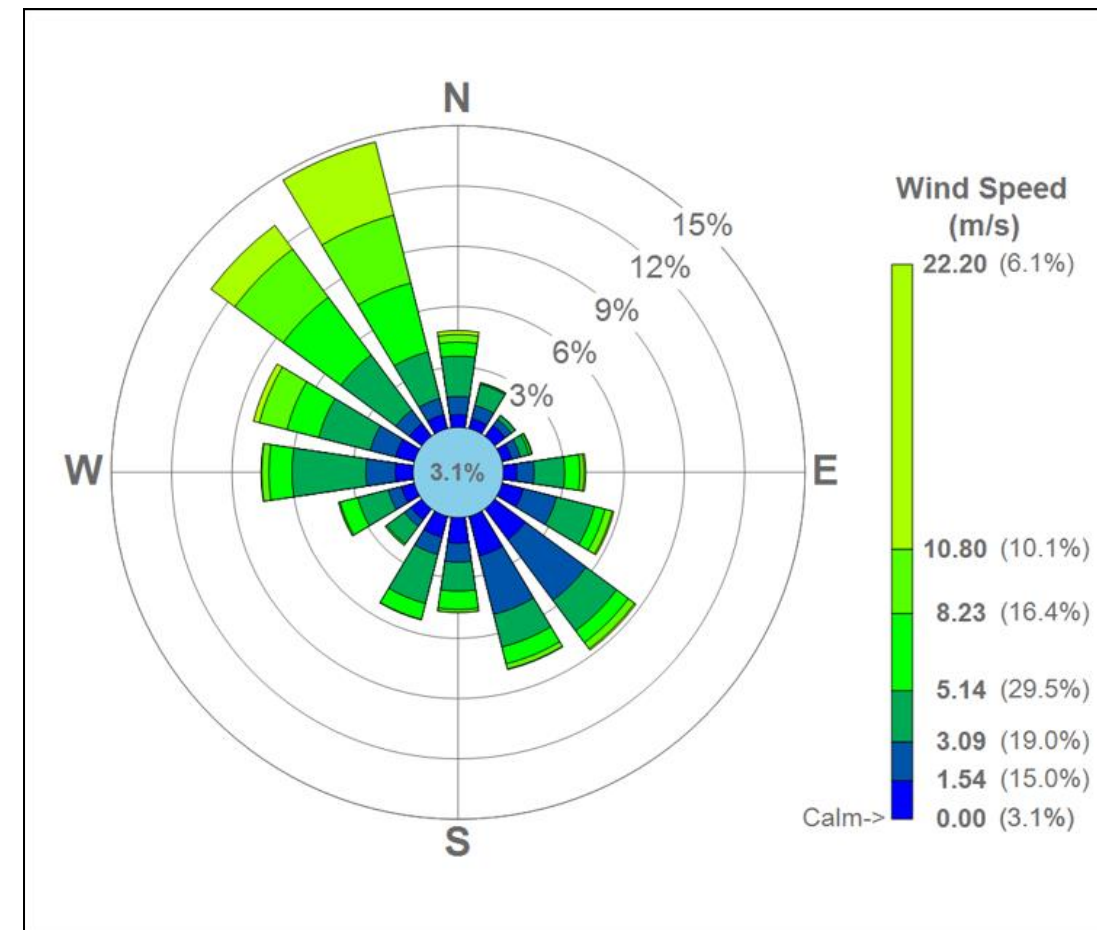


Figure 90: Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap. Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires.

Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude).

Le terrain considéré est un rectangle de dimensions 3 000 mètres sur 2 500 mètres. Le terrain numérique obtenu est schématisé sur la planche immédiatement suivante.

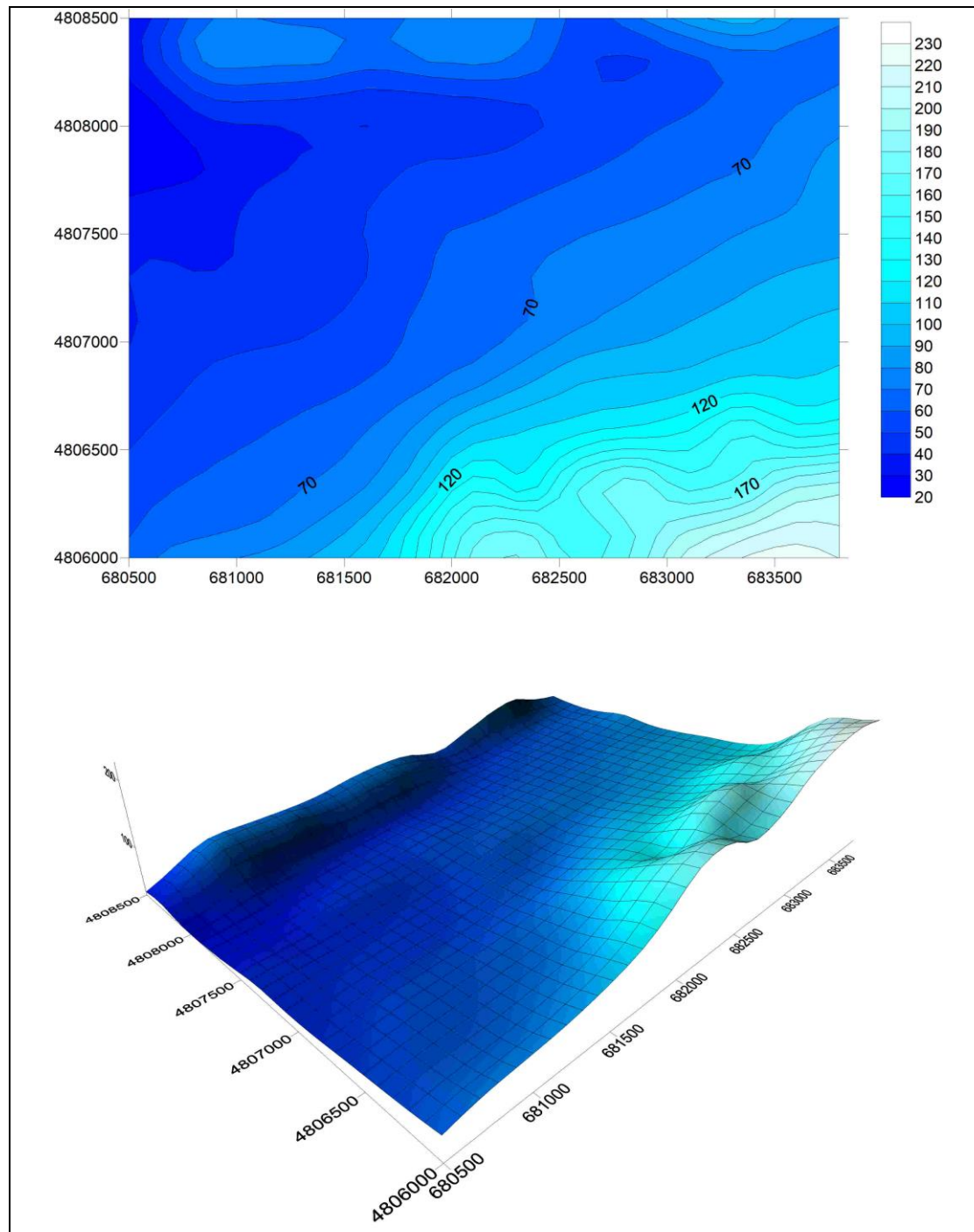


Figure 91: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires. Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (884 points de calculs) mais aussi au niveau de récepteurs ponctuels (lieux vulnérables : 1 école maternelle / 1 école primaire / 2 écoles élémentaires) et sur une grille restreinte correspondant à l'emprise projet (392 points de calcul).

Ces récepteurs sont repérés sur la planche qui va suivre.

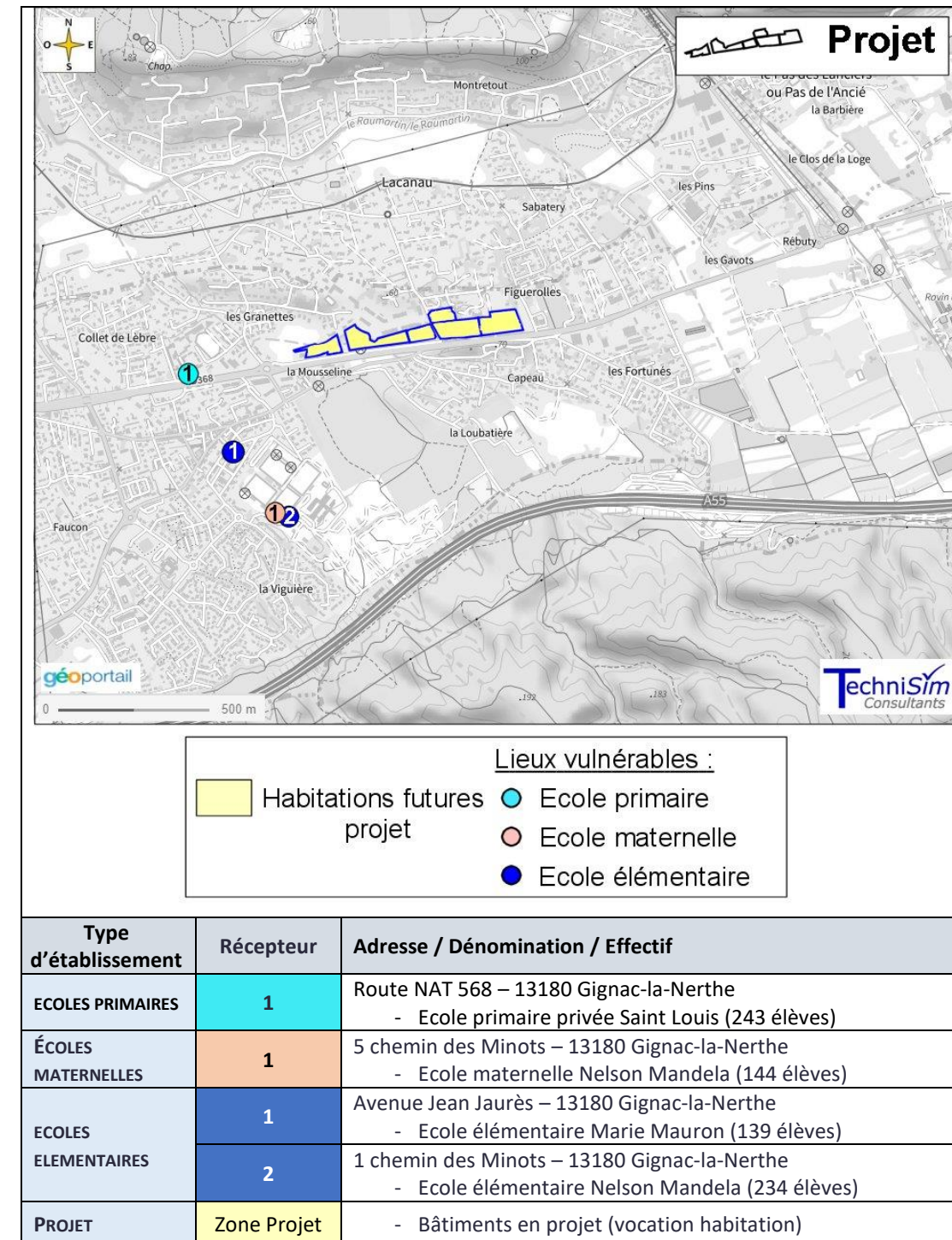


Figure 92: Emplacement des récepteurs ponctuels dans la zone de la grille

Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à hauteur d'Homme.

Ils sont obtenus pour chaque scénario de modélisation retenu, et reportés dans les tableaux immédiatement suivants.

Nota Bene : Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du trafic routier. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération.

Pour davantage de lisibilité, il sera présenté, pour les lieux vulnérables, uniquement les concentrations maximales enregistrées pour chaque catégorie.

Concentrations maximales relevées dans la zone d'étude

Tableau 35 : Concentrations maximales relevées dans la zone grille pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Zone grille		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	4.18E+01	2.94E+01
	Heure	1.92E+02	1.35E+02
Particules PM10	Année	1.03E+01	8.45E+00
	Jour	2.18E+01	1.65E+01
Particules PM2,5	Année	7.72E+00	5.50E+00
Dioxyde de soufre	Année	4.78E-01	5.43E-01
	Jour	1.37E+00	1.52E+00
	Heure	3.05E+00	3.47E+00
Monoxyde de carbone	Heure	5.83E+02	3.05E+02
Benzène	Année	2.05E-01	4.45E-02
Plomb	Année	1.13E-05	1.27E-05
B[a]P	Année	3.08E-04	2.77E-04
Arsenic	Année	2.21E-06	2.45E-06
Cadmium	Année	1.29E-06	1.46E-06
Nickel	Année	1.08E-05	1.22E-05

Tableau 36 : Concentrations maximales relevées dans la zone d'étude pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Zone d'étude		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	3.44E+00	3.28E+00
PM à l'échappement	Année	4.00E+00	1.72E+00
COVNM	Année	5.59E+00	1.82E+00
Acétaldéhyde	Année	1.84E-01	7.39E-02
Acroléine	Année	8.82E-02	3.53E-02
1,3-butadiène	Année	8.09E-02	2.98E-02
Éthylbenzène	Année	8.33E-02	1.40E-02
Formaldéhyde	Année	3.48E-01	1.37E-01
Toluène	Année	3.29E-01	6.63E-02
Xylènes	Année	2.79E-01	5.92E-02
16 HAP*	Année	3.35E-02	3.12E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	6.06E-04	5.55E-04
Naphtalène	Année	2.52E-01	2.23E-01
Chrome	Année	1.19E-04	1.25E-04
Mercurure	Année	9.30E-05	9.75E-05
Dioxines	Année	2.43E-11	1.20E-11
Furanes	Année	3.62E-11	1.77E-11
PM2,5	Jour	1.60E+01	1.10E+01
NOx (éq. NO ₂)	Année	1.51E+02	9.89E+01
Propionaldéhyde	Année	4.84E-02	1.98E-02

* Dont le BaP

Concentrations maximales relevées au niveau des lieux vulnérables

Tableau 37 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école primaire pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Ecole Primaire		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	2.02E+00	1.44E+00
	Heure	1.77E+01	1.26E+01
Particules PM10	Année	4.49E-01	3.24E-01
	Jour	1.26E+00	9.00E-01
Particules PM2,5	Année	3.47E-01	2.20E-01
Dioxyde de soufre	Année	1.94E-02	2.09E-02
	Jour	7.74E-02	8.31E-02
	Heure	2.40E-01	2.57E-01
Monoxyde de carbone	Heure	4.54E+01	2.48E+01
Benzène	Année	5.34E-03	1.30E-03
Plomb	Année	4.91E-07	5.19E-07
B[a]P	Année	1.35E-05	1.22E-05
Arsenic	Année	9.55E-08	1.01E-07
Cadmium	Année	5.42E-08	5.79E-08
Nickel	Année	4.08E-07	4.59E-07

Tableau 39 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école maternelle pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Ecole maternelle		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	3.90E+00	2.77E+00
	Heure	3.09E+01	2.20E+01
Particules PM10	Année	8.63E-01	6.17E-01
	Jour	2.54E+00	1.82E+00
Particules PM2,5	Année	6.69E-01	4.19E-01
Dioxyde de soufre	Année	3.71E-02	3.99E-02
	Jour	7.74E-02	8.31E-02
	Heure	1.56E-01	1.68E-01
Monoxyde de carbone	Heure	7.95E+01	4.34E+01
Benzène	Année	9.88E-03	2.43E-03
Plomb	Année	9.42E-07	9.91E-07
B[a]P	Année	2.59E-05	2.35E-05
Arsenic	Année	1.83E-07	1.93E-07
Cadmium	Année	1.04E-07	1.11E-07
Nickel	Année	7.80E-07	8.72E-07

Tableau 38 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école primaire pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Ecole Primaire		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	1.76E-01	1.87E-01
PM à l'échappement	Année	2.13E-01	8.20E-02
COVNM	Année	1.82E-01	6.64E-02
Acétaldéhyde	Année	6.95E-03	2.89E-03
Acroléine	Année	3.32E-03	1.36E-03
1,3-butadiène	Année	3.05E-03	1.28E-03
Éthylbenzène	Année	2.13E-03	4.01E-04
Formaldéhyde	Année	1.31E-02	5.34E-03
Toluène	Année	8.25E-03	1.87E-03
Xylènes	Année	7.26E-03	1.82E-03
16 HAP*	Année	1.50E-03	1.42E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	2.75E-05	2.54E-05
Naphtalène	Année	1.09E-02	9.70E-03
Chrome	Année	5.67E-06	5.66E-06
Mercure	Année	4.14E-06	4.25E-06
Dioxines	Année	1.09E-12	5.23E-13
Furanes	Année	1.62E-12	7.74E-13
PM2,5	Jour	9.79E-01	6.12E-01
NOx (ég. NO ₂)	Année	7.76E+00	4.63E+00
Propionaldéhyde	Année	1.87E-03	7.90E-04

* Dont le BaP

Tableau 40 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école maternelle pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Ecole maternelle		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	3.40E-01	3.63E-01
PM à l'échappement	Année	4.12E-01	1.58E-01
COVNM	Année	3.44E-01	1.26E-01
Acétaldéhyde	Année	1.33E-02	5.51E-03
Acroléine	Année	6.34E-03	2.59E-03
1,3-butadiène	Année	5.82E-03	2.44E-03
Éthylbenzène	Année	3.92E-03	7.46E-04
Formaldéhyde	Année	2.50E-02	1.02E-02
Toluène	Année	1.52E-02	3.47E-03
Xylènes	Année	1.35E-02	3.40E-03
16 HAP*	Année	2.89E-03	2.72E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	5.31E-05	4.88E-05
Naphtalène	Année	2.10E-02	1.86E-02
Chrome	Année	1.09E-05	1.09E-05
Mercure	Année	7.97E-06	8.14E-06
Dioxines	Année	2.09E-12	1.00E-12
Furanes	Année	3.11E-12	1.48E-12
PM2,5	Jour	1.97E+00	1.23E+00
NOx (ég. NO ₂)	Année	1.50E+01	8.90E+00
Propionaldéhyde	Année	3.58E-03	1.51E-03

* Dont le BaP

Tableau 41 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 1 pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Ecole Elementaire 1		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	2.80E+00	1.99E+00
	Heure	2.25E+01	1.60E+01
Particules PM10	Année	6.20E-01	4.44E-01
	Jour	1.76E+00	1.26E+00
Particules PM2,5	Année	4.80E-01	3.02E-01
Dioxyde de soufre	Année	2.67E-02	2.87E-02
	Jour	1.08E-01	1.17E-01
	Heure	3.05E-01	3.27E-01
Monoxyde de carbone	Heure	5.78E+01	3.16E+01
Benzène	Année	7.21E-03	1.76E-03
Plomb	Année	6.77E-07	7.13E-07
B[a]P	Année	1.86E-05	1.69E-05
Arsenic	Année	1.32E-07	1.39E-07
Cadmium	Année	7.47E-08	7.96E-08
Nickel	Année	5.62E-07	6.29E-07

Tableau 43 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 2 pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Ecole Elementaire 2		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	4.06E+00	2.88E+00
	Heure	3.21E+01	2.28E+01
Particules PM10	Année	8.98E-01	6.42E-01
	Jour	2.64E+00	1.89E+00
Particules PM2,5	Année	6.96E-01	4.36E-01
Dioxyde de soufre	Année	3.86E-02	4.15E-02
	Jour	1.62E-01	1.74E-01
	Heure	4.34E-01	4.66E-01
Monoxyde de carbone	Heure	8.24E+01	4.50E+01
Benzène	Année	1.03E-02	2.53E-03
Plomb	Année	9.80E-07	1.03E-06
B[a]P	Année	2.69E-05	2.44E-05
Arsenic	Année	1.91E-07	2.00E-07
Cadmium	Année	1.08E-07	1.15E-07
Nickel	Année	8.11E-07	9.07E-07

Tableau 42 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 1 pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Ecole Elementaire 1		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	2.44E-01	2.59E-01
PM à l'échappement	Année	2.95E-01	1.13E-01
COVNM	Année	2.49E-01	9.08E-02
Acétaldéhyde	Année	9.56E-03	3.96E-03
Acroléine	Année	4.57E-03	1.86E-03
1,3-butadiène	Année	4.19E-03	1.76E-03
Éthylbenzène	Année	2.86E-03	5.42E-04
Formaldéhyde	Année	1.80E-02	7.33E-03
Toluène	Année	1.11E-02	2.52E-03
Xylènes	Année	9.81E-03	2.47E-03
16 HAP*	Année	2.08E-03	1.96E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	3.81E-05	3.50E-05
Naphtalène	Année	1.51E-02	1.34E-02
Chrome	Année	7.84E-06	7.80E-06
Mercure	Année	5.73E-06	5.85E-06
Dioxines	Année	1.50E-12	7.20E-13
Furanes	Année	2.23E-12	1.07E-12
PM2,5	Jour	1.36E+00	8.57E-01
NOx (ég. NO ₂)	Année	1.08E+01	6.39E+00
Propionaldéhyde	Année	2.57E-03	1.09E-03

* Dont le BaP

Tableau 44 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'école élémentaire 2 pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Ecole Elementaire 2		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	3.54E-01	3.77E-01
PM à l'échappement	Année	4.29E-01	1.64E-01
COVNM	Année	3.58E-01	1.31E-01
Acétaldéhyde	Année	1.38E-02	5.73E-03
Acroléine	Année	6.60E-03	2.69E-03
1,3-butadiène	Année	6.06E-03	2.54E-03
Éthylbenzène	Année	4.08E-03	7.77E-04
Formaldéhyde	Année	2.60E-02	1.06E-02
Toluène	Année	1.58E-02	3.61E-03
Xylènes	Année	1.40E-02	3.54E-03
16 HAP*	Année	3.01E-03	2.83E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	5.52E-05	5.08E-05
Naphtalène	Année	2.18E-02	1.93E-02
Chrome	Année	1.14E-05	1.13E-05
Mercure	Année	8.30E-06	8.47E-06
Dioxines	Année	2.18E-12	1.04E-12
Furanes	Année	3.23E-12	1.54E-12
PM2,5	Jour	2.04E+00	1.28E+00
NOx (ég. NO ₂)	Année	1.56E+01	9.26E+00
Propionaldéhyde	Année	3.72E-03	1.57E-03

Concentrations maximales relevées dans la zone projet

Tableau 45 : Concentrations maximales relevées dans la zone projet pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Projet		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	1.84E+01	1.24E+01
	Heure	1.33E+02	8.74E+01
Particules PM10	Année	4.67E+00	3.77E+00
	Jour	2.64E+00	1.89E+00
Particules PM2,5	Année	3.39E+00	2.46E+00
Dioxyde de soufre	Année	2.24E-01	2.42E-01
	Jour	4.34E-01	4.66E-01
	Heure	2.30E+00	2.43E+00
Monoxyde de carbone	Heure	4.40E+02	2.14E+02
Benzène	Année	1.23E-01	2.37E-02
Plomb	Année	5.34E-06	5.68E-06
B[a]P	Année	1.37E-04	1.17E-04
Arsenic	Année	1.03E-06	1.09E-06
Cadmium	Année	6.07E-07	6.52E-07
Nickel	Année	5.20E-06	5.78E-06

Tableau 46 : Concentrations maximales relevées dans la zone projet pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Projet		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	1.47E+00	1.11E+00
PM à l'échappement	Année	1.70E+00	7.20E-01
COVNM	Année	3.01E+00	8.62E-01
Acétaldéhyde	Année	8.79E-02	3.29E-02
Acroléine	Année	4.25E-02	1.58E-02
1,3-butadiène	Année	3.87E-02	1.34E-02
Éthylbenzène	Année	5.22E-02	7.43E-03
Formaldéhyde	Année	1.70E-01	6.12E-02
Toluène	Année	2.08E-01	3.76E-02
Xylènes	Année	1.67E-01	3.11E-02
16 HAP*	Année	1.52E-02	1.35E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	2.66E-04	2.34E-04
Naphtalène	Année	1.18E-01	1.00E-01
Chrome	Année	5.22E-05	5.23E-05
Mercure	Année	4.13E-05	4.27E-05
Dioxines	Année	1.08E-11	5.17E-12
Furanes	Année	1.61E-11	7.68E-12
PM2,5	Jour	2.04E+00	1.28E+00
NOx (éq. NO ₂)	Année	6.45E+01	4.13E+01
Propionaldéhyde	Année	2.27E-02	8.83E-03

* Dont le BaP

Concentrations maximales relevées dans les habitations hors de la zone projet

Tableau 47 : Concentrations maximales relevées dans les habitations hors de la zone projet pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Habitations Hors de la zone projet		Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Dioxyde d'azote	Année	1.72E+01	1.15E+01
	Heure	1.04E+02	7.59E+01
Particules PM10	Année	4.36E+00	3.48E+00
	Jour	1.05E+01	8.61E+00
Particules PM2,5	Année	3.17E+00	2.27E+00
Dioxyde de soufre	Année	2.09E-01	2.23E-01
	Jour	7.09E-01	7.90E-01
	Heure	1.78E+00	2.09E+00
Monoxyde de carbone	Heure	3.39E+02	1.84E+02
Benzène	Année	1.14E-01	2.17E-02
Plomb	Année	4.98E-06	5.24E-06
B[a]P	Année	1.28E-04	1.09E-04
Arsenic	Année	9.61E-07	1.01E-06
Cadmium	Année	5.66E-07	6.02E-07
Nickel	Année	4.84E-06	5.33E-06

Tableau 48 : Concentrations maximales relevées dans les habitations hors de la zone projet pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Habitations Hors de la zone Projet		Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m³]	
COMPOSES	Pas de temps	2018 Sans projet	2025 Avec projet
Ammoniac	Année	1.38E+00	1.04E+00
PM à l'échappement	Année	1.59E+00	6.67E-01
COVNM	Année	2.79E+00	7.94E-01
Acétaldéhyde	Année	8.19E-02	3.04E-02
Acroléine	Année	3.96E-02	1.45E-02
1,3-butadiène	Année	3.61E-02	1.24E-02
Éthylbenzène	Année	4.83E-02	6.82E-03
Formaldéhyde	Année	1.58E-01	5.64E-02
Toluène	Année	1.93E-01	3.45E-02
Xylènes	Année	1.55E-01	2.86E-02
16 HAP*	Année	1.42E-02	1.26E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	Année	2.49E-04	2.16E-04
Naphtalène	Année	1.10E-01	9.24E-02
Chrome	Année	4.88E-05	4.84E-05
Mercure	Année	3.86E-05	3.95E-05
Dioxines	Année	1.01E-11	4.78E-12
Furanes	Année	1.50E-11	7.10E-12
PM2,5	Jour	7.63E+00	5.62E+00
NOx (éq. NO ₂)	Année	6.04E+01	3.82E+01
Propionaldéhyde	Année	2.11E-02	8.15E-03

Résultats détaillés des substances 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 réglementés, 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.

Dioxyde d'azote [NO₂]

En considérant les émissions provenant des voies dont le trafic a été fourni pour la zone d'étude, et en incluant les émissions provenant de l'A55, les concentrations (moyennes annuelles et maximales horaires) calculées en NO₂ sont toutes très inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables**, de **l'emprise projet** et des **habitations aux environs de l'emprise projet**, à l'horizon futur 2025 avec projet et à la situation 'sans projet' 2018.

La concentration moyenne calculée sur la zone d'étude est supérieure au seuil réglementaire annuel, en situation fil de l'eau 2018. Les concentrations moyennes annuelles dépassant le seuil sont bien logiquement retrouvées au niveau de la voie A55.

En moyenne annuelle, la teneur maximale sur la grille de calcul avec projet à l'horizon futur 2025, est inférieure à celle en situation fil de l'eau 2018 (**de -29.6 %**) compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres, compensant les augmentations de trafic.

Au niveau des récepteurs ponctuels existants au scénario fil de l'eau (écoles), par rapport au scénario 'avec projet', le projet induit une diminution des concentrations en NO₂ (**diminution maximale d'environ -28.9 % pour les 4 écoles**).

Sur l'emprise projet, le projet induit par rapport au scénario Fil de l'Eau une diminution de la concentration maximale en NO₂ de **-32.8 %**.

Sur les habitations hors de la zone projet, l'aménagement induit par rapport au scénario Fil de l'Eau une diminution de la concentration maximale en NO₂ de **-33.4 %**.

D'après la carte de différence des concentrations modélisées entre situation 'Projet 2025' et 'Fil de l'Eau 2018', il est possible de constater que les hausses des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont faibles (augmentation maximale d'environ +1.5 µg/m³) et localisées au niveau du chemin des Figuerolles, à proximité du projet).

L'évolution du parc roulant des véhicules entraîne une diminution significative sur les concentrations en **dioxyde d'azote** en 2025 par rapport à 2018. Tandis que la réalisation du projet d'aménagement de « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » n'a pas d'impact significative sur ces concentrations.

Les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations sont fournies sans les tableaux suivants.

Tableau 49 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO ₂ (µg/m ³) Moyenne annuelle	Valeur limite	
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	41.84	29.45
CENTILE 90	10.32	7.27
CENTILE 80	6.83	4.83
CENTILE 70	5.17	3.72
Ecole Primaire 1	2.02	1.44
Ecole Élémentaire 1	2.80	1.99
Ecole Élémentaire 2	4.06	2.88
Ecole Maternelle 1	3.90	2.77
Max Zone Projet	18.38	12.36
Centile 90	10.18	7.13
Centile 50	6.87	4.82
Centile 10	4.66	3.33
Moyenne	7.20	5.06
Max Habitations Hors Zone Projet	17.19	11.45
Centile 90	5.77	4.09
Centile 50	3.94	2.81
Centile 10	2.72	1.93
Moyenne	4.22	2.99
<i>Nota Bene</i>	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55	

Tableau 50 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire

NO ₂ (µg/m ³) Maximum horaire	Valeur limite	
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	192.41	135.26
CENTILE 90	60.59	43.01
CENTILE 80	44.75	31.42
CENTILE 70	35.72	25.39
Ecole Primaire 1	17.68	12.56
Ecole Élémentaire 1	22.51	15.99
Ecole Élémentaire 2	32.06	22.78
Ecole Maternelle 1	30.92	21.97
Max Zone Projet	132.92	87.42
Centile 90	64.79	45.90
Centile 50	44.83	31.03
Centile 10	25.55	18.30
Moyenne	45.63	32.10
Max Habitations Hors Zone Projet	104.05	75.89
Centile 90	42.88	30.07
Centile 50	29.37	20.86
Centile 10	20.80	14.81
Moyenne	31.22	22.16
<i>Nota Bene</i>	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55	

Les planches suivantes illustrent les cartographies des isocontours des concentrations annuelles en NO₂ – aux différents horizons étudiés.

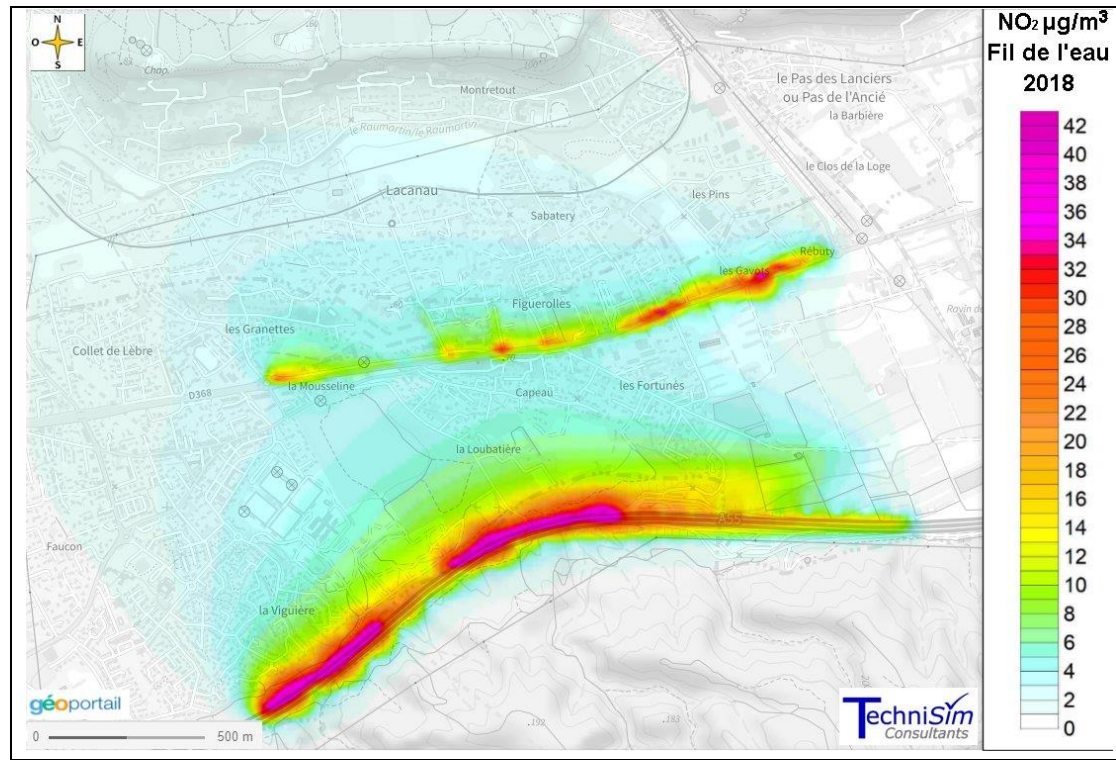


Figure 93 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2018 – Sans projet

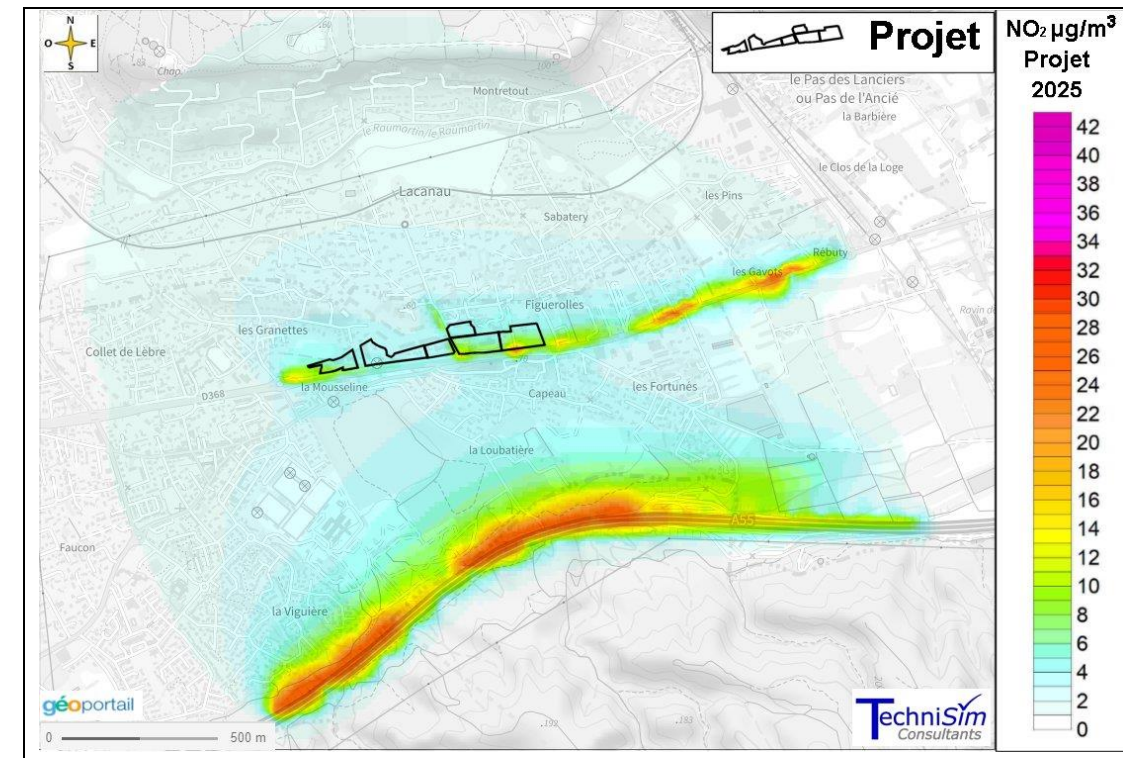


Figure 94 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2025 – Avec projet

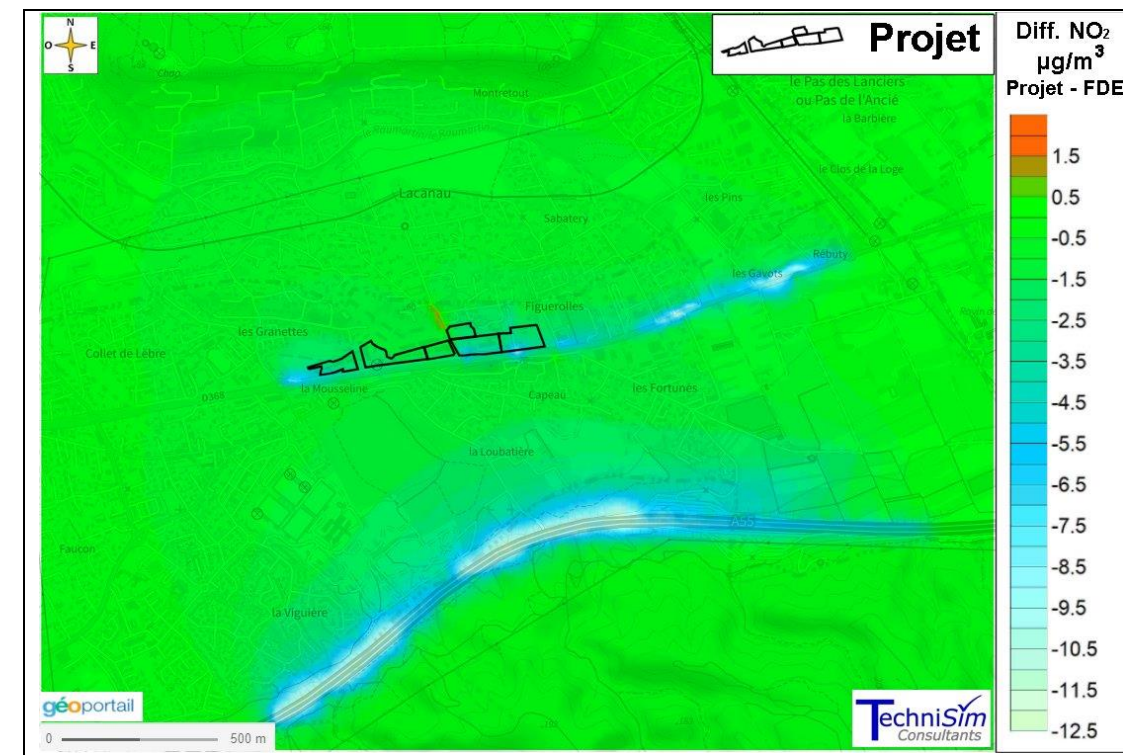


Figure 95 : Différence de concentration en dioxyde d’azote entre la situation projet 2025 et fil de l’eau 2018 (Situation 2 - Situation 1)

Particules PM10 et PM2,5

En considérant les émissions provenant des voies dont le trafic a été fourni pour la zone d'étude, ainsi que les émissions provenant de l'autoroute A55, les concentrations calculées en PM10 et PM2,5 sont inférieures aux normes réglementaires au niveau de la zone d'étude (**sites vulnérables, zone projet et habitations hors projet**) et cela pour les deux scénarios.

Il en va de même pour les concentrations maximales calculées sur la zone d'étude.

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la grille de calcul avec projet à l'horizon futur 2025, sont inférieures à celles en situation fil de l'eau 2018 (**de -18.2 % pour les PM10 et de -28.7 % pour les PM2.5**) compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres, compensant les augmentations de trafic.

Au niveau des récepteurs ponctuels existants au scénario fil de l'eau (écoles), par rapport au scénario 'avec projet', le projet induit une diminution des concentrations en particules :

- * PM10 : **-27.9 % (école primaire 1) allant à -28.5 % (école élémentaire 2 et école maternelle 1) ;**

- * PM2.5 : **-36.8 % (école primaire 1) allant à -37.3 % (école élémentaire 2 et école maternelle 1).**

Sur l'emprise projet, le projet induit par rapport au scénario Fil de l'Eau une diminution de la concentration maximale en PM10 de **-19.3 %** et en PM2.5 de **-27.6%**.

Sur les habitations hors de la zone projet, l'aménagement induit par rapport au scénario Fil de l'Eau une diminution de la concentration maximale en PM10 de **-20.3 %** et en PM2.5 de **-28.5%**.

Enfin, d'après la carte de différence des concentrations modélisées entre situation 'Projet 2025' et 'Fil de l'Eau 2018', il est possible de constater que les hausses des concentrations en particules PM10 et PM2,5 dans l'air ambiant sont faibles sur la zone d'étude (au maximum de l'ordre de +1,0 µgPM10/m³ et de +0,4 µgPM2,5/m³). Les hausses les plus marquées sont retrouvées au niveau du chemin des Figuerolles, à proximité du projet.

L'évolution du parc roulant des véhicules entraîne une diminution significative sur les concentrations en **particules fines** en 2025 par rapport à 2018. Tandis que la réalisation du projet d'aménagement de « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » n'a pas d'impact significative sur ces concentrations.

Les tableaux immédiatement suivants regroupent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 51 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m ³) Moyenne annuelle	Valeur limite	40 µg/m ³
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	10.32	8.45
CENTILE 90	2.54	2.09
CENTILE 80	1.65	1.34
CENTILE 70	1.22	0.97
Ecole Primaire 1	0.45	0.32
Ecole Élémentaire 1	0.62	0.44
Ecole Élémentaire 2	0.90	0.64
Ecole Maternelle 1	0.86	0.62
Max Zone Projet	4.67	3.77
Centile 90	3.57	3.09
Centile 50	1.69	1.36
Centile 10	1.10	0.86
Moyenne	1.76	1.43
Max Habitations Hors Zone Projet	4.36	3.48
Centile 90	1.39	1.12
Centile 50	0.91	0.71
Centile 10	0.63	0.49
Moyenne	1.00	0.78
<i>Nota Bene</i>	<i>Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55</i>	

Tableau 52 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier

PM10 (µg/m ³) Maximum journalier	Valeur limite	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	21.76	16.51
CENTILE 90	5.91	4.72
CENTILE 80	4.28	3.37
CENTILE 70	3.23	2.51
Ecole Primaire 1	1.26	0.90
Ecole Élémentaire 1	1.76	1.26
Ecole Élémentaire 2	2.64	1.89
Ecole Maternelle 1	2.54	1.82
Max Zone Projet	12.74	10.12
Centile 90	6.36	5.18
Centile 50	4.37	3.49
Centile 10	2.67	2.04
Moyenne	4.49	3.60
Max Habitations Hors Zone Projet	10.46	8.61
Centile 90	3.71	3.01
Centile 50	2.51	1.91
Centile 10	1.83	1.37
Moyenne	2.72	2.10
<i>Nota Bene</i>	<i>Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55</i>	

Les cartographies des isocontours des concentrations en PM10 pour les différents horizons et scénarios étudiés sont éditées en figures suivantes.

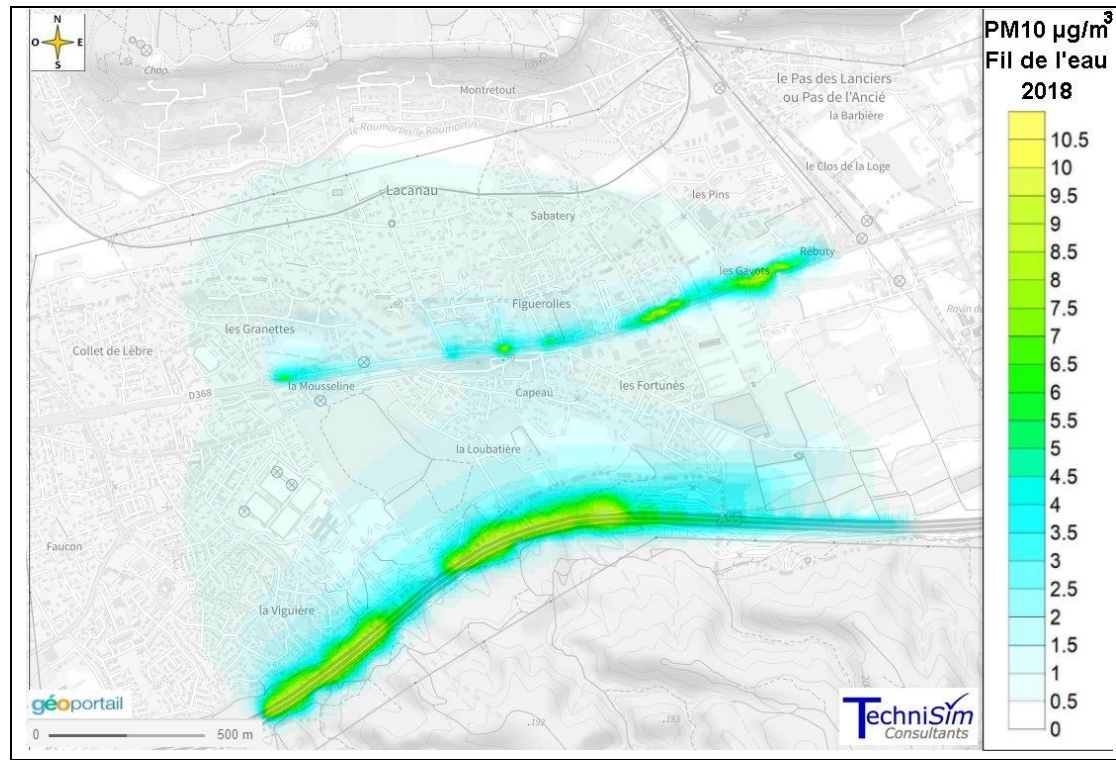


Figure 96 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2018 – Sans projet

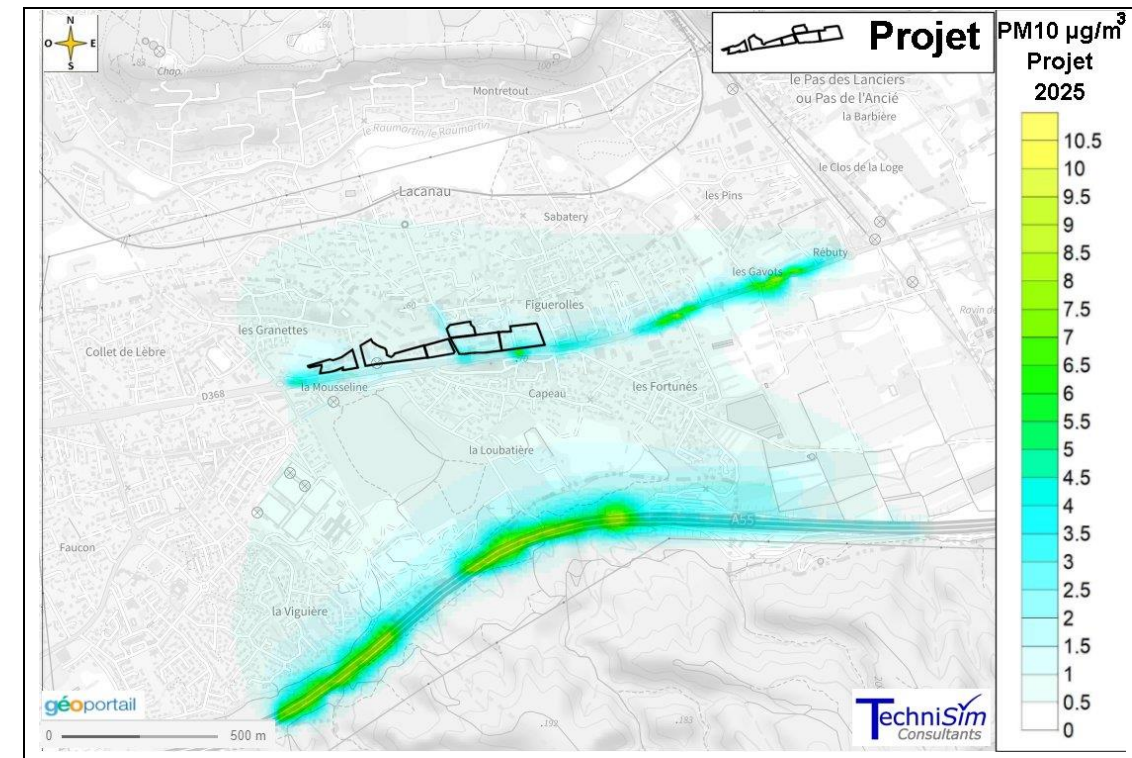


Figure 97 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2025 – Avec projet

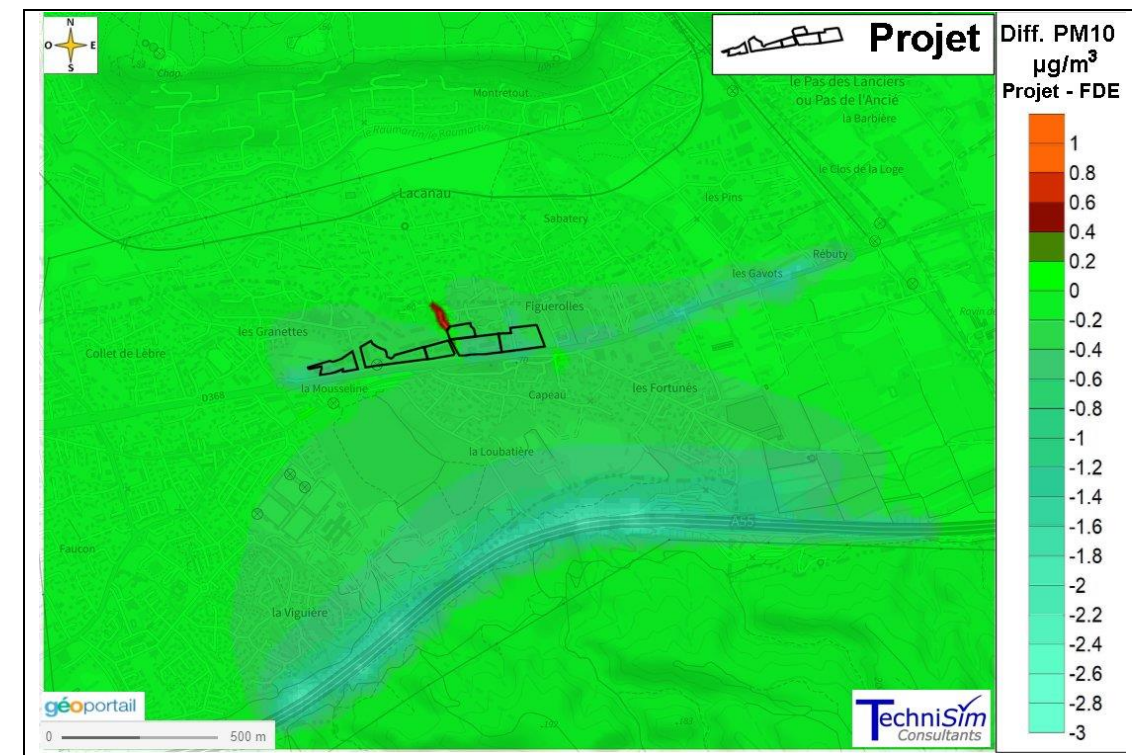


Figure 98 : Différence de concentration en PM10 entre la situation projet 2025 et fil de l'eau 2018 (situation 2 - Situation 1)

Le tableau suivant reporte les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 53 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite	
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	7.72	5.50
CENTILE 90	1.87	1.37
CENTILE 80	1.22	0.88
CENTILE 70	0.92	0.64
Ecole Primaire 1	0.35	0.22
Ecole Élémentaire 1	0.48	0.30
Ecole Élémentaire 2	0.70	0.44
Ecole Maternelle 1	0.67	0.42
Max Zone Projet	3.39	2.46
Centile 90	1.86	1.37
Centile 50	1.24	0.89
Centile 10	0.82	0.57
Moyenne	1.30	0.94
Max Habitations Hors Zone Projet	3.17	2.27
Centile 90	1.03	0.74
Centile 50	0.69	0.47
Centile 10	0.48	0.32
Moyenne	0.75	0.52
Nota Bene	<i>Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55</i>	

Les cartographies des isocontours des concentrations en PM2,5 pour les différents horizons/scénarios étudiés sont représentées graphiquement sur les planches ci-après.

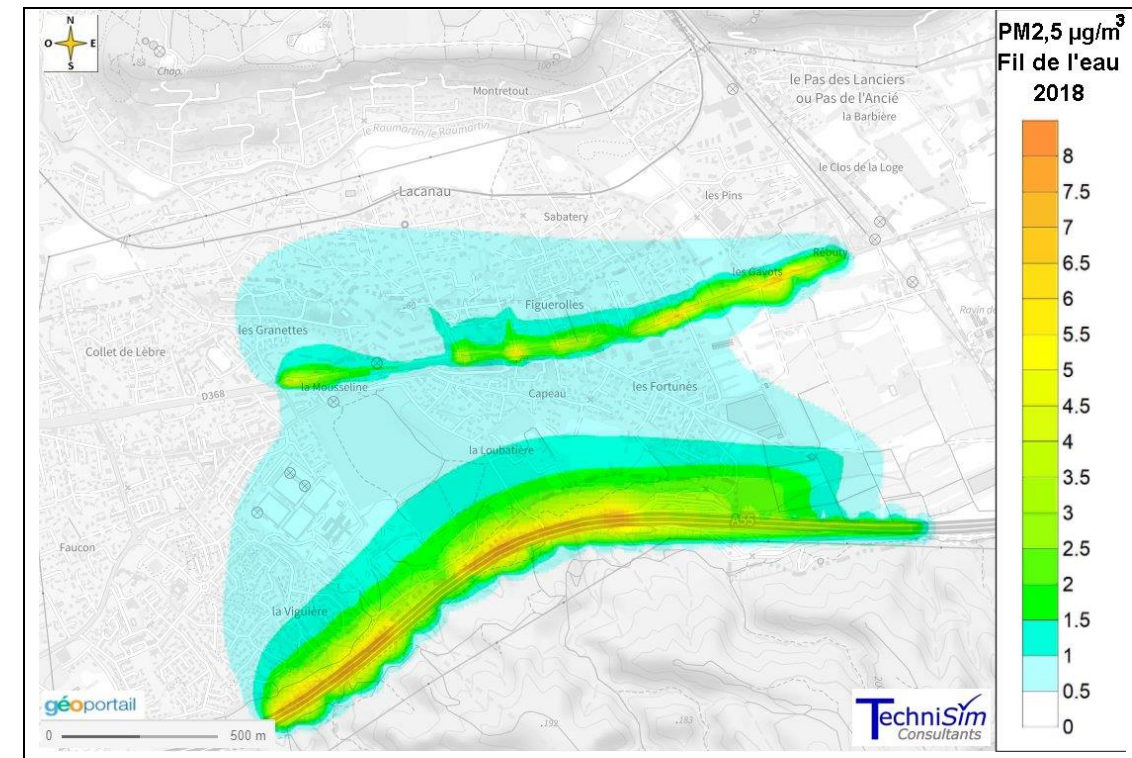


Figure 99 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2018 – Sans Projet

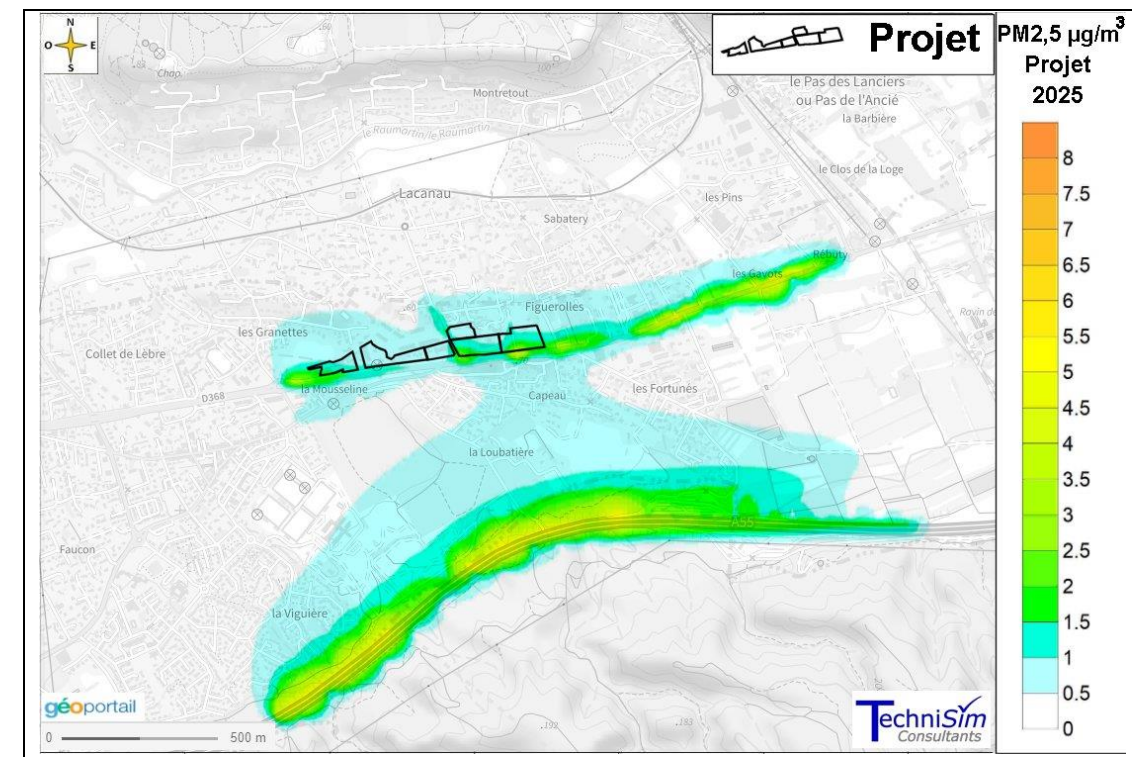


Figure 100 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2025 – Avec projet

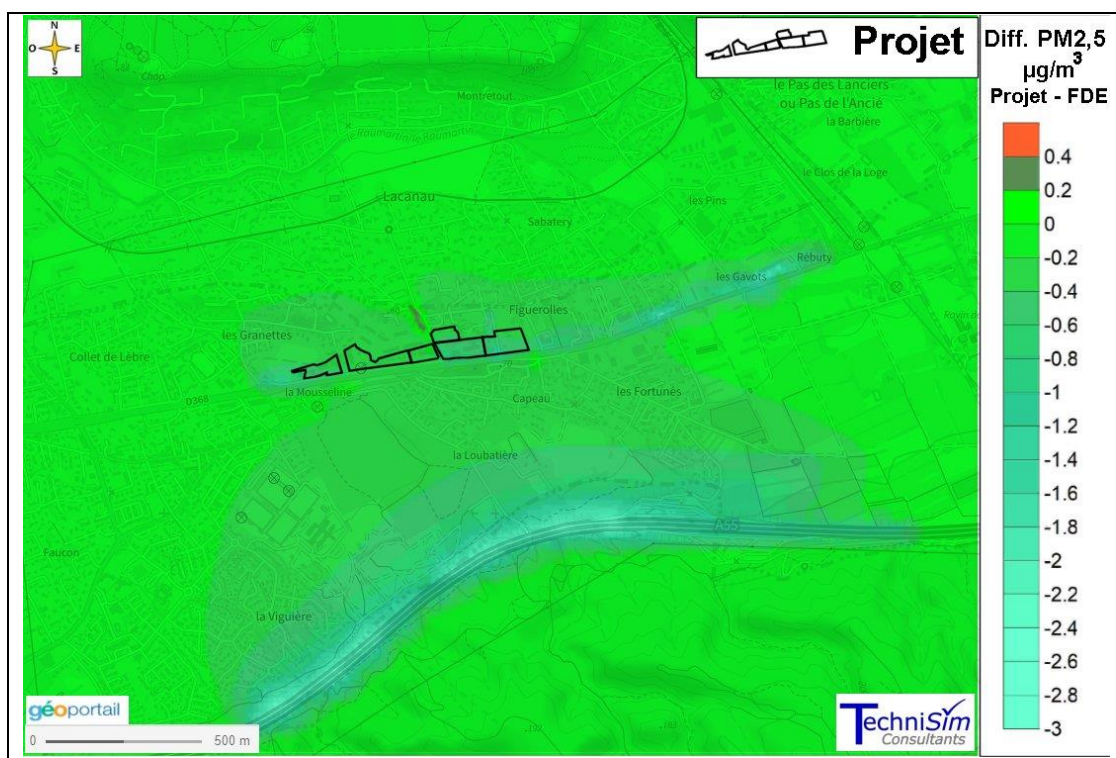


Figure 101 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation projet 2025 et fil de l’eau 2018 (Situation 2 - Situation 1)

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l’air, et cela, pour la situation ‘FDE 2018’ et ‘projet 2025’. Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet n’est pas de nature à impacter significativement la qualité de l’air pour ce qui est de ces composés.

Tableau 54 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l’air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d’information	Seuil d’alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m ³	Moyenne annuelle : 2 µg/m ³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m ³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m ³	Moyenne horaire : 300 µg/m ³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m ³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m ³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m ³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moyenne annuelle : 0,5 µg/m ³	Moyenne annuelle : 0,25 µg/m ³	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m ³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m ³
Cadmium	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,005 µg/m ³
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m ³
Benzo(a) pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m ³
Oxydes d’azote	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 30 µg/m ³ (équivalent NO ₂)	-

17.3. CONCLUSION DE L'IMPACT DU TRAFIC ROUTIER LIÉ AU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

La réalisation de l'aménagement de « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe va entraîner une légère hausse de trafic sur les voies étudiées.

En tout état de cause, au niveau des **lieux vulnérables** (écoles), de **l'emprise projet** et des **habitations en dehors de l'emprise projet** les concentrations calculées en situation 'fil de l'eau' (2018) et à l'horizon futur 2025 en situation 'Projet' sont inférieures aux normes réglementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une réglementation.

À l'horizon futur avec projet (2025), par rapport à la situation 'fil de l'eau' (2018), les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent fortement pour les principaux polluants émis à l'échappement (sauf SO₂ - pour lequel les diminutions sont moins importantes). Cela étant corrélé aux **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs**, ainsi qu'à **l'application des normes Euro** et au **développement des véhicules hybrides/électriques, combinées au renouvellement du parc roulant. Et ce, malgré la légère augmentation globale des volumes de trafic, pour le scénario projet, par rapport à la situation fil de l'eau.**

Les polluants émis également par l'abrasion (notamment le BaP et les métaux) voient quant à eux leurs teneurs maximales sur le domaine d'étude diminuer de manière moins importante, voir même augmenter.

Les impacts du projet sont :

- **Pollution atmosphérique** : les baisses des concentrations maximales en polluants induites par la réalisation du projet, sur la zone d'étude, sont présentes (environ - 13.7 % ; en moyenne sur les polluants de la note technique du 22 février 2019). Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées sur le chemin des Figuerolles, voie permettant la desserte du projet par le nord et demeurent très faibles, voir négligeables vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires.
- **Enjeux populationnels** (lieux vulnérables existants / habitations en projet) : il est possible de constater qu'il n'y a pas d'augmentation de concentration des polluants en situation 'projet'

Pour conclure, la réalisation du projet d'aménagement « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » et les légères hausses de trafic associées sur la zone d'étude ne sont pas de nature à influencer significativement, ni sur les concentrations en polluants, ni sur la qualité de l'air au niveau des **lieux vulnérables** existants, de **l'emprise projet** et des **habitations en dehors de la zone projet**, en comparaison avec le scénario Fil de l'Eau.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ – ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National 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 » - 13162B 200357-2563482-v1.0 ;
- 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.

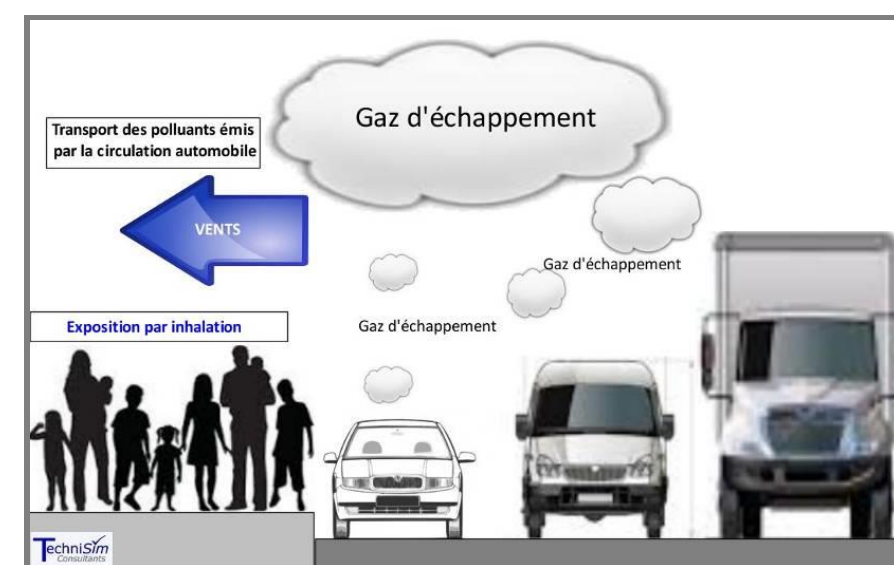


Figure 102 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

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 dont le trafic a été fourni, ainsi que des émissions liées à la circulation sur l'autoroute A55.
- La voie d'exposition privilégiée ici est l'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 (cancérogène) et de chrome III (non cancérogène).

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.

Dans le présent cas, les polluants retenus sont issus 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.

L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$. 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.

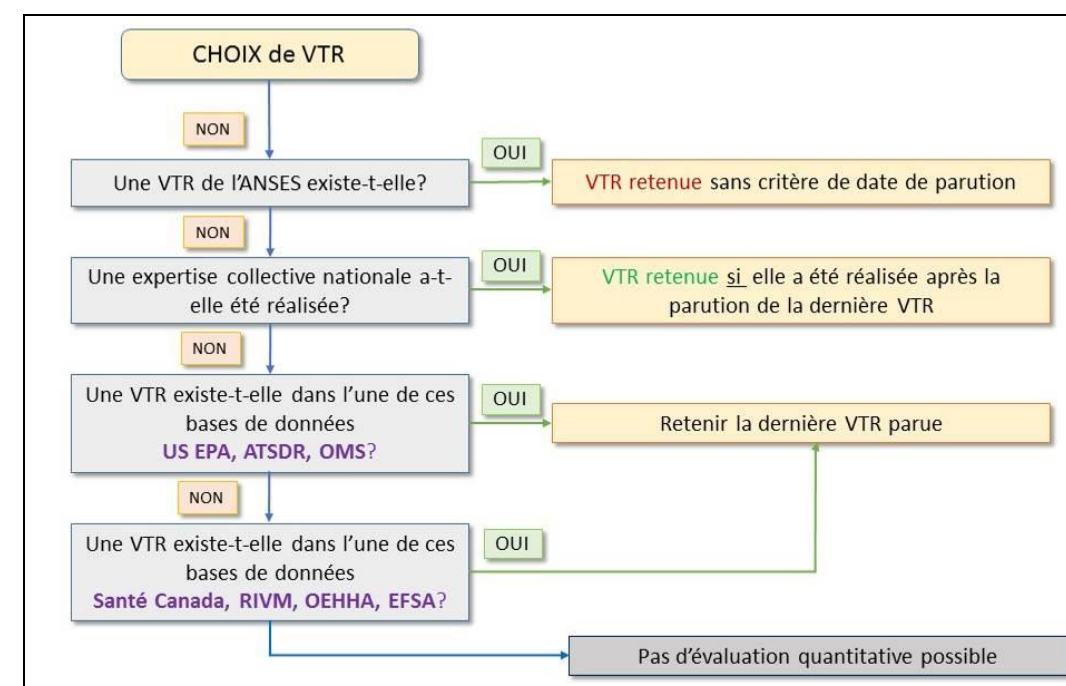


Figure 103: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux qui vont suivre.

Tableau 55 : 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	160,0	[µg/m³]	75	Anses	2014	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire	VTR	0,15	[µg/m³]	75	Anses	2020	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	2,0	[µg/m³]	300	Anses	2021	VTR retenue par l'ANSES
Éthylbenzène	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 et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	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]	Non précisé	Anses	2017	VTR de l'ANSES
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Effets neurologiques	VTR	100	[µg/m³]	300	US EPA	2003	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Diminution de la survie des embryons/fœtus	RfC	0,002	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Anémies hémolytiques et cataractes	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	0,45	[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	0,03	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l'INERIS
Mercur	7439-97-6	Inhalation	Effets neurologiques Troubles de la mémoire et de la motricité	REL	0,03	[µg/m³]	300	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	VTR	0,23	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
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	0,9	[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	5,0	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - A comparer avec les recommandations de l'OMS : 15 µg/m³ en moyenne annuelle							
Particules PM2.5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - A comparer avec les recommandations de l'OMS : 5 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible - A 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 56 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils - 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	ERU	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	ERU	3,00E-05	[µg/m³] ⁻¹	US EPA	2002	VTR retenue par l'INERIS
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles	ERU	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	Sante Canada	2000	VTR retenue par l'INERIS
Propionaldéhyde	108-88-3	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)	ERU	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	1,5E-04	[µg/m³] ⁻¹	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Cancers du poumon	ERU	9,80E-03	[µg/m³] ⁻¹	Santé Canada	2010	Dernière VTR parue
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	ERU	4,00E-02	[µg/m³] ⁻¹	OMS	2013	VTR retenue par l'ANSES
Mercurure	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	ERU	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	ERU	38,0	[µg/m³] ⁻¹	OEHHA	1986	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	ERU	11,0	[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 de deux facteurs :

- 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.

Pour le projet étudié, il s'agit des scénarios ci-après :

Voie d'exposition - Inhalation

- Effets à seuils
 - **Écolier** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / du projet et fréquentant les écoles de la zone d'étude.
 - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein du projet.

- Effets sans seuils
 - **Enfant** : ce scénario considère les individus jusqu'à 11 ans vivant au sein de la zone d'étude/du projet et fréquentant les établissements scolaires de la zone d'étude.
 - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein du 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	[Sans dimension]
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	[Sans dimension]
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.

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont indiqués dans les tableaux ci-après.

Tableau 57 : Scénario d'exposition « écolier » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER Durée d'exposition : 3 ans / Maternelle --- 5 ans / Élémentaire --- 8 ans / Primaire	En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE		
	École	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an	-Concentrations calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
		4 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Domicile	14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées sur les zones d'habitations de la zone d'étude hors projet
		20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées sur les zones d'habitations de la zone d'étude hors projet -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet	
Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES			
Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 16 semaines /an	-Concentrations maximales calculées sur les zones d'habitations de la zone d'étude hors projet -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet	

Tableau 58 : Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT Durée d'exposition : 11 ans	Domicile	47 semaines/an 10 h/jour – 5 jours/semaine	3 ans	-Concentrations maximales calculées sur les zones d'habitations de la zone d'étude hors projet -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	École maternelle et élémentaire	36 semaines/an 10 h/jour – 4 jours/semaine 04 h/jour – 1 jour/ semaine	8 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
ENFANT Durée d'exposition : 11 ans	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines /an	3 ans	-Concentrations maximales calculées sur les zones d'habitations de la zone d'étude hors projet -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
		14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an 20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an 24 h/jour – 7 jours/ semaine – 16 semaines /an	8 ans	

Tableau 59 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT Durée d'exposition : 17 ans*	Semaine et week end		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	-Concentrations maximales calculées sur les zones d'habitations de la zone d'étude hors projet -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

*Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de Gignac-la-Nerthe (16,3 ans) arrondie à l'année supérieure (Insee)

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques.

Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ».

Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR].

On calcule alors un **Quotient de Danger** [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

$$QD = CMI/CAA$$

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]

CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [µg/m³]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.

Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] 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.

$$ERI = ERU_i \times CMI$$

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]

ERU_i 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

Les quotients de dangers obtenus pour chaque scénario d'exposition sont reportés dans les tableaux suivants.

Tableau 60 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 1 « école primaire privée Saint Louis » – scénario écolier

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario écolier Récepteur 1 : école primaire privée Saint Louis		
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
Acétaldéhyde	4,26E-04	1,58E-04	1,71E-04
Acroléine	2,19E-01	8,08E-02	8,74E-02
Arsenic	5,35E-05	5,62E-05	6,07E-05
Benzène	9,39E-03	1,80E-03	1,96E-03
1,3-butadiène	1,50E-02	5,16E-03	5,58E-03
Cadmium	1,05E-06	1,12E-06	1,21E-06
Chrome	1,36E-03	1,35E-03	1,46E-03
Dioxines	2,11E-07	9,99E-08	1,08E-07
Éthylbenzène	2,66E-05	3,76E-06	4,09E-06
Formaldéhyde	1,07E-03	3,83E-04	4,14E-04
Furanes	3,14E-07	1,49E-07	1,60E-07
Mercure	1,08E-03	1,10E-03	1,19E-03
Naphtalène	2,48E-03	2,09E-03	2,25E-03
Ammoniac NH ₃	2,31E-03	1,77E-03	1,89E-03
Nickel	1,75E-05	1,93E-05	2,09E-05
Plomb	4,61E-06	4,86E-06	5,25E-06
Toluène	8,37E-06	1,50E-06	1,64E-06
Xylènes	1,28E-03	2,36E-04	2,57E-04
Particules diesel	2,68E-01	1,12E-01	1,21E-01
Propionaldéhyde	2,20E-03	8,50E-04	9,19E-04
16 HAP eq. BaP	1,04E-01	9,06E-02	9,77E-02

Tableau 61 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 2 « école élémentaire Marie Mauron » – scénario écolier

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario écolier Récepteur 2 : école élémentaire Marie Mauron		
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
	Acétaldéhyde	4,28E-04	1,60E-04
Acroléine	2,21E-01	8,14E-02	8,80E-02
Arsenic	5,39E-05	5,66E-05	6,12E-05
Benzène	9,43E-03	1,81E-03	1,97E-03
1,3-butadiène	1,51E-02	5,21E-03	5,62E-03
Cadmium	1,06E-06	1,12E-06	1,22E-06
Chrome	1,37E-03	1,36E-03	1,47E-03
Dioxines	2,13E-07	1,01E-07	1,09E-07
Éthylbenzène	2,67E-05	3,78E-06	4,11E-06
Formaldéhyde	1,08E-03	3,85E-04	4,17E-04
Furanes	3,17E-07	1,50E-07	1,62E-07
Mercure	1,08E-03	1,11E-03	1,20E-03
Naphtalène	2,50E-03	2,10E-03	2,27E-03
Ammoniac NH ₃	2,33E-03	1,79E-03	1,91E-03
Nickel	1,76E-05	1,94E-05	2,10E-05
Plomb	4,65E-06	4,90E-06	5,29E-06
Toluène	8,39E-06	1,51E-06	1,64E-06
Xylènes	1,28E-03	2,38E-04	2,58E-04
Particules diesel	2,71E-01	1,13E-01	1,22E-01
Propionaldéhyde	2,21E-03	8,56E-04	9,26E-04
16 HAP eq. BaP	1,05E-01	9,15E-02	9,85E-02

Tableau 62 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 3 « école élémentaire Nelson Mandela » – scénario écolier

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario écolier Récepteur 3 : école élémentaire Nelson Mandela		
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
	Acétaldéhyde	4,33E-04	1,62E-04
Acroléine	2,23E-01	8,24E-02	8,90E-02
Arsenic	5,46E-05	5,74E-05	6,19E-05
Benzène	9,48E-03	1,82E-03	1,98E-03
1,3-butadiène	1,53E-02	5,28E-03	5,69E-03
Cadmium	1,07E-06	1,14E-06	1,23E-06
Chrome	1,40E-03	1,39E-03	1,49E-03
Dioxines	2,16E-07	1,02E-07	1,10E-07
Éthylbenzène	2,68E-05	3,81E-06	4,14E-06
Formaldéhyde	1,09E-03	3,90E-04	4,22E-04
Furanes	3,21E-07	1,52E-07	1,64E-07
Mercure	1,10E-03	1,13E-03	1,21E-03
Naphtalène	2,53E-03	2,13E-03	2,30E-03
Ammoniac NH ₃	2,37E-03	1,84E-03	1,96E-03
Nickel	1,78E-05	1,96E-05	2,12E-05
Plomb	4,71E-06	4,96E-06	5,36E-06
Toluène	8,44E-06	1,52E-06	1,65E-06
Xylènes	1,29E-03	2,40E-04	2,60E-04
Particules diesel	2,76E-01	1,15E-01	1,24E-01
Propionaldéhyde	2,24E-03	8,67E-04	9,37E-04
16 HAP eq. BaP	1,06E-01	9,29E-02	1,00E-01

Tableau 63 : Quotients de dangers par composé au niveau du récepteur 4 « école maternelle Nelson Mandela » – scénario écolier

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario écolier Récepteur 4 : école maternelle Nelson Mandela		
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
Acétaldéhyde	4,33E-04	1,61E-04	1,74E-04
Acroléine	2,23E-01	8,22E-02	8,89E-02
Arsenic	5,45E-05	5,73E-05	6,18E-05
Benzène	9,47E-03	1,82E-03	1,98E-03
1,3-butadiène	1,52E-02	5,27E-03	5,69E-03
Cadmium	1,07E-06	1,14E-06	1,23E-06
Chrome	1,39E-03	1,38E-03	1,49E-03
Dioxines	2,15E-07	1,02E-07	1,10E-07
Éthylbenzène	2,68E-05	3,80E-06	4,13E-06
Formaldéhyde	1,09E-03	3,90E-04	4,21E-04
Furanes	3,21E-07	1,52E-07	1,64E-07
Mercure	1,10E-03	1,12E-03	1,21E-03
Naphtalène	2,53E-03	2,13E-03	2,30E-03
Ammoniac NH ₃	2,37E-03	1,83E-03	1,95E-03
Nickel	1,78E-05	1,96E-05	2,12E-05
Plomb	4,70E-06	4,95E-06	5,35E-06
Toluène	8,43E-06	1,52E-06	1,65E-06
Xylènes	1,29E-03	2,39E-04	2,60E-04
Particules diesel	2,75E-01	1,15E-01	1,23E-01
Propionaldéhyde	2,23E-03	8,66E-04	9,35E-04
16 HAP eq. BaP	1,06E-01	9,27E-02	9,98E-02

Tableau 64 : Quotients de dangers par composé– scénario résident

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario résident		
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
Acétaldéhyde	5,10E-04	1,89E-04	2,05E-04
Acroléine	2,63E-01	9,67E-02	1,05E-01
Arsenic	6,39E-05	6,71E-05	7,27E-05
Benzène	1,14E-02	2,17E-03	2,36E-03
1,3-butadiène	1,80E-02	6,17E-03	6,68E-03
Cadmium	1,26E-06	1,33E-06	1,45E-06
Chrome	1,62E-03	1,61E-03	1,74E-03
Dioxines	2,52E-07	1,19E-07	1,29E-07
Éthylbenzène	3,21E-05	4,53E-06	4,94E-06
Formaldéhyde	1,28E-03	4,58E-04	4,96E-04
Furanes	3,75E-07	1,77E-07	1,92E-07
Mercure	1,28E-03	1,31E-03	1,42E-03
Naphtalène	2,96E-03	2,49E-03	2,70E-03
Ammoniac NH ₃	2,74E-03	2,08E-03	2,22E-03
Nickel	2,10E-05	2,31E-05	2,51E-05
Plomb	5,51E-06	5,81E-06	6,29E-06
Toluène	1,01E-05	1,81E-06	1,98E-06
Xylènes	1,54E-03	2,85E-04	3,10E-04
Particules diesel	3,18E-01	1,33E-01	1,44E-01
Propionaldéhyde	2,63E-03	1,02E-03	1,10E-03
16 HAP eq. BaP	1,24E-01	1,08E-01	1,16E-01

Les quotients de dangers cumulés calculés par organes-cibles sont schématisés sur les diagrammes suivants.

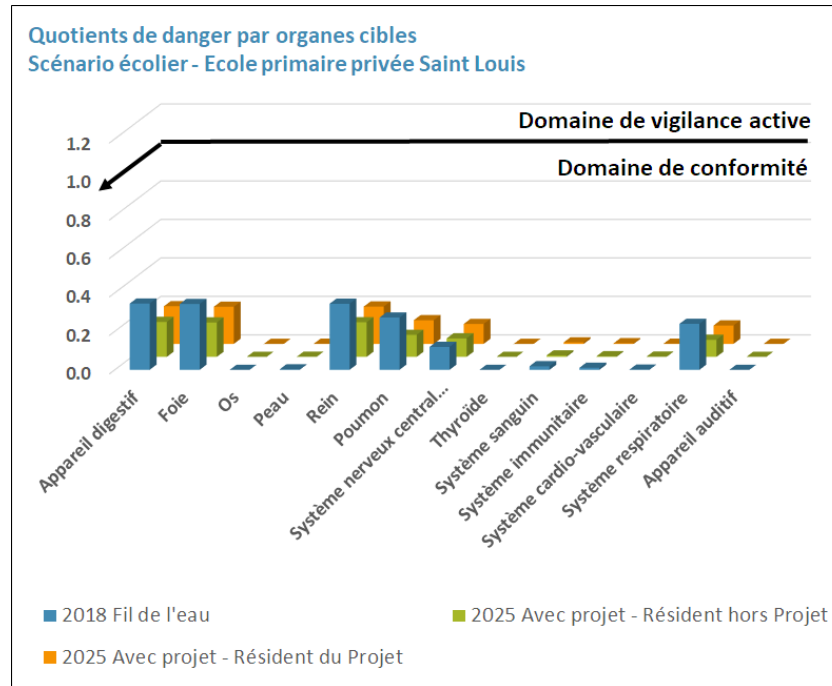


Figure 104 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École primaire privée Saint Louis

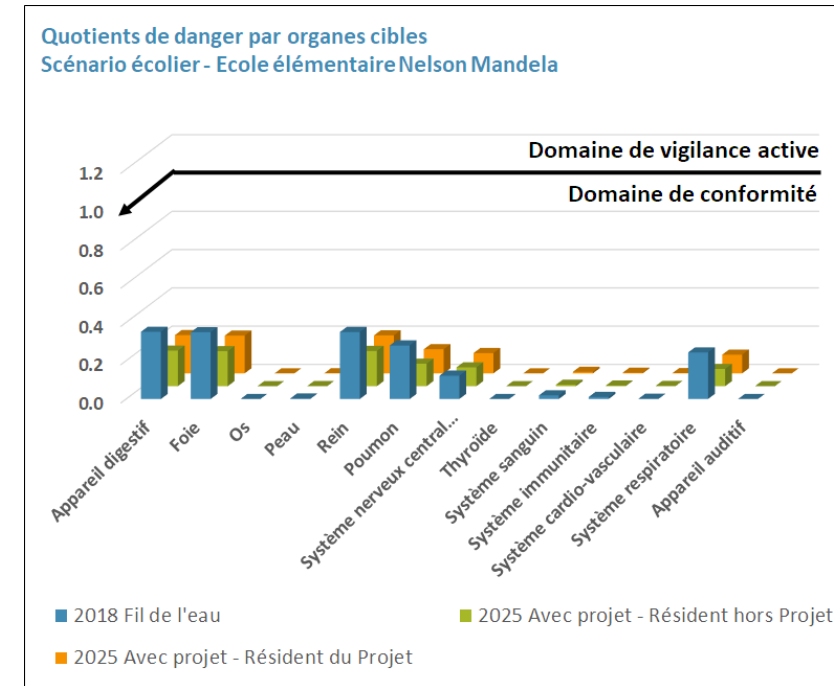


Figure 106 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École élémentaire Nelson Mandela

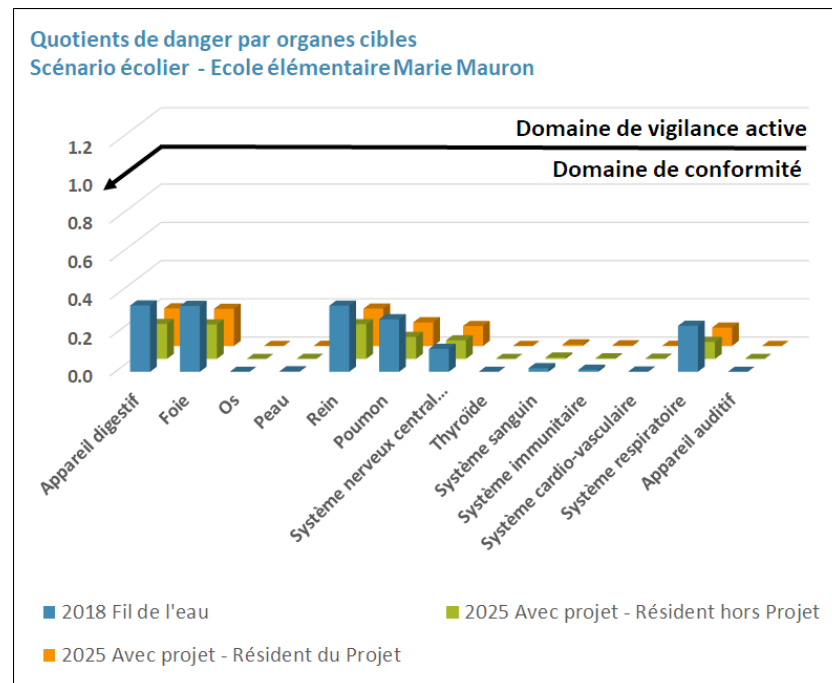


Figure 105 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École élémentaire Marie Mauron

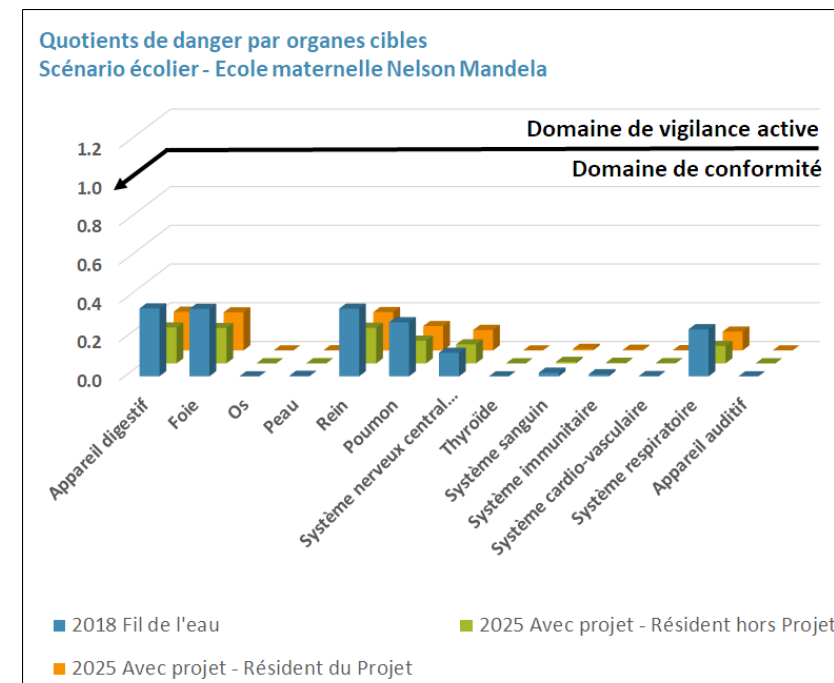


Figure 107 : Quotients de danger cumulés maximaux - Scénario écolier – École maternelle Nelson Mandela

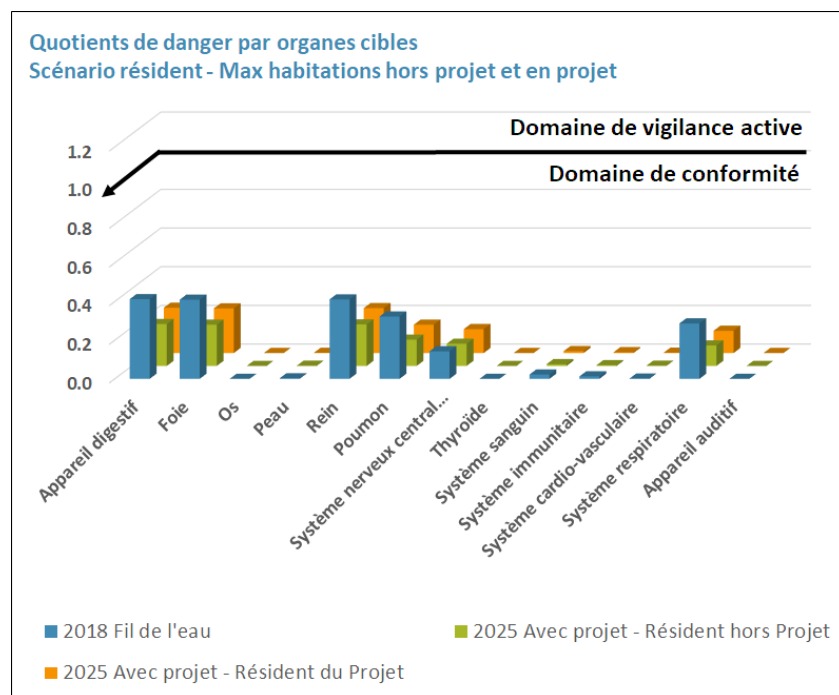


Figure 108 : Quotients de danger cumulés - Scénario résident

Il est possible de constater que les Quotients de Danger (QD) sont tous inférieurs à 1, et cela, même en les additionnant par organe-cible.

Les QD et QD cumulés sont tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons et scénarios examinés.

Ainsi, l'indice des risques non cancérogènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés.

Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, pour les effets chroniques à seuils, les effets critiques ne sont pas a priori de nature à apparaître au sein de la population exposée. De ce fait, aucun polluant ne nécessite une surveillance particulière.

La réalisation du projet n'est pas de nature à induire des effets pathologiques au sein des populations exposées, en comparaison au scénario fil de l'eau 2018.

Cas particulier des substances sans VTR

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR.

Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne avec les recommandations annuelles de l'OMS en ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules PM10 et PM2.5.

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau suivant et comparés aux concentrations calculées pour chaque lieu vulnérable, aux concentrations calculées sur les zones d'habitations hors projet (habitants hors projet) et aux concentrations calculées sur l'emprise projet (habitants du projet).

Tableau 65 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO₂

NO ₂	Recommandation annuelle de l'OMS	
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	17,2	11,5
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	11,4	8,2
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	7,1	5,1
RECEPTEUR 1	2,0	1,4
RECEPTEUR 2	2,8	2,0
RECEPTEUR 3	4,1	2,9
RECEPTEUR 4	3,9	2,8
Max Projet	18,4	12,4
Centile 99 - Projet	14,2	10,2
Centile 95 - Projet	11,1	7,7
Centile 90 - Projet	10,2	7,1
Centile 80 - Projet	9,0	6,2
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que les émissions liées au trafic sur l'A55	

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 66 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10

PM10	Recommandation annuelle de l'OMS	
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	4,4	3,5
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	2,9	2,5
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	1,8	1,5
RECEPTEUR 1	0,4	0,3
RECEPTEUR 2	0,6	0,4
RECEPTEUR 3	0,9	0,6
RECEPTEUR 4	0,9	0,6
Max Projet	4,7	3,8
Centile 99 - Projet	3,6	3,1
Centile 95 - Projet	2,8	2,3
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que les émissions liées au trafic sur l'A55	

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 67 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5

PM2,5	Recommandation annuelle de l'OMS	
	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	3,2	2,3
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	2,1	1,6
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	1,3	1,0
RECEPTEUR 1	0,3	0,2
RECEPTEUR 2	0,5	0,3
RECEPTEUR 3	0,7	0,4
RECEPTEUR 4	0,7	0,4
Max Projet	3,4	2,5
Centile 99 - Projet	2,6	2,0
Centile 95 - Projet	2,0	1,5
Nota Bene	<i>Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que les émissions liées au trafic sur l'A55</i>	

Seuil respecté Seuil dépassé

En considérant uniquement les émissions des brins dont les trafics ont été fournis, et en incluant celles liées à l'A55, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l'OMS pour les particules PM10 et PM2,5 sont respectées, en situations Fil de l'eau 2018 et Projet 2025, pour tous les lieux vulnérables et pour les habitants de la zone d'étude (hors ou en projet).

En revanche, pour le NO₂, la recommandation annuelle de l'OMS est respectée pour les lieux vulnérables mais est dépassée :

-en situation Fil de l'eau 2018 pour moins de 5 % des concentrations calculées sur les zones habitées hors projet et pour un peu plus de 10 % des concentrations calculées sur l'emprise projet ;

-en situation Projet 2025 pour moins de 1 % des concentrations calculées sur les zones habitées hors projet et pour un peu plus de 1 % des concentrations calculées sur l'emprise projet.

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.

Les ERI calculés pour les différents scénarios sont présentés dans les tableaux et figures ci-après.

❖ Scénario enfant

Tableau 68 : Excès de risque individuel – scénario « Enfant »

ENFANT	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
Acéaldéhyde	2,51E-08	9,35E-09	1,01E-08
Arsenic	2,02E-11	2,12E-11	2,29E-11
Benzène	4,08E-07	7,83E-08	8,52E-08
1,3-butadiène	1,51E-07	5,20E-08	5,62E-08
Cadmium	7,77E-10	8,26E-10	8,93E-10
Chrome	2,75E-07	2,73E-07	2,94E-07
Dioxines	5,38E-11	2,55E-11	2,75E-11
Éthylbenzène	1,67E-08	2,36E-09	2,57E-09
Formaldéhyde	1,16E-07	4,15E-08	4,49E-08
Furanes	2,32E-11	1,10E-11	1,18E-11
Naphtalène	8,62E-08	7,26E-08	7,84E-08
Nickel	1,15E-10	1,26E-10	1,37E-10
Plomb	8,36E-12	8,81E-12	9,52E-12
Particules diesel	7,67E-06	3,20E-06	3,44E-06
16 HAP eq BaP	3,84E-08	3,35E-08	3,61E-08
Cumulé	8,79E-06	3,76E-06	4,05E-06

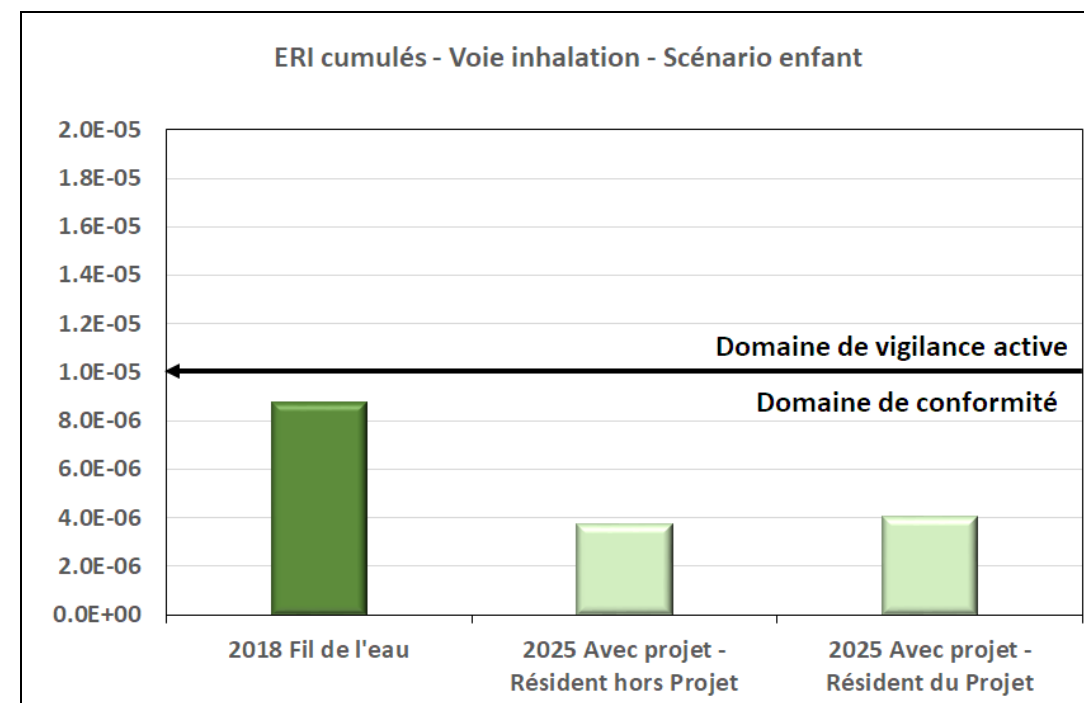


Figure 109 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans)

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons et scénarios, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios.

❖ **Scénario résident**

En considérant les ERI par composés, il est constaté que ceux-ci sont tous dans le domaine de conformité (inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}) à l'exception de l'ERI des particules diesel en situation Fil de l'eau 2018. Par voie de conséquence, l'ERI cumulé pour la situation Fil de l'eau 2018 est également situé dans le domaine de vigilance active.

En revanche, à l'horizon futur 2025, les ERI cumulés sont situés dans le domaine de conformité pour les résidents hors projet ou du projet.

Pour rappel, il a été pris pour hypothèse majorante que l'ensemble des particules à l'échappement sont des particules diesel, ce qui tend à surestimer l'ERI de ces dernières.

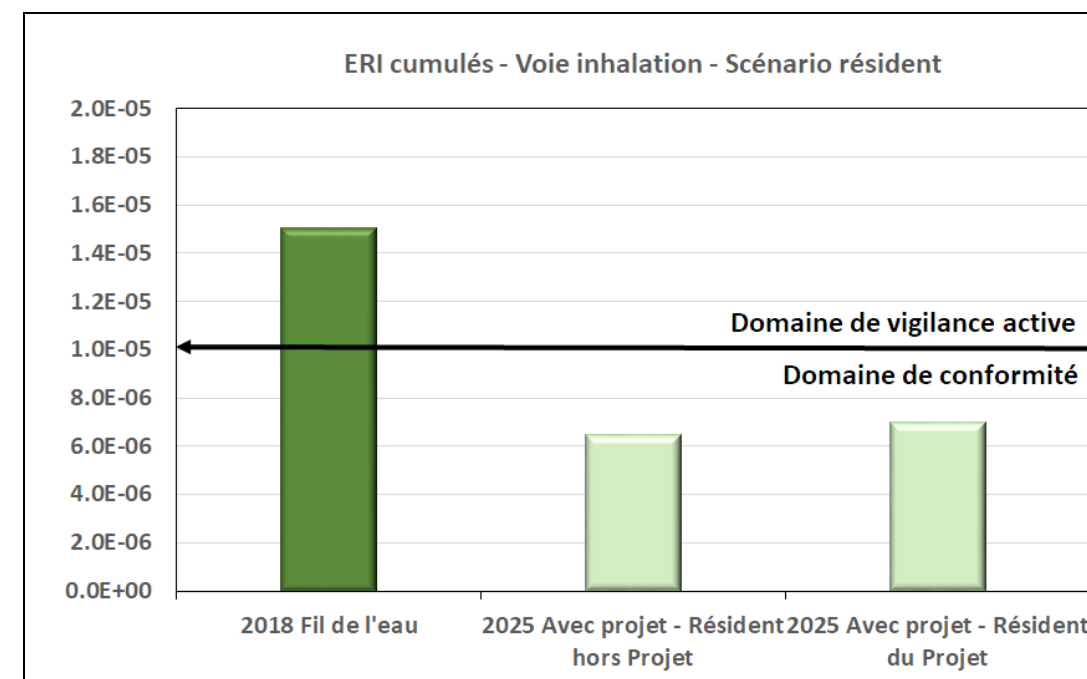


Figure 110 : ERI cumulés – scénario résident

Tableau 69 : Excès de risque individuel – scénario « Résident »

RÉSIDENT	2018 Fil de l'eau	2025 Avec projet Résident hors projet	2025 Avec projet Résident du projet
Acétaldéhyde	4,36E-08	1,62E-08	1,75E-08
Arsenic	3,49E-11	3,67E-11	3,97E-11
Benzène	7,17E-07	1,37E-07	1,49E-07
1,3-butadiène	2,62E-07	8,99E-08	9,73E-08
Cadmium	1,34E-09	1,43E-09	1,55E-09
Chrome	4,72E-07	4,69E-07	5,07E-07
Dioxines	9,28E-11	4,40E-11	4,76E-11
Éthylbenzène	2,93E-08	4,13E-09	4,50E-09
Formaldéhyde	2,02E-07	7,19E-08	7,79E-08
Furanes	4,00E-11	1,89E-11	2,05E-11
Naphtalène	1,49E-07	1,25E-07	1,36E-07
Nickel	1,99E-10	2,19E-10	2,38E-10
Plomb	1,45E-11	1,52E-11	1,65E-11
Particules diesel	1,31E-05	5,50E-06	5,93E-06
16 HAP eq BaP	6,62E-08	5,76E-08	6,22E-08
Cumulé	1,51E-05	6,47E-06	6,98E-06

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 concentrations maximales (horaires ou journalières) au niveau de chaque lieu vulnérable, ainsi que les concentrations calculées sur les zones d'habitations hors projet (habitants hors projet) et les concentrations calculées sur l'emprise projet (habitants du projet) sont comparées aux recommandations journalières et horaires de l'OMS pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5.

Il est alors obtenu les résultats regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 70 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – PM10

PM10	Recommandation journalière de l’OMS	
	2018 Fil de l’eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	10,5	8,6
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	7,2	6,0
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	4,8	3,8
RECEPTEUR 1	1,3	0,9
RECEPTEUR 2	1,8	1,3
RECEPTEUR 3	2,6	1,9
RECEPTEUR 4	2,5	1,8
Max Projet	12,7	10,1
Centile 99 - Projet	9,7	7,8
Centile 95 - Projet	7,0	5,8
Nota Bene	<i>Ces résultats considèrent uniquement l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que les émissions liées au trafic sur l’A55</i>	

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 71 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – PM2,5

PM2.5	Recommandation journalière de l’OMS	
	2018 Fil de l’eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	7,6	5,6
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	5,3	3,9
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	3,5	2,5
RECEPTEUR 1	1,0	0,6
RECEPTEUR 2	1,4	0,9
RECEPTEUR 3	2,0	1,3
RECEPTEUR 4	2,0	1,2
Max Projet	9,3	6,6
Centile 99 - Projet	7,1	5,1
Centile 95 - Projet	5,1	3,8
Nota Bene	<i>Ces résultats considèrent uniquement l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que les émissions liées au trafic sur l’A55</i>	

Seuil respecté Seuil dépassé

Pour les PM10 et les PM2,5, les recommandations journalières de l’OMS sont respectées au niveau des lieux vulnérables, des habitants du projet et hors projet, - regardant les effets aigus - quels que soient l’horizon et le scénario, en considérant uniquement les émissions des brins dont les trafics ont été fournis, ainsi que celles de l’A55.

Tableau 72 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – NO₂

NO ₂	Recommandation journalière de l’OMS	
	2018 Fil de l’eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	41,6	28,7
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	28,8	20,5
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	19,1	13,5
RECEPTEUR 1	5,7	4,1
RECEPTEUR 2	7,9	5,6
RECEPTEUR 3	11,9	8,5
RECEPTEUR 4	11,5	8,1
Max Projet	50,2	33,3
Centile 99 - Projet	38,7	26,3
Centile 95 - Projet	28,1	19,6
Centile 90 - Projet	25,6	17,9
Centile 80 - Projet	22,9	16,0
NO ₂	Recommandation horaire de l’OMS	
	2018 Fil de l’eau	2025 Avec projet
MAX HAB. HORS PROJET	104,0	75,9
CENTILE 99 HAB HORS PROJET	72,0	50,5
CENTILE 95 HAB HORS PROJET	51,7	36,3
RECEPTEUR 1	17,7	12,6
RECEPTEUR 2	22,5	16,0
RECEPTEUR 3	32,1	22,8
RECEPTEUR 4	30,9	22,0
Max Projet	132,9	87,4
Centile 99 - Projet	99,7	67,6
Centile 95 - Projet	73,4	51,9
Nota Bene	<i>Ces résultats considèrent uniquement l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que les émissions liées au trafic sur l’A55</i>	

Seuil respecté Seuil dépassé

Pour le NO₂, la recommandation horaire de l’OMS est respectée au niveau des lieux vulnérables, des habitants du projet et hors projet, quels que soient l’horizon et le scénario, en considérant uniquement les émissions des brins dont les trafics ont été fournis, ainsi que celles de l’A55.

En revanche la recommandation journalière de l’OMS pour le NO₂ est dépassée :

- en situation Fil de l’eau 2018 pour moins de 5 % des concentrations calculées sur les zones habitées hors projet et pour un peu plus de 10 % des concentrations calculées sur l’emprise projet ;
- en situation Projet 2025 pour moins de 1 % des concentrations calculées sur les zones habitées hors projet et pour un peu plus de 1 % des concentrations calculées sur l’emprise projet.

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.

<p>Étape 1 : Identification du danger</p> <p><i>Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interaction de mélanges de polluants • Produits de dégradation des molécules mal connus • Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal
<p>Étape 2 : Choix de la VTR</p> <p><i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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)
<p>Étape 3 : Estimation de l'Exposition</p> <p><i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<p>Étape 4 : Caractérisation du risque</p> <p><i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 cancérrogènes 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

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.

Pour les produits cancérigènes 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**Voie d'exposition inhalation**

L'étude trafic fait ressortir que la réalisation de l'opération en 2025 se traduira par une hausse du volume de trafic par rapport au scénario 'Fil de l'Eau' 2018 sur les voies du réseau d'étude.

Pour l'ensemble des horizons (2018 et 2025), 'sans' ou 'avec' projet, et des scénarios d'exposition étudiés, il est possible de constater que tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible.

En considérant les Excès de Risque Individuel (ERI) par composé et cumulés, il est également possible de constater que ceux-ci sont tous inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} (valeur correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, par rapport à une population non exposée) pour l'horizon futur 2025, quel que soit le scénario d'exposition (enfant, résident).

Seul l'ERi des particules diesel pour la situation fil de l'Eau 2018, dans le cas du scénario résident uniquement, est supérieur à la valeur seuil de 10^{-5} et par conséquent l'ERI cumulé. Pour rappel, il a été pris pour hypothèse majorante que l'ensemble des particules à l'échappement sont des particules diesel, ce qui tend à surestimer l'ERI de ces dernières.

Par ailleurs, à l'horizon futur 2025 en situation 'Projetée', les indicateurs de risques sanitaires sont tous inférieurs à ceux calculés en situation 'Fil de l'Eau' 2018.

Parmi les composés ne disposant pas de valeur toxicologique de référence, à l'horizon 2025 en situation projetée, seul le NO₂ présente des dépassements des recommandations (annuelle et journalière) de l'OMS pour environ 1 % des concentrations calculées au niveau de l'emprise projet et des riverains.

Les QD et les ERI cumulés sont inférieurs aux seuils pour l'ensemble des scénarios d'exposition évalués à l'horizon futur 2025.

L'aménagement projeté n'est pas de nature, a priori, à exercer d'impact significatif sur la santé des populations environnantes et futures du projet.

19. IMPACTS DU PROJET SUR LES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE

19.1. GÉNÉRALITÉS

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement.

Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [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 Sud PACA⁴³

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur représente environ 10 % des émissions nationales de GES (45,7 MteqCO₂ dont 32,6 MteqCO₂ d'origine énergétique ; +2,6 % par rapport à 2018). (NB : la métropole NCA contribue pour 4,1 % aux émissions régionales de GES PRG 100). Leur profil se caractérise par un fort poids des secteurs industriel et production énergétique - encore massivement carboné, majoritairement situés dans les Bouches-du-Rhône. En 2019, les émissions annuelles de GES s'élèvent à 9 teqCO₂ (dioxyde de carbone) par habitant en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, dont 6,4 teqCO₂ d'origine énergétique (soit 71 %). Cette hausse des émissions est imputable en grande partie au secteur de la production/transformation d'énergie : les centrales thermiques ont été davantage sollicitées.

En Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, les émissions de gaz à effet de serre sont imputables principalement au secteur de l'industrie manufacturière (42 %), au secteur des transports (31 %), et au secteur de la production d'énergie (16 %) (Figure suivante).

⁴³ Bilan ORECA 2019 ; Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur, édition 2020.

Bilan 2019 - Qualité de l'air – Chiffres clés et tendances ; AtmoSud, janvier 2021.

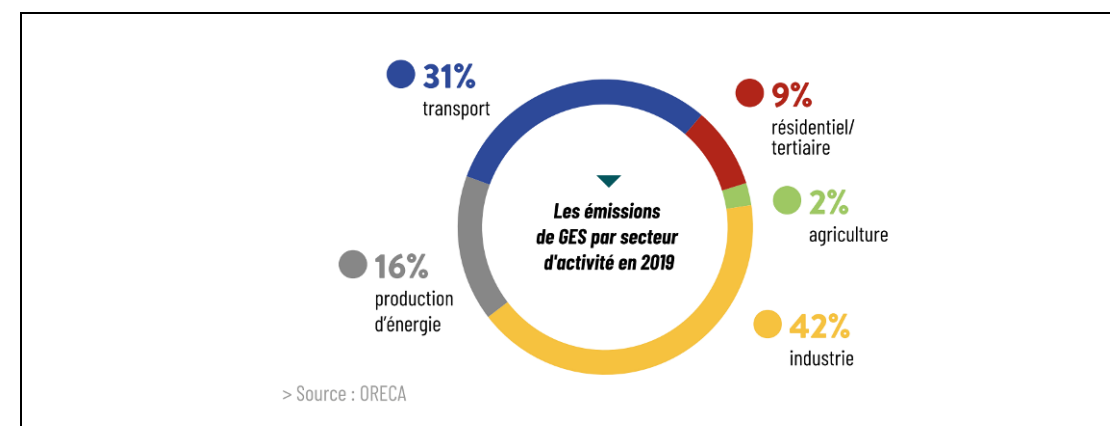


Figure 111 : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre par secteur d'activité en Sud PACA pour l'année 2019 (source : ORECA)

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 mettre en relation 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-dessous.

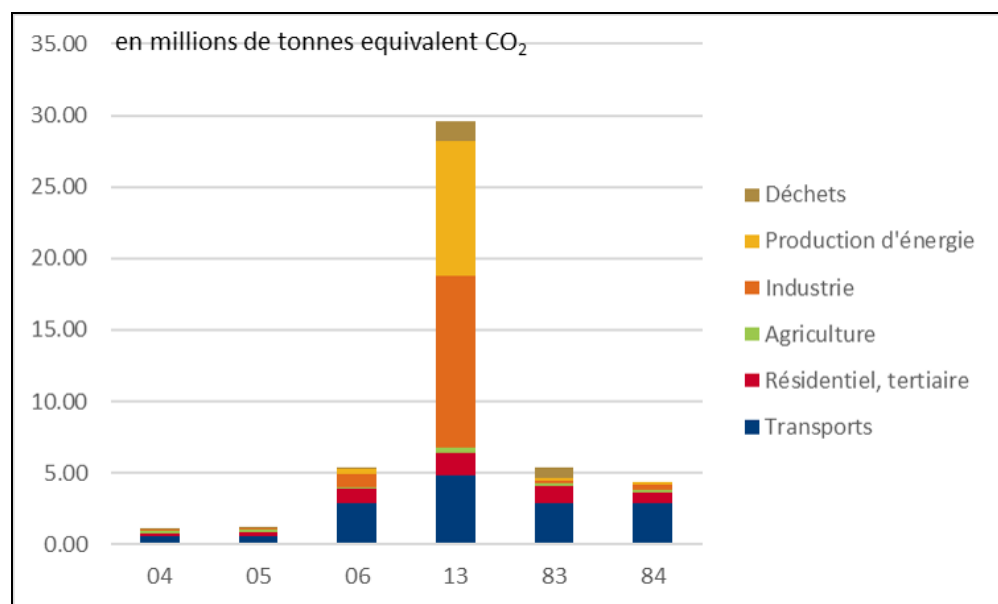


Figure 112 : Émissions de GES par département en Sud PACA en 2016 (source : AtmoSud)

Le département des Bouches-du-Rhône émet à lui seul 51% des émissions régionales de GES, 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 5% des émissions régionales.

L'évolution des émissions totales de GES en Sud PACA et en France entre 2007 et 2016 est représentée graphiquement ci-dessous, tous secteurs confondus, ainsi que les émissions de GES par secteur pour la région Sud PACA.

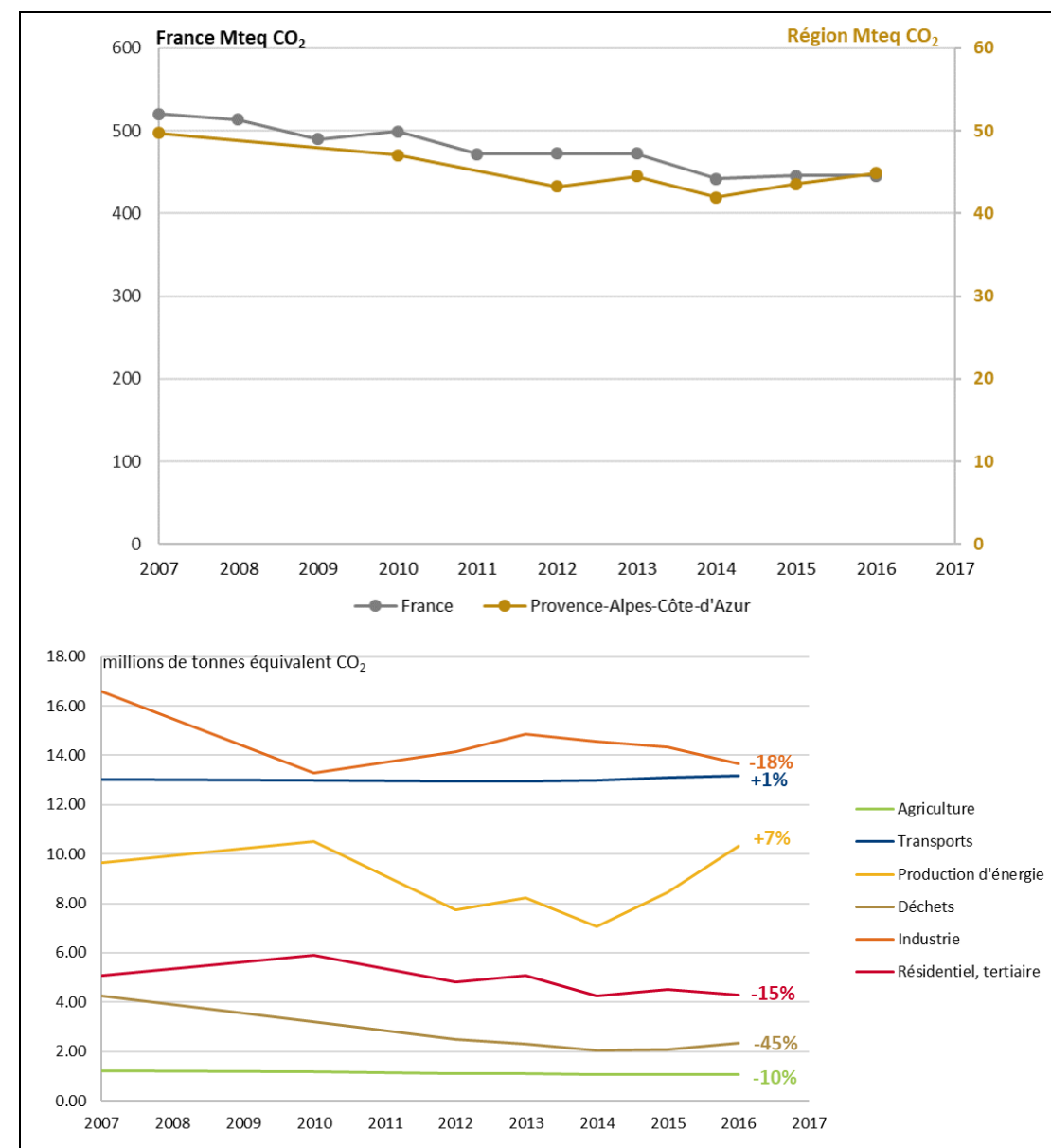


Figure 113 : Évolution des émissions totales de GES en France et Sud PACA et évolution des émissions de GES par secteur en Sud PACA entre 2007 et 2016

Les émissions des trois principaux gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) en Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur ont diminué de 11 % sur la période 2007-2016.

Au niveau national, la baisse est de 14 % sur la même période.

Cependant, cette diminution doit être intensifiée pour s'inscrire dans la trajectoire 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)

La majeure partie de cette diminution est due aux effets conjugués des améliorations technologiques industrielles et aux impacts de la crise économique de 2008 sur l'activité économique. Depuis 2012, ces émissions montrent une stabilisation, en liaison avec la reprise de l'activité en région. Cette tendance est comparable à celle observée sur le territoire national.

En 2016, la hausse des émissions de GES au niveau régional s'explique en très grande partie par la hausse de la consommation d'énergie primaire des centrales thermiques à gaz (+120 % par rapport à 2015).

Abstraction faite de la variabilité interannuelle des émissions de GES du secteur de la production d'énergie, la plupart des secteurs montre une baisse des émissions depuis 2007. Seul le secteur des transports montre une légère hausse des émissions, les améliorations technologiques des moteurs, moins émetteurs, ne compensent pas l'augmentation du trafic observée.

Les principaux secteurs émetteurs en région Sud PACA sont l'industrie, les transports (marchandises et personnes), et la production d'énergie.

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 résidentiel & tertiaire

Selon les inventaires du CITEPA, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone des secteurs résidentiel et tertiaire, en France, sont relativement stables, avec 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 mécaniquement en hausse du fait de la baisse des émissions totales, passant de moins de 16,9 % en 1990 à 18,7 % en 2018.

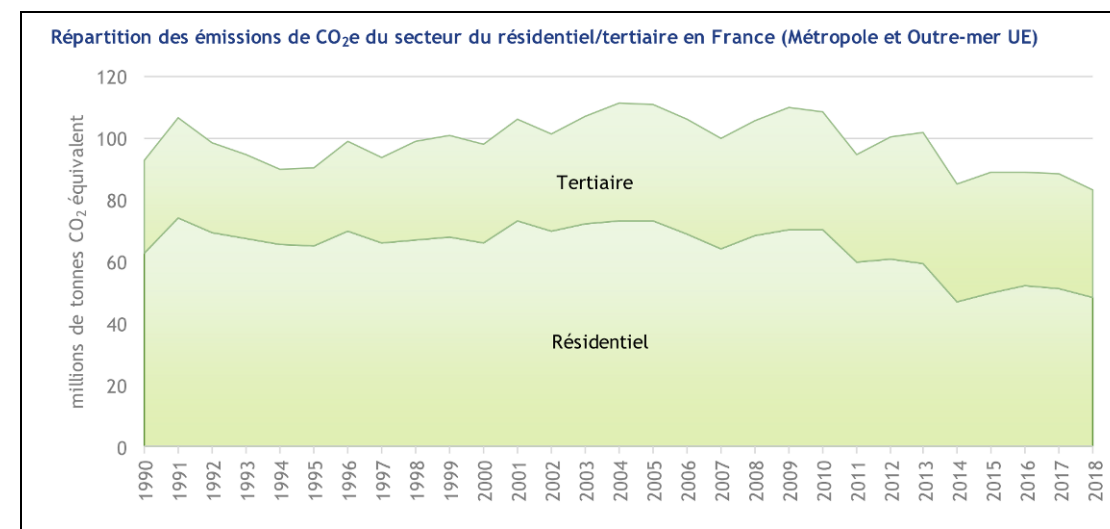


Figure 114: Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du résidentiel/tertiaire (Source : Citepa, avril 2020 - Format SECTEN)

❖ Transport routier

Selon les inventaires du CITEPA⁴⁴, en faisant exception de l'année 2020 exceptionnelle du fait des mesures de restriction de déplacement liée à la lutte contre l'épidémie de Covid-19, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).

⁴⁴ Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

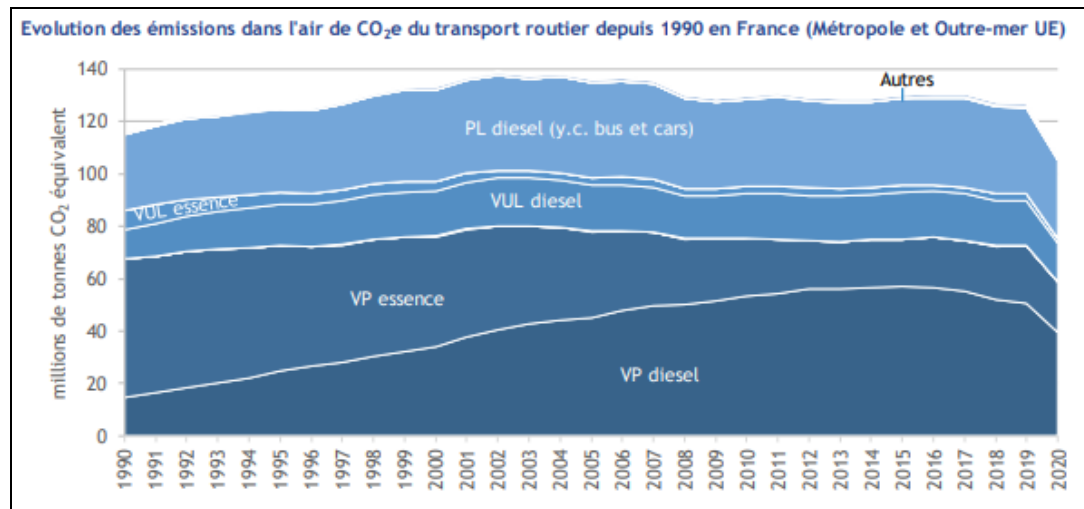


Figure 115: Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du transport routier (Source : Citepa, avril 2022 - Format SECTEN)

Cette baisse s'explique par la dé-diésélisation 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. Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.

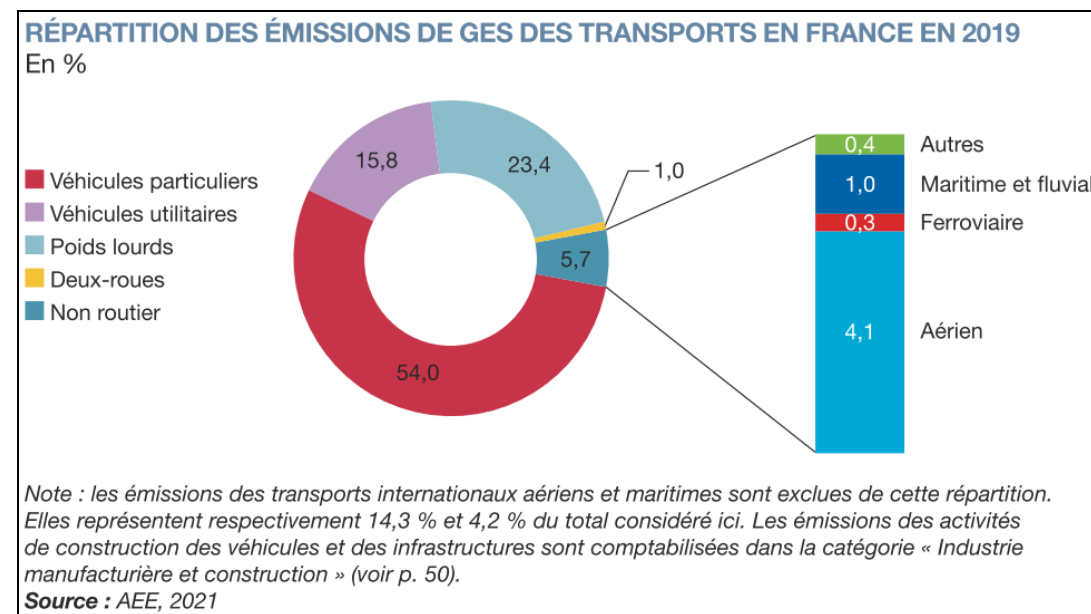


Figure 116 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2022 ; Ministère de la Transition Écologique)

Le mix énergétique du secteur du transport routier en 2020 en Sud PACA est illustré ci-après. Les énergies fossiles représentaient 91,7 % 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 9 823 ktCO₂eq.

Selon les inventaires d'AtmoSud, le transport routier représentait 28,0 % en 2007 et 25.2 %⁴⁵ en 2020, des émissions de GES (exprimé en équivalent CO₂) pour la région Sud PACA.

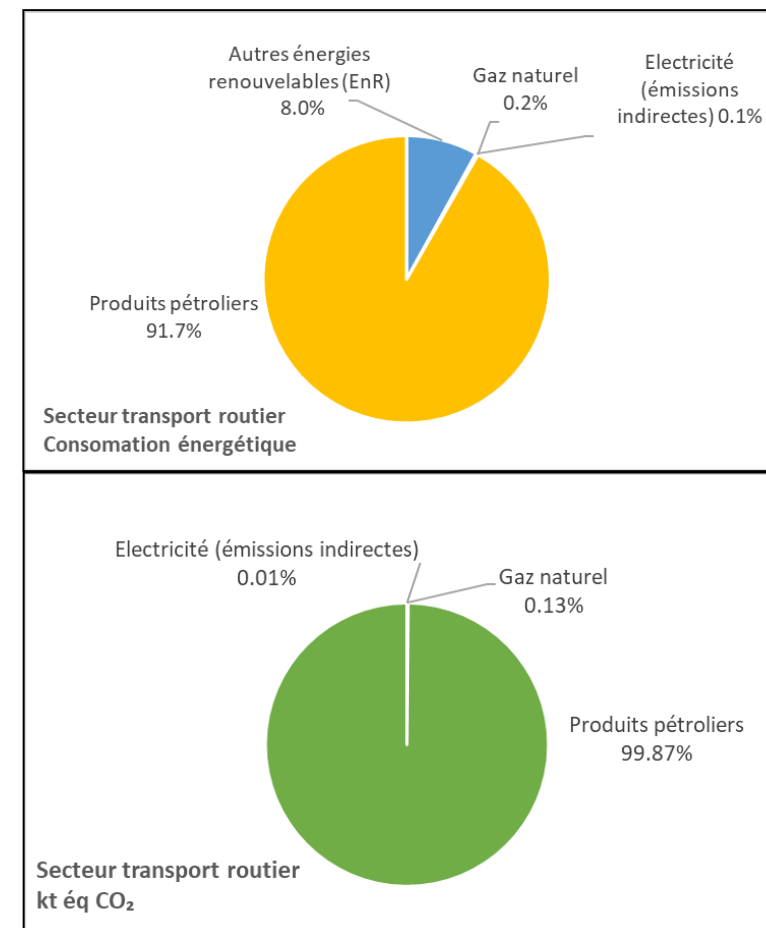


Figure 117 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur du transport routier en Sud PACA en 2020 (inventaire AtmoSud CIGALE v9.1)

19.2. ÉMISSIONS DE GES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

Pour ce dossier, la quantification en GES a été effectuée au moyen du logiciel COPERT pour les émissions engendrées par le trafic du réseau d'étude.

⁴⁵ <https://cigale.atmosud.org/>

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (2R / VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 73: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré

[kilo équivalent 100 ans CO ₂ /jour]	2018 Sans projet	2025 Avec projet
CO ₂ [PRG = 1]	6847.8	7393.6
N ₂ O [PRG = 265]	102.1	105.7
CH ₄ [PRG = 30]	6.7	3.5
TOTAL	6956.6	7502.8

Les quantités de Gaz à Effet de Serre sont dépendantes de la tendance des consommations de carburant. Par rapport à la situation 'fil de l'eau' (2018), sur le réseau d'étude, les émissions de GES augmentent de +7.9 % en situation 'Projet' (2025), cela étant à corréliser avec l'augmentation des consommations énergétiques, elles-mêmes reliées à l'augmentation des VK.

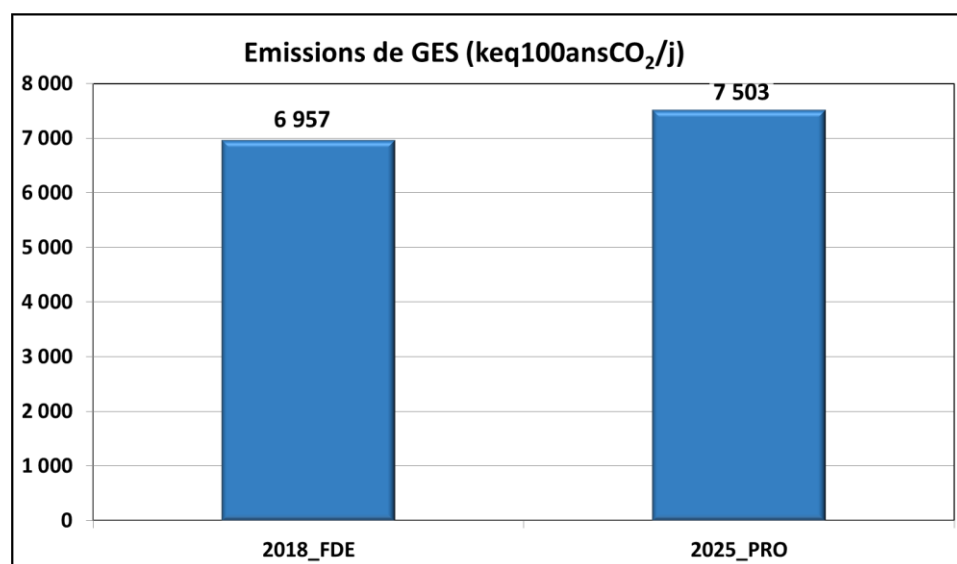


Figure 118: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO₂/jour) sur le réseau d'étude

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une faible partie des émissions (cf. figure suivante).

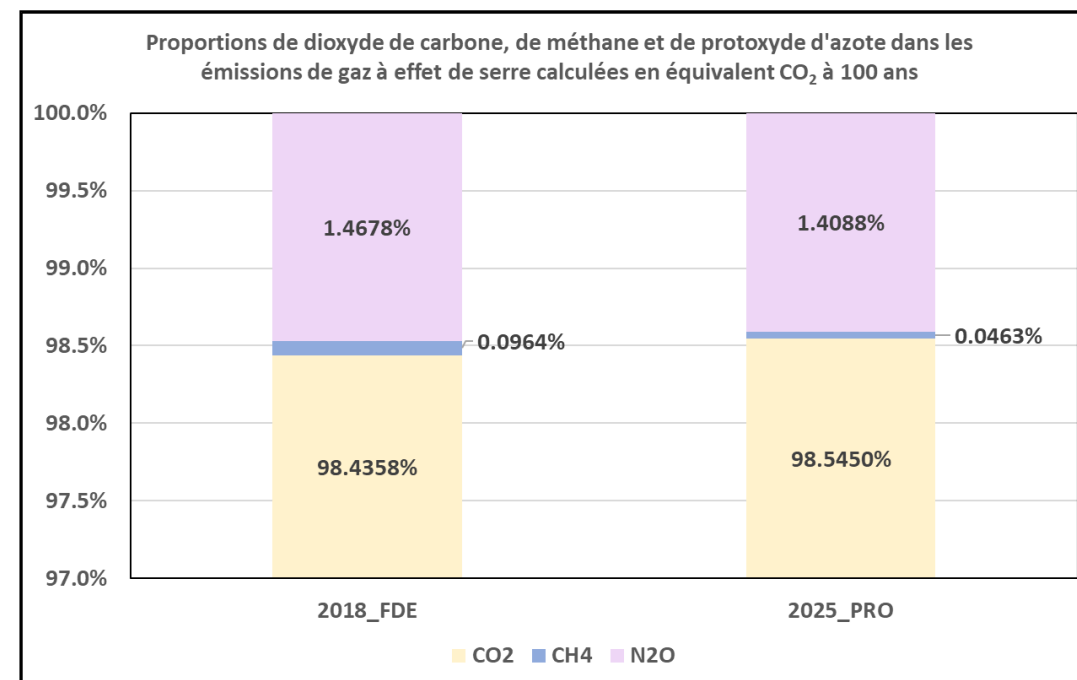


Figure 119: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

Le dioxyde de carbone provient de la combustion de combustibles fossiles. Il est utile de garder en mémoire que la réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

La mise en place du projet à l'horizon 2025 induit une augmentation des consommations de carburant sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau (2018). En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier épousent la même trajectoire. La réalisation du projet engendre une évolution des émissions de GES, par rapport au scénario Fil de l'Eau, de +7.9 % sur le réseau d'étude.

20. COÛTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

20.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

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.

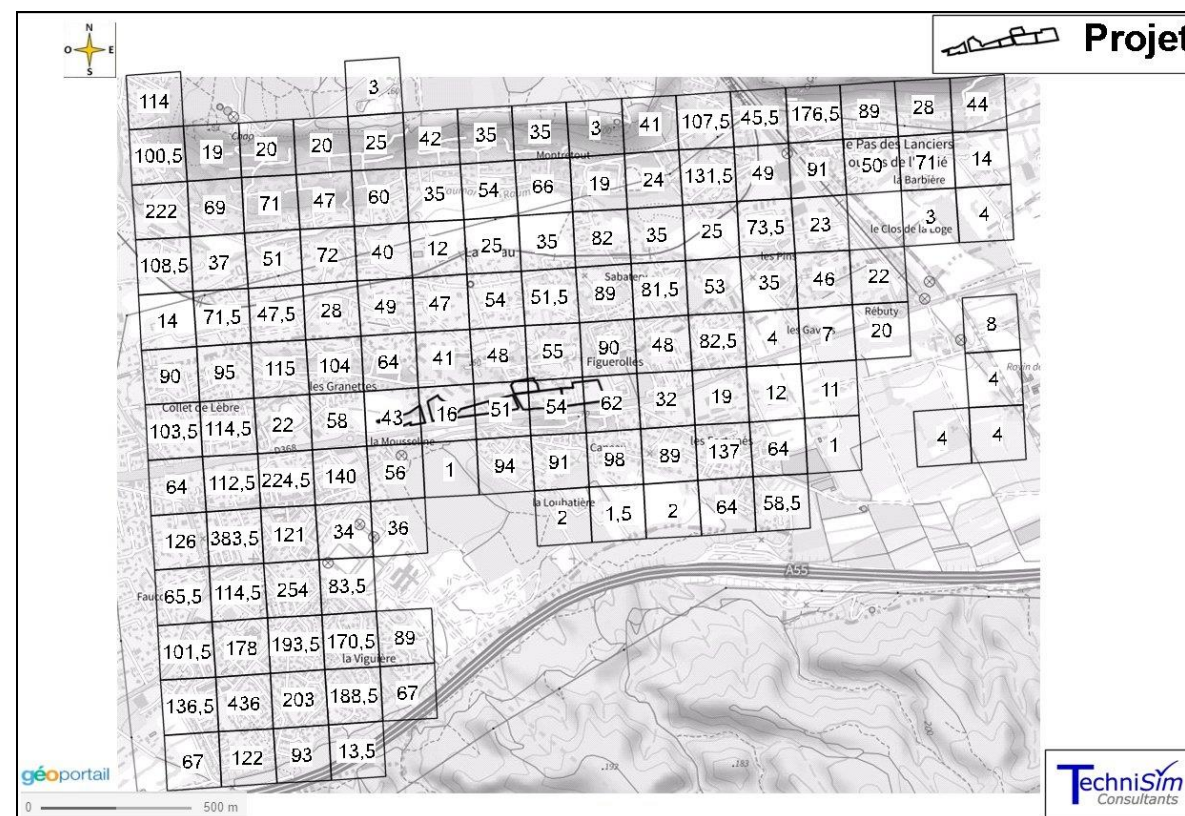


Figure 120 : Population de la zone d'étude considérée pour l'analyse des impacts

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau 74 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab./km²]	> 4 500	1 500 -4 500	450 -1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab./km²]	6 750	2 250	750	250	25

Compte tenu de la densité de population moyenne de la zone d'étude (1 740 hab./km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu urbain dense.

Tableau 75 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)

Densité de population	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN	
Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)						
T y p e s d e v é h i c u l e	Véhicule Particulier	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

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.

Sur la région Provence-Alpes-Côte d’Azur, l’évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,2 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2011-2021), l’inflation a été en moyenne de 0,96 % par an d’après l’INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts à l’horizon futur.

L’application des valeurs recommandées et de leur règle d’évolution pour l’ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau (valeurs journalières et annuelles) et la figure ci-après.

Tableau 76 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d’étude

Type de véhicules	2018 Sans Projet (en € ₂₀₁₈)	2025 Projet (en € ₂₀₂₅)
Sur une journée		
VL	1 253 €	1 161 €
PL	6 840 €	6 568 €
Total	8 092 €	7 729 €
Sur l’ensemble de l’année		
VL	457 k€	424 k€
PL	2 496 k€	2 397 k€
Total	2 954 k€	2 821 k€

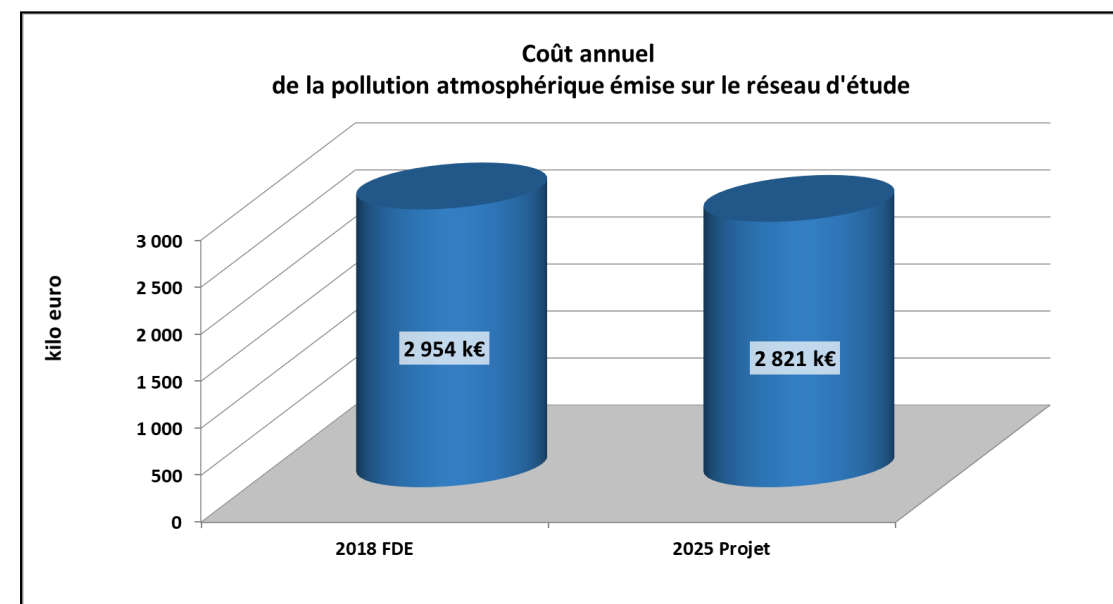


Figure 121 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d’étude

Par rapport à la situation dite ‘fil de l’eau 2018’, le coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d’étude diminue pour la situation projet 2025 (-4.5 %).

Il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu’elle est réalisée par les services instructeurs, l’estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d’exposition.

Il devrait être possible d’affiner l’estimation des coûts sanitaires en s’intéressant à l’exposition de la population, dès lors que l’on se base sur le principe d’un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l’Indice Pollution Population. Diverses études sont actuellement menées sur cette thématique.

20.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de 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 54 €₂₀₁₈ en 2018, de 250 €₂₀₁₈ en 2030 et de 500 €₂₀₁₈ en 2040.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V.

Le tableau ci-dessous fournit l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 77 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2018 Sans Projet (en € ₂₀₁₈)	2025 Projet (en € ₂₀₂₅)
Sur une journée	376 €	1 351 €
Sur une année	137 k€	493 k€

Ces résultats sont illustrés ci-après, en valeur annuelle.

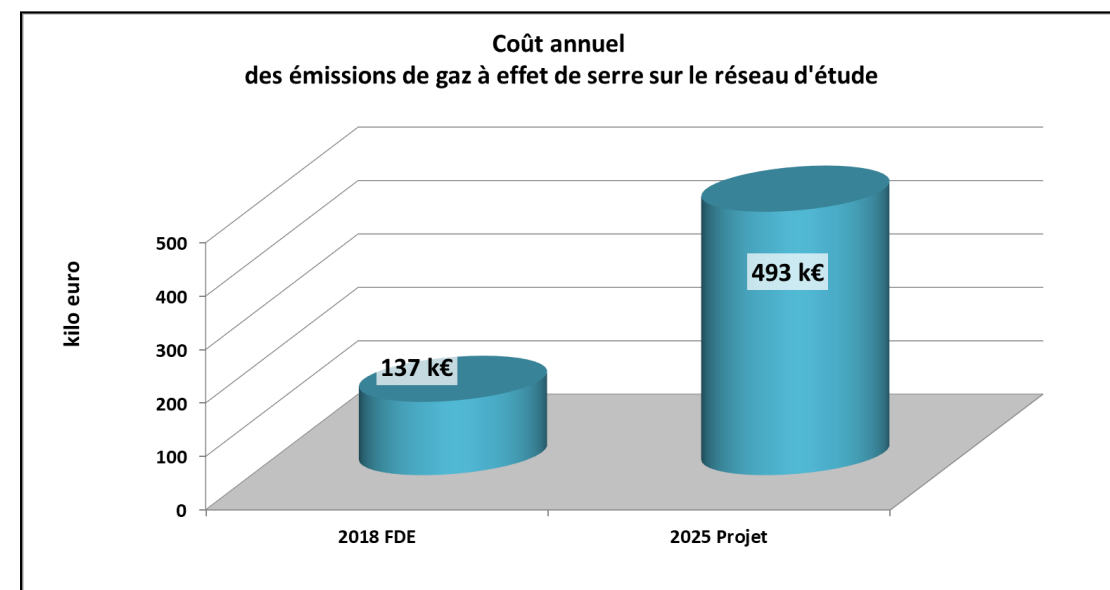


Figure 122 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente significativement à l'horizon futur 2025 par rapport à la situation 'fil de l'eau' (2018), en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.

21. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

21.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTÉ

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution. Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.

En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus.

Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les gaz et particules émis lors de la combustion du carburant présentent individuellement pour l'homme un risque toxicologique qui est relativement connu pour la plupart d'entre eux.

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.

Les paragraphes ci-dessous présentent les effets sanitaires des principaux polluants de l'air, à savoir : les oxydes d'azote [NOx], les particules [PM], le monoxyde de carbone [CO], les composés organiques volatils [COV], le benzène, le dioxyde de soufre [SO₂] le benzo(a)pyrène et les métaux lourds.

Les oxydes d'azotes (NOx)

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.

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 entraîner des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons).

Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.

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

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

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

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio-vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio-vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

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

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus ;
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue ;
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel 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).

Le benzène (C₆H₆)

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 altère la fonction respiratoire de l'enfant et exacerbe les gênes respiratoires. De même, il trouble l'immunité du système respiratoire, abaisse le seuil de déclenchement chez le sujet asthmatique. C'est un cofacteur de la bronchite chronique.

Le dioxyde de soufre est un gaz très soluble. Il est ainsi absorbé à 85-99 % par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur. Une faible fraction se fixe sur les

particules carbonées et atteint donc les voies respiratoires inférieures. Il accentue l'intensité du bronchospasme chez les sujets asthmatiques.

Le plomb (Pb)

De manière générale, les métaux lourds ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme ce qui implique dans le long terme d'éventuelles propriétés cancérigènes.

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).

Le cadmium (Cd)

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.

L'arsenic (As)

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)

Le nickel (Ni)

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

Le benzo(a)pyrène (BaP)

Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérigène du benzo(a)pyrène à lui seul chez l'homme. Les études chez l'animal indiquent que le benzo(a)pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces

animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapportés correspondent, une action à la fois locale et systémique.

21.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Identiquement à l'échelle mondiale, l'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un net réchauffement depuis l'année 1900.

Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980 (figure suivante).

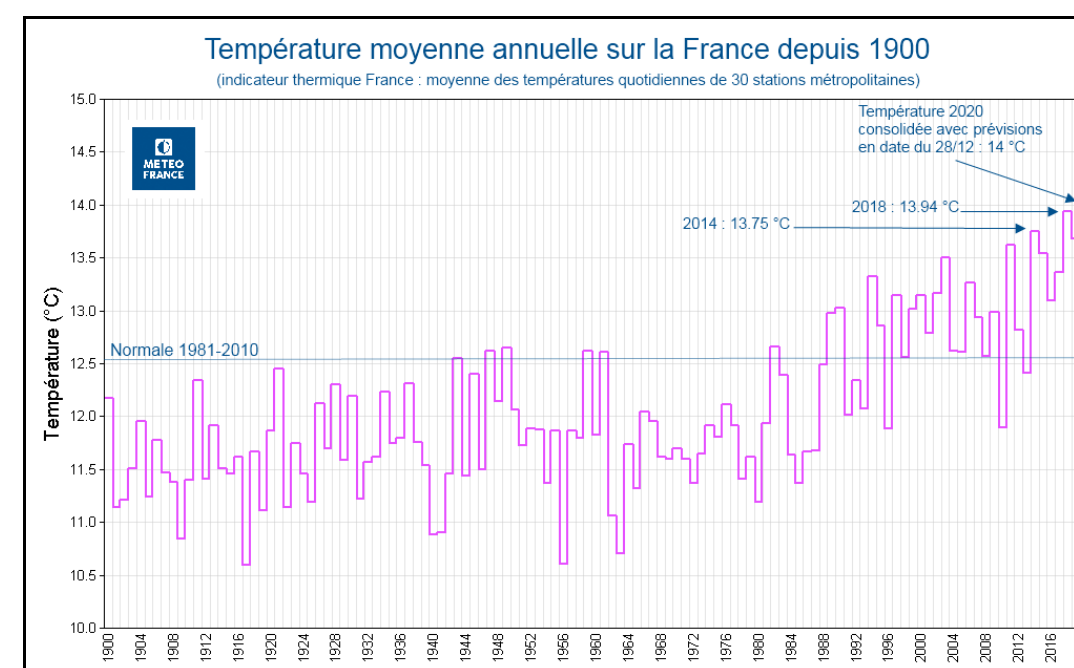


Figure 123 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France)

Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ +0,3°C par décennie. En 2020, la température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale (référence 1961-1990) de 2,3°C, plaçant cette année-là au premier rang des années les plus chaudes observées en France métropolitaine depuis 1900, devant 2018 (13,9°C).

2021 ouvre la décennie avec des températures certes plus proches des normales, mais jalonnées de records chauds et d'épisodes extrêmes portant l'empreinte du changement

climatique en cours⁴⁶. 2021 se place néanmoins à la 20^{ème} place des années les plus chaudes en France depuis 1900.

Selon Météo France, parmi les 10 années les plus chaudes depuis 1900, 9 appartiennent au XXI^e siècle (2020, 2018, 2014, 2019, 2011, 2003, 2015, 2017 et 2006) dont 7 appartenant à la dernière décennie.

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 à l'échelle nationale ont été deux fois plus nombreuses au cours des 34 dernières années que sur la période antérieure.

Cette évolution se matérialise aussi par l'occurrence d'événements plus forts (durée, intensité globale) au cours des dernières années.

En France, selon le scénario intermédiaire du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], le nombre de jours anormalement chauds devrait augmenter dans le futur, avec vraisemblablement plus de 100 jours supplémentaires par an à l'horizon 2100.

Le sud et l'est de la France seraient les régions les plus affectées par ces changements. Cependant, la région Hauts-de-France, par exemple, a connu elle aussi une canicule l'été 2020.

21.3. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTÉ

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur présente une exposition élevée aux épisodes de canicules remarquables de plus en plus fréquents, tout comme le reste du territoire métropolitain.

Depuis 2015, chaque été a présenté un épisode caniculaire remarquable, faisant suite à ceux de 2003 et 2006 pour le 21^e siècle à l'exception de l'été 2021 n'ayant présenté aucun épisode de chaleur remarquable. L'été 2021 a été le plus frais depuis 2014.

En effet, en France métropolitaine⁴⁷, l'été 2021 a été marqué par une vague de chaleur de faible intensité dans le sud-est du pays et quelques dépassements des seuils d'alerte localisés et de courte durée. Au total, 9 départements (soit 12 % de la population métropolitaine résidente) ont été concernés par des vagues de chaleur d'une durée moyenne de 4 jours.

La vague de chaleur d'août s'est produite du 10 au 16 août 2021 en Auvergne-Rhône-Alpes (Drôme, Isère et Rhône) et **Provence-Alpes-Côte-D'azur (Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-**

Maritimes, Vaucluse). Les autres départements concernés par des canicules localisées étaient dans le Grand Est (Bas-Rhin : 17-19 juin) et en Occitanie (Pyrénées-Orientales : 13-15 juin, Gard : 19-21 juillet). En parallèle, 43 % de la population de France métropolitaine résidente n'a pas connu de vigilance canicule jaune, orange ou rouge.

Plusieurs dépassements persistants du seuil d'information et de recommandation liés à une pollution à l'ozone, concomitants à ces vagues de chaleur, ont été observés, notamment dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes, Grand Est et **Provence-Alpes-Côte d'Azur**.

Durant l'été 2021, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été concernée par deux vagues de chaleur (vigilance jaune canicule) mi-juin et lors de la deuxième quinzaine du mois de juillet et par un épisode caniculaire (vigilance orange canicule) lors de la première quinzaine du mois d'août.

Le département du Vaucluse a été placé en vigilance jaune canicule par les prévisionnistes de Météo-France du 13 au 15 juin et du 19 au 23 juillet.

Le 10 août, tous les départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur sauf les Hautes-Alpes ont été placés en vigilance jaune canicule par les prévisionnistes de Météo-France. Le 11 août, les Alpes-de-Haute-Provence (3,3 % de la population régionale résidente) ont été placés en vigilance orange canicule et les autres départements en vigilance jaune. La vigilance orange a été étendue aux Alpes-Maritimes et au Var du 12 au 16 août (45,8 % de la population régionale résidente). Le 16 août, le classement en vigilance orange ne concernait plus que les Alpes-Maritimes et le Var (soit 42,6 % de la population régionale résidente). Cette vigilance a été levée le 17 août à 6h (passage en vigilance jaune). *A posteriori*, Météo-France a montré que sur cette période un dépassement effectif des seuils d'alertes a été observé dans les Alpes-de-Haute-Provence du 11 au 15 août, dans les Alpes-Maritimes du 10 au 15 août et dans le Vaucluse du 14 au 16 août.

Durant l'été 2021, l'ensemble des départements de la région a été concerné par au moins un épisode de pollution atmosphérique à l'ozone ou aux particules PM10 avec un dépassement des seuils d'information-recommandations ou du seuil d'alerte, notamment entre le 11 et le 16 août 2021 pendant l'épisode caniculaire.

En Sud PACA, l'intensité de la canicule durant l'été 2021 a été limitée (figure suivante).

⁴⁶ <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/gel-en-avril-pluies-diluviennes-retour-sur-les-evenements>

⁴⁷ Bulletin de Santé Publique. PACA. Été 2021. Canicule et Santé. Santé Publique France, octobre 2021.

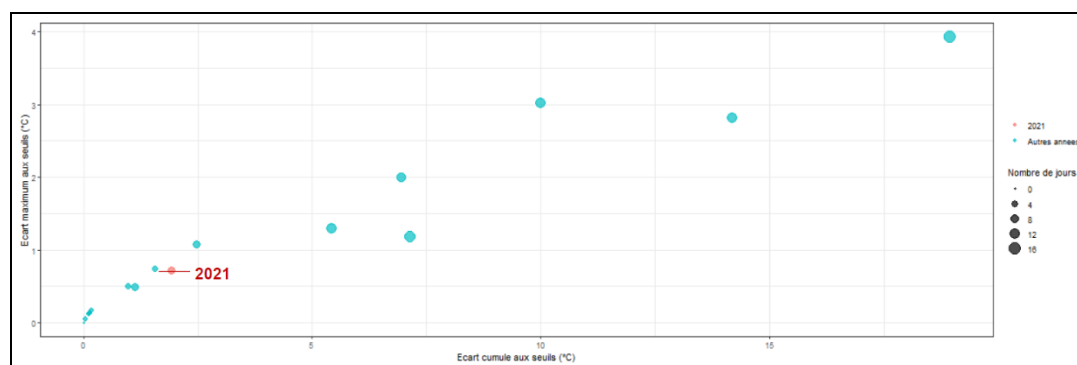


Figure 124 : Caractéristiques des épisodes de fortes chaleurs en 2021 par rapport aux autres canicules survenues en Provence-Alpes-Côte d'Azur depuis 1999 (Source : Santé Publique France)

Entre le 1^{er} juin et le 15 septembre 2021, 2 731 passages aux urgences et 282 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule ont été enregistrés en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Peu d'évolution des passages aux urgences pour iCanicule a été observée du 1^{er} juin jusqu'à la période de vague de chaleur en août. Le nombre de passage a ensuite eu tendance à diminuer après la vague de chaleur. Une augmentation des consultations SOS Médecins pour iCanicule a été observée mi-juin.

Lors de la vague de chaleur d'août 2021, 272 passages aux urgences et 33 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule ont été enregistrés, soit respectivement 10,0 % des passages aux urgences et 11,7 % des consultations SOS médecins pour l'indicateur iCanicule observés sur l'ensemble de la période de surveillance.

Ces recours aux soins représentaient 0,6 % de l'activité toutes causes codées des urgences et 0,4 % de l'activité toutes causes codées des associations SOS. Ces proportions étaient similaires à celles observées en dehors de la vague de chaleur (respectivement 0,6 % et 0,3 %). L'activité la plus élevée a été observée le 16 août pour les services hospitaliers d'urgence (0,7 %) et le 15 août pour les associations SOS Médecins (0,9 %).

Si toutes les classes d'âge ont été concernées, les passages aux urgences pour iCanicule ont été observés plus particulièrement chez les plus de 75 ans (39,0 % des cas) et les personnes âgées de 15 à 74 ans (37,5 % des cas). Les consultations SOS Médecins pour iCanicule ont concerné principalement les 15-74 ans (42,4 % des cas) puis les plus de 75 ans avec 39,4 % des cas.

Lors de la période de canicule, 183 passages aux urgences pour iCanicule (soit 67,3 %) ont donné lieu à une hospitalisation après ces passages. Les taux d'hospitalisation différaient selon les tranches d'âges : 56,3 % chez les moins de 15 ans, 53,9 % chez les des 15-74 ans et 86,8 % chez les personnes âgées de 75 ans et plus. Ces hospitalisations ont représenté 1,8 % de l'ensemble des hospitalisations toutes causes codées après un passage aux

urgences (proportion comparable en dehors de la période caniculaire), avec un maximum atteint les 12 et 16 août (2,1 %).

Lors de la période caniculaire, les passages aux urgences pour déshydratation ont été les plus fréquents (62,1 % des passages pour iCanicule). Ils ont concerné plus particulièrement les moins de 15 ans (84,4 % des passages pour iCanicule dans cette classe d'âge). Les consultations SOS Médecins ont concerné plutôt des coups de chaleur (66,7 % des consultations pour iCanicule). Ils ont surtout touché les 15-74 ans (85,7 % des consultations pour iCanicule dans cette classe d'âge) et les moins de 15 ans (83,3 %).

La figure suivante présente la sévérité (cumul des valeurs maximales de dépassement des températures observées par rapport aux températures d'alerte sur la période de survenue) des vagues de chaleur et la surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2021.

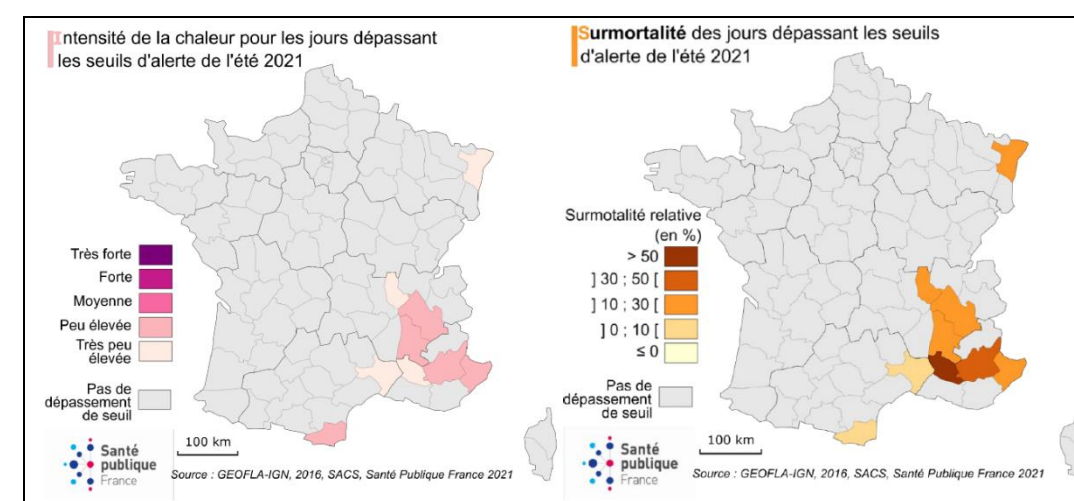


Figure 125 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2021, France métropolitaine [Santé Publique France]

En France métropolitaine, au cours des périodes de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2021 et dans les départements concernés, 239 décès en excès ont été observés au niveau métropolitain, soit une surmortalité relative de +20,3 %. Les 75 ans et plus représentaient la grande majorité des décès en excès, associée à une forte surmortalité relative de +25,5 % (1 décès sur 5 est en excès).

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été la plus impactée avec 118 décès en excès observés sur les départements concernés, soit une surmortalité relative de +30 %. Les décès concernaient essentiellement les 75 ans et plus (116 décès, +42 %). Aucune surmortalité n'a été observée chez les moins de 65 ans.

Au niveau départemental, le nombre de décès en excès s'élevaient à 14 dans les Alpes-de-Haute-Provence (+ 41 %), 56 dans les **Alpes-Maritimes** (+20 %) et 48 dans le Vaucluse (+61 %).

Compte tenu des faibles effectifs, il convient d'interpréter ces chiffres avec prudence.

L'impact sanitaire dans la région Sud PACA a été modéré, que ce soit en termes de mortalité ou de recours aux soins.

Ces épisodes 2021 sont loin du bilan de la canicule de 2003, pour lequel l'estimation de la surmortalité nationale liée à la canicule d'août, a été d'environ 14 800 décès supplémentaires par rapport à la mortalité habituelle de cette période de l'année.

Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 31°C au cœur de Nice, par exemple.

Rappel : selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicule pourrait croître de façon significative.

Selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicule pourrait croître de façon significative.

La figure suivante fait état des vagues de chaleur en fonction de leur durée, en France entre l'année 1947 et 2022.

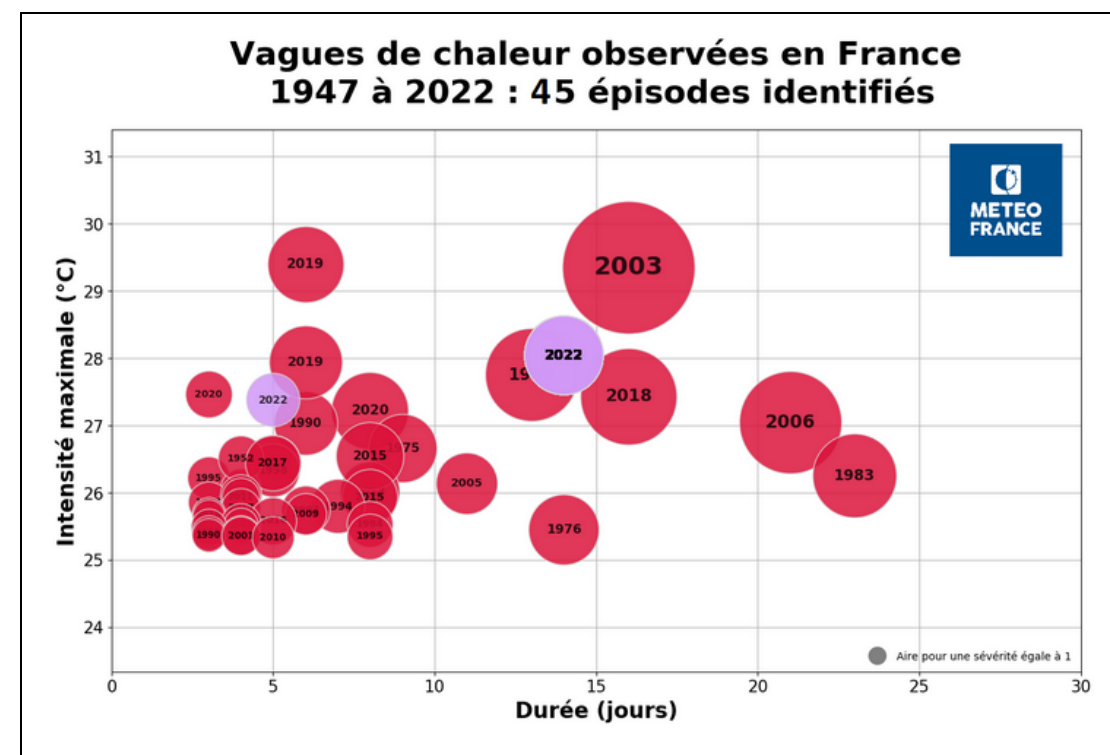


Figure 126 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- juillet 2022 (source : météo France)

Au mois d'août 2022, 46 vagues de chaleurs sont recensées à l'échelle de la France depuis 1947 :

- 4 avant 1960 ;
- 4 épisodes entre 1960 et 1980 ;
- 9 épisodes entre 1980 et 2000 ;
- 29 épisodes depuis 2000.

Il y a eu autant de vague de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020. Depuis 2010, on dénombre 22 vagues de chaleur (seules les années 2014 et 2021 n'en ont pas subi).

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur⁴⁸ sur la période 1976-2005, sans politique climatique, on estime qu'il y a 3 chances sur 4⁴⁹ pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 25 jours supplémentaires en fin de siècle selon les régions par rapport à la période 1976-2005.

Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du XXIe siècle.

⁴⁸ Les vagues de chaleur sont définies ici comme 5 jours consécutifs avec une température maximale supérieure de 5 degrés à la normale 1976-2005, selon le rapport sur les scénarios climatiques pour la France

⁴⁹ <https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/changement-climatique-et-vagues-de-chaleur>

Ainsi, on estime aussi que ce nombre n'augmenterait que faiblement au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle dans un scénario avec politique climatique qui conduirait à stabiliser le réchauffement climatique avant la fin du siècle.

En revanche, sans politique climatique, le nombre de jours de vagues de chaleur augmentera drastiquement par rapport à la période 1976-2005 (figure suivante).

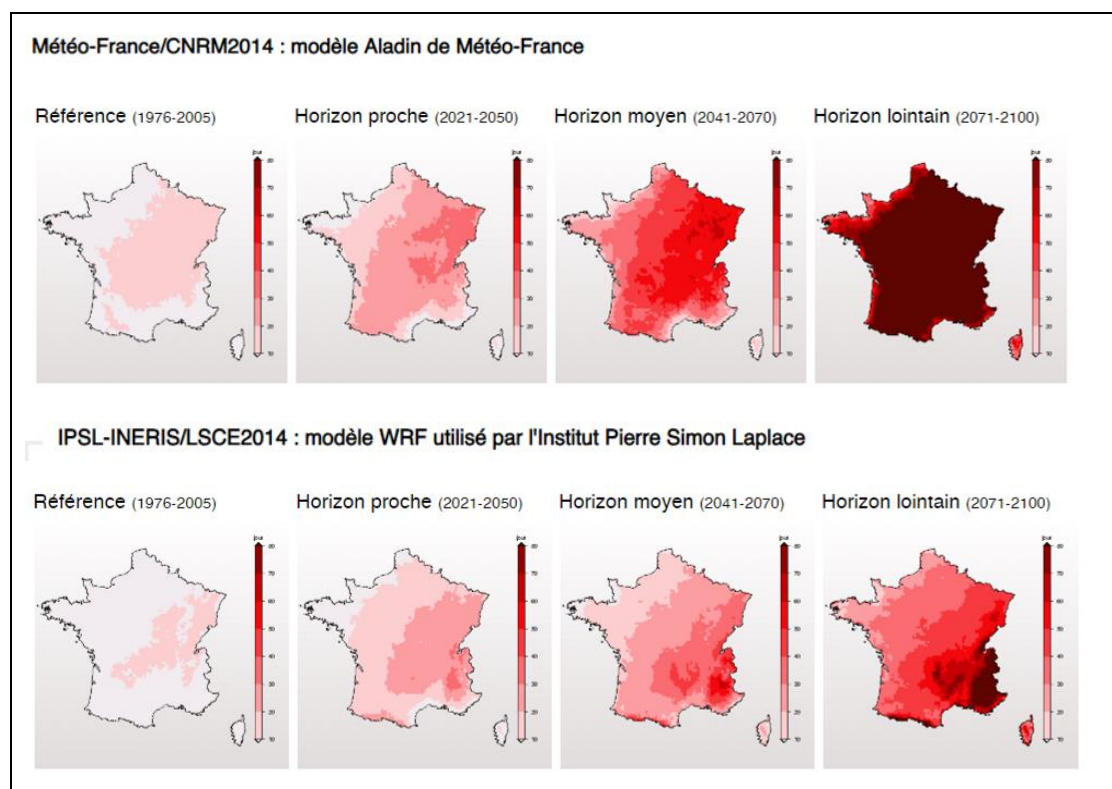


Figure 127 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : <http://www.drias-climat.fr>)

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules.

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;

- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain.

En sus de l'augmentation significative de l'exposition de l'Île-de-France aux canicules, un scénario plausible de l'augmentation de leur fréquence pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Île-de-France (vieillesse de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur faiblesse future ;
- Réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- Adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- Maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- Apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

Les épisodes caniculaires peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone, dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées). Des liens entre la concentration en ozone et la surmortalité ont été établis : sur la période 1996-2003 en agrégeant les résultats obtenus pour 9 villes françaises, l'association correspond à une hausse de 1,01 % du risque de mortalité pour une augmentation de 10 µg/m³ de la concentration en ozone. Cependant, sur la période de la canicule de 2003, les excès de mortalité attribués à la température ou à l'ozone sont très disparates selon les

villes. De même, la contribution de l’ozone à cet excès varie très fortement, allant de moins de 3 % à Bordeaux, à plus de 85 % à Toulouse⁵⁰.

Néanmoins, les résultats confirment l’impact non négligeable sur la santé publique de la concentration d’ozone en zone urbaine.

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l’ozone peut donc être qualifiée d’éllevée en fonction des zones géographiques.

L’augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l’intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l’ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l’air permettent d’ores et déjà de réduire les émissions de polluants.

Le vieillissement de la population et l’augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu’il en soit, il demeure complexe de prévoir l’évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu’au regard des politiques menées aujourd’hui quant à l’amélioration de la qualité de l’air et l’atténuation du changement climatique.

21.4. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

Les allergies respiratoires concernent 1 Français sur 4⁵¹ et les allergies aux pollens concernent aujourd’hui 1 Français sur 6. Les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles.

Les chercheurs ont déjà pu observer des effets liés au réchauffement, tels qu’une augmentation de la période d’exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces, à un allongement de la période de pollinisation et à une modification de la répartition des végétaux sur le territoire. En outre, l’accentuation de la pollution atmosphérique stresse les plantes qui, en réaction, se mettent à produire davantage de pollens.

Les études épidémiologiques récentes laissent voir une augmentation de la fréquence de l’allergie pollinique, peut-être induite par la pollution atmosphérique. La pollinose se développerait par augmentation de l’agressivité des pollens sous l’influence des polluants atmosphériques. La pollution agit de plus en plus sur les voies respiratoires en les fragilisant et en les rendant plus réceptives aux pollens.

⁵⁰ Relation entre température, ozone et mortalité dans neuf villes françaises pendant la vague de chaleur de 2003 – Analyse commentée de l’article paru dans Environ Health Perspect. 2006 ; 114 :1344-47

⁵¹ Surveillance des pollens et des moisissures dans l’air ambiant – 2019 ; APSF/RNSA/AtmoFrance

La pollution atmosphérique stimule les effets des pollens :

- Elle rend les pollens plus allergènes
- La sensibilité des individus aux pollens augmente lors des épisodes de pollution
- Elle peut contribuer à l’accroissement de la période de pollinisation

En Sud PACA, la saison pollinique 2021 s’est étalé de début janvier à début octobre (figure suivante).

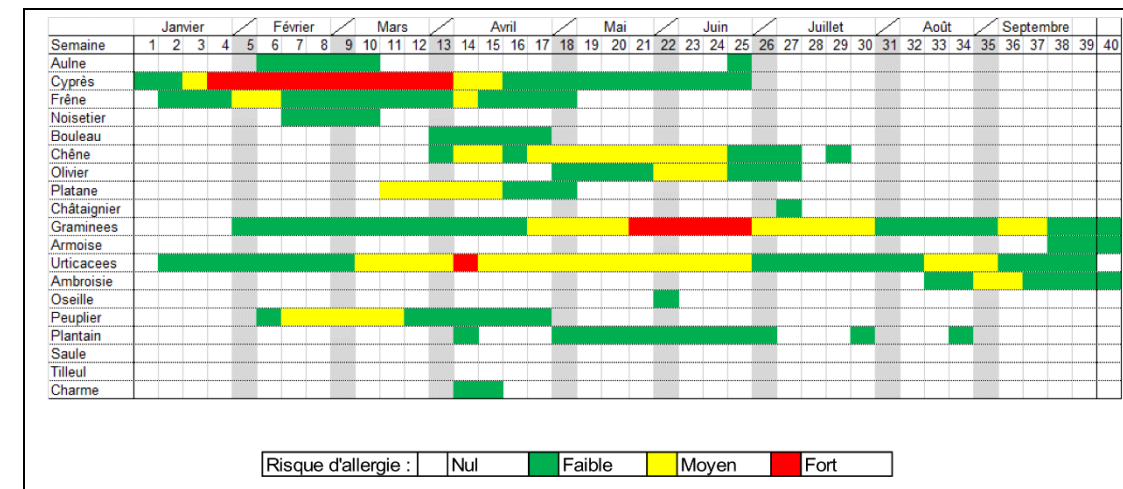


Figure 128 : Calendrier pollinique 2021 en Sud PACA basé sur la valeur médiane des risques d’allergie d’exposition aux pollens de chaque ville pour lesquels des analyses de pollens sont réalisées (source : RNSA / AtmoSud/ARS)

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s’allonger davantage. La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s’accroître. Les professionnels de santé s’attendent dès lors à une hausse du nombre de pathologies, sans qu’il soit possible d’en évaluer l’ampleur : l’Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.

La vulnérabilité future des populations est susceptible d’évoluer à la hausse. Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L’enjeu majeur consiste à éviter l’aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l’asthme.

Le tableau immédiatement suivant rappelle les principaux pollens allergisants.

Tableau 78: Principaux pollens allergisants

Potentiel allergisant (0 = nul ; 5 = très fort)								
Arbres								
Cyprès	Bouleau	Chêne	Charme	Frêne	Platane	Peuplier	Saule	Noisetier
5	5	4	4	4	4	3	3	3
Hêtre	Olivier	Tilleul	Aulne	Mûrier	Châtaignier	Orme	Pin	
3	3	3	3	3	2	1	0	
Herbacées								
Graminées ⁽¹⁾	Ambrosie	Armoise	Pariétaire	Chénopode	Plantain	Oseille	Ortie	
5	5	4	4	3	3	2	1	

(1) phléole, ivraie, dactyle, paturin

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 allergisantes⁵².

21.5. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

Toujours à cause du changement climatique, l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter.

Entre autres, l'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.

Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un événement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Cela dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des micro-organismes infectieux ou parasitaires.

Le changement climatique peut impacter la distribution de maladies infectieuses et vectorielles de diverses manières, notamment⁵³ :

- Directement, en termes de développement du vecteur et/ou du parasite ;
- Indirectement, en termes de distribution et d'abondance des vecteurs ;
- Indirectement, à travers des modifications d'ordre socio-économiques susceptibles de modifier le contact homme-vecteur ;

⁵² <http://www.vegetation-en-ville.org/> (site du RNSA)

⁵³ Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs – Centre national d'expertise sur les vecteurs – 23 février 2016

- Indirectement ; à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs).

Par exemple : l'apparition d'*Aedes albopictus* (le 'moustique tigre') sur le territoire métropolitain depuis 2004 (liée à la densification des transport) qui sévit (au 1^{er} janvier 2022) dans 67 des 96 départements métropolitains.

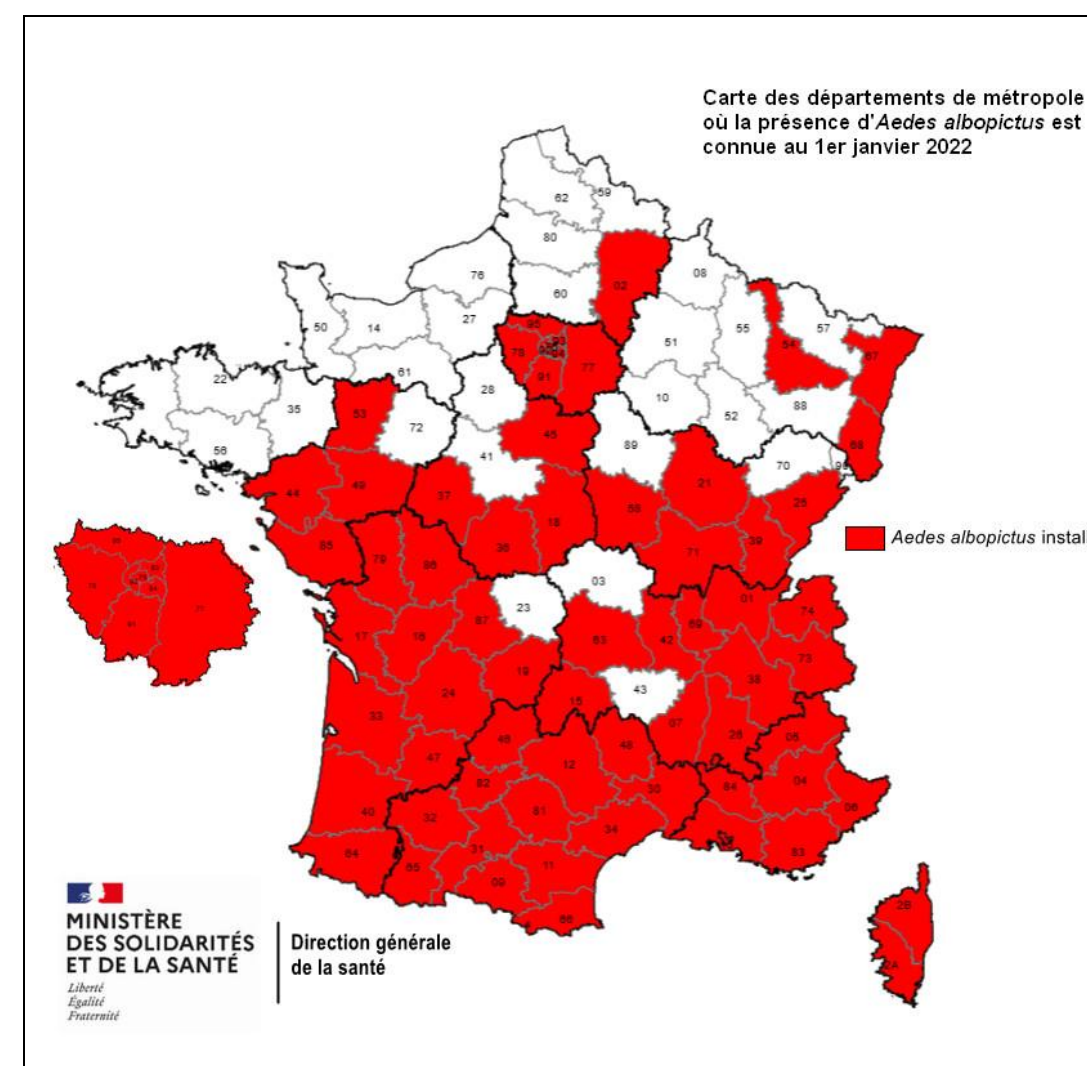


Figure 129 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1^{er} janvier 2022 en France métropolitaine

Le moustique tigre est essentiellement urbain. Son caractère anthropophile (qui aime les lieux habités par l'Homme) explique que, une fois installé dans une commune ou un département, il est pratiquement impossible de l'en déloger.

L'implantation du moustique *Aedes albopictus* n'est pas homogène pour chaque département. Fin 2021, l'implantation du moustique tigre a été constatée et confirmée sur 3 934 communes de métropole.

Aedes albopictus est apparu dans les Alpes-Maritimes en 2004 et est aujourd'hui installé et actif. (Il s'agit du premier département colonisé). Au 1er janvier 2022, plus de 40 % des communes du département sont colonisées et plus de 40 % de la population du département est exposée.

Ce moustique est un vecteur de maladies comme la dengue, le chikungunya, le Zika.

Les premiers cas de contamination autochtone des maladies portées par ce moustique en métropole sont apparus en 2010. Plus récemment, un autre type de moustique, très répandu, le *Culex pipiens*, a transmis un autre type de virus : le virus du Nil occidental



(West Nile Virus).

Le nombre de cas autochtones certains ou probables est plutôt en augmentation (35 en 2018 ; 19 en 2017 pour 4 en 2010)⁵⁴. Le changement climatique entre en jeu dans l'apparition des cas autochtones, et pas seulement pour des questions de température.

Ainsi, les onze cas autochtones de chikungunya de Montpellier seraient liés aux pluies exceptionnelles de 2014, qui ont provoqué la prolifération des insectes vecteurs de la maladie⁵⁵.

Année	Mois	Région	Département	Code dept.	Virus	Nb. Total de cas
2010	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue	2
2010	sept	PACA	Var	83	Chik.	2
2013	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	1
2014	août	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	2
2014	sept	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	Occit.	Hérault	34	Chik.	12
2015	août	Occit.	Gard	30	Dengue	7
2017	août	PACA	Var	83	Chik.	17
2017	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	2
2018	juil	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	22
2018	août	Occit.	Pyrénées orientales	66	West-Nile	1
2018	sept	PACA	Vaucluse	84	West-Nile	1
2018	août/sept	Corse	Corse du Sud	2A	West-Nile	2
2018	sept	PACA	Bouches-du-Rhône	13	West-Nile	1
2018	sept	Occit.	Gard	34	Dengue	1
2018	sept	Occit.	Hérault	34	Dengue	2
2018	oct	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue 2	5

Figure 130 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques

En 2019, en France métropolitaine, 674 cas importés de dengue, 57 cas importés de chikungunya et 6 cas de Zika ont été déclarés. 12 cas autochtones ont été déclarés, 9 cas de dengue (Rhône et Alpes-Maritimes) et 3 cas de Zika (Var)⁵⁶.

En 2020, au 27 novembre, ont été confirmés 834 cas importés de dengue (dont 64 % avaient séjourné en Martinique et 23 % en Guadeloupe), 6 cas importés de chikungunya et 1 cas importé de Zika. Plusieurs épisodes localisés de transmission autochtone de dengue ont été identifiés : 13 cas confirmés au total, dont 7 dans les Alpes-Maritimes, 1 dans le Gard ou l'Hérault, 1 dans le Gard, 3 dans le Var, 1 dans l'Hérault⁵⁷.

Du 1^{er} mai 2021 au 10 décembre 2021 ont été confirmés en France métropolitaine 164 cas importés de dengue, dont 105 en provenance de la Réunion, 144 cas ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus* ; 3 cas importés de chikungunya et aucun cas importé de Zika. Un cas autochtone de dengue a été identifié dans le département du Var le 26/07/2021⁵⁸.

⁵⁴<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine>

⁵⁵ <https://lejournal.cnrs.fr/articles/moustique-tigre-une-inquietante-invasion>

⁵⁶ <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/moustiques>

⁵⁷ <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2020>

⁵⁸ <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2021>

Du 1er mai au 7 octobre 2022, ont été identifiés en France métropolitaine : 206 cas importés de dengue ; 194 ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus* ; 19 cas importés de chikungunya ; 2 cas importés de zika. Neuf foyers de transmission autochtone de dengue (comptabilisant au total 63 cas) ont été identifiés au 4 octobre 2022 : 1 cas dans les Pyrénées-Orientales, 4 cas dans les Hautes-Pyrénées, 6 cas en Haute-Garonne ; 1 cas dans le Tarn-et-Garonne, 7 cas dans le Var, 43 cas dans les Alpes-Maritimes et 1 cas en Corse⁵⁹.

La majorité des cas autochtones de maladies portées par ce moustique a été recensée sur le territoire de la région Sud PACA.

21.6. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Le projet franco-italien CLIMAERA⁶⁰ (2017-2020) sur le territoire ALCOTRA (3 régions italiennes : Piémont, Ligurie, Vallée d'Aoste et 2 françaises : Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) s'est intéressé à rechercher les meilleures solutions visant à améliorer la qualité de l'air tout en réduisant l'impact sur le changement climatique ainsi que les interactions entre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Évaluer la qualité de l'air entre plusieurs régions françaises et italiennes en tenant compte des changements climatiques
- Élaborer des préconisations pour diminuer les gaz à effet de serre et polluants, grâce à des scénarios d'émissions à l'horizon 2030 et 2050 et à une hiérarchisation des mesures à prendre en compte. Ces modélisations pourront aider les décideurs politiques de ces territoires à anticiper des actions adaptées (renouvellement des équipements de chauffage et du parc automobile, développement des transports collectifs...)
- Mieux comprendre les freins du grand public face aux changements des comportements et définir les messages et outils les plus adaptés pour y répondre

Les partenaires du projet, face à la thématique du changement climatique, ont fait appel au CMCC (Centre euro-Méditerranéen sur le Changement Climatique) pour modéliser à l'échelle du territoire ALCOTRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions

⁵⁹<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2022>

⁶⁰ Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. <https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports>

pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

- L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 µg/m³ sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

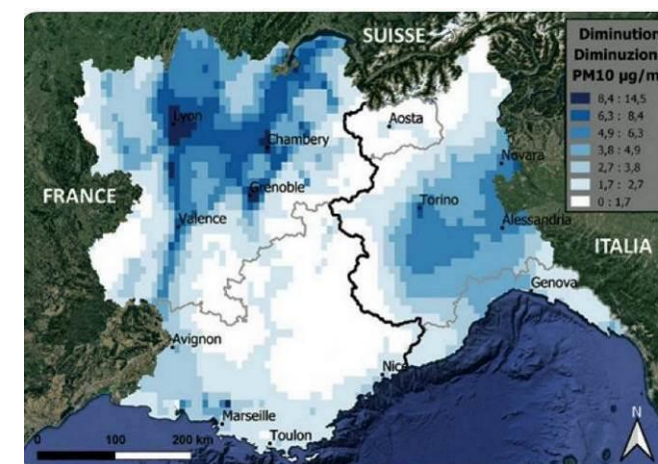


Figure 131 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo constante (source : CLIMAERA)

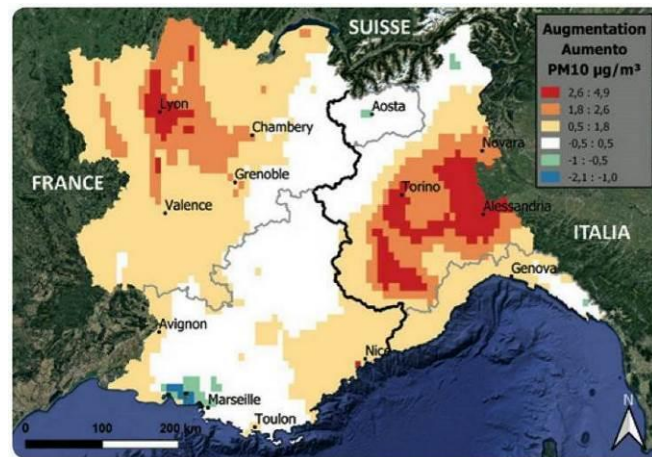


Figure 132 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)

Face à ces résultats, un outil capable de trouver des solutions pour contrebalancer l'impact du changement climatique a été testé. L'outil RIAT+, logiciel développé dans le cadre d'un projet européen antérieur (Programme LIFE), hiérarchise les mesures les plus efficaces pour réduire les concentrations annuelles de particules fines PM10, PM2,5 et/ou de dioxyde d'azote NO₂. Il permet également de répondre aux attentes de collectivités et de décideurs. En effet, chaque action est associée à un coût en euro et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il est possible de sélectionner les meilleures actions réduisant les émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre et de visualiser le bénéfice sur la qualité de l'air en 2030. Le chauffage au bois résidentiel et le trafic routier sont visiblement les deux secteurs sur lesquels il convient d'agir pour améliorer au mieux la qualité de l'air dans la plupart des régions partenaires du projet.

22. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BATIMENTS

22.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.

Diverses 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 (secs et humides) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).

L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.

Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

22.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.

La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.

La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.

Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres comme, par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain.

Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.

En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (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 du 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 de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la végétation

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 qui vont suivre présentent les résultats des modélisations pour les scénarios 'fil de l'eau' (2018) et 'projet' (2025), concernant les polluants visés.

Regardant le dioxyde de soufre, quel que soit le scénario, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la grille de calcul.

Pour les NOx : en situation 'fil de l'eau (2018)' et à l'horizon futur 2025 avec projet, les teneurs dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation pour le centile 90 des concentrations (le centile 80 également pour la situation 'fil de l'eau (2018)' et les concentrations maximales calculées sur la **zone d'étude**, la **zone projet** et les **habitations en dehors de la zone projet**. Au niveau des **sites vulnérables**, le niveau critique en NOx pour la protection de la végétation est respecté.

Tableau 79 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) Moyenne annuelle en équivalent NO ₂	Niveau critique pour la protection de la végétation	
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	151.42	98.91
CENTILE 90	36.92	24.12
CENTILE 80	24.91	15.91
CENTILE 70	19.22	12.17
Ecole Primaire 1	7.76	4.63
Ecole Élémentaire 1	10.76	6.39
Ecole Élémentaire 2	15.62	9.26
Ecole Maternelle 1	15.01	8.90
Max Zone Projet	64.55	41.25
Centile 90	50.01	34.14
Centile 50	24.78	15.90
Centile 10	17.22	10.88
Moyenne	25.94	16.73
Max Habitations Hors Zone Projet	60.44	38.22
Centile 90	21.47	13.27
Centile 50	14.69	9.16
Centile 10	10.10	6.31
Moyenne	15.56	9.79
<i>Nota Bene</i>	<i>Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55</i>	

Tableau 80 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO ₂ (µg/m³) Moyenne annuelle	Niveau critique pour la protection de la végétation	
	2018 Sans projet	2025 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	0.48	0.54
CENTILE 90	0.12	0.13
CENTILE 80	0.08	0.09
CENTILE 70	0.06	0.06
Ecole Primaire 1	0.02	0.02
Ecole Élémentaire 1	0.03	0.03
Ecole Élémentaire 2	0.04	0.04
Ecole Maternelle 1	0.04	0.04
Max Zone Projet	0.22	0.24
Centile 90	0.12	0.13
Centile 50	0.08	0.09
Centile 10	0.05	0.06
Moyenne	0.08	0.09
Max Habitations Hors Zone Projet	0.21	0.22
Centile 90	0.06	0.07
Centile 50	0.04	0.05
Centile 10	0.03	0.03
Moyenne	0.05	0.05
<i>Nota Bene</i>	<i>Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis dans l'étude trafic ainsi que les émissions liées au trafic sur la A55</i>	

Niveau critique dépassé

Niveau critique respecté

22.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons. Elle :

- Détérioré la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent
- Diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire

❖ Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❖ Effets de la pollution atmosphérique sur l’approvisionnement et la qualité alimentaires

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d’autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l’approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s’accumulent et s’emmagasinent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d’autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s’accumuler et d’accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu’il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.

Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur chance de reproduction et en causant éventuellement 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 s’avère très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d’autres espèces de l’écosystème.

❖ En bref

La pollution de l’air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir. Elle modifie la physiologie des organismes, l’anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

22.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d’importantes émissions dans l’atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO₂, NO_x, CO, CO₂ ...), soit particuliers (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.

23. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

Concernant les secteurs résidentiel & 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, 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 (postérieurs à 2030), il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport routier puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : par exemple la Loi Mobilités, qui prévoit l'interdiction des ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2040 (sachant qu'en 2018 ces derniers représentent encore 93 % des ventes⁶¹ de véhicules neufs) 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 » tel 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) déjà en fonctionnement. Des projets sont à l'étude en France notamment en région parisienne. À Toulouse, le chantier a commencé, la mise en service est prévue pour fin 2020. Ce métrocable comportera 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 verra le jour en 2023. Ce téléphérique urbain reliera les communes de Fontaine et de Saint-Martin-le-Vinoux en survolant la rivière du Drac et l'autoroute A80.
- 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.

⁶¹ <http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescler/r/venteParTypeEnergie>

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**

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.

Afin de réduire la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur, plusieurs recommandations peuvent être faites sur :

- Le positionnement et l'implantation des ouvrants : dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des pièces de vie, comportant des ouvertures généralement plus larges sur cour, et les pièces de service (buanderie, salle de bain) sur la façade côté voirie. Dans la pratique, ces recommandations sont complexes à mettre en œuvre, car elles peuvent aller à l'encontre de la RT2012 qui impose de concevoir des bâtiments bioclimatiques, privilégiant les apports solaires.
- Le positionnement des bouches de prise d'air neuf : les règles de l'art applicables aux installations de ventilation mécanique contrôlée du secteur résidentiel sont exposées dans le document technique unifié NF-DTU 68.3 qui fournit l'ensemble des règles de conception et de dimensionnement du système, ainsi que les prescriptions de mise en œuvre et d'exécution de l'installation. De manière générale, on privilégiera 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 ou de garages ou d'une cheminée.
- La ventilation : mise en place d'une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double flux comprenant une filtration de l'air entrant. Deux types de filtres sont généralement installés : un filtre gravimétrique, retenant les pollens et un filtre retenant les poussières fines (taux d'abattement allant jusqu'à 30 % selon les filtres). Ces filtres doivent être changés très régulièrement pour maintenir l'efficacité du système, 1 fois par an pour les pollens (après la saison pollinique) et 1 à 2 fois par an pour les particules fines. Cependant, en fonction de la performance des filtres et de la localisation géographique (à proximité immédiate de routes très circulées), ces derniers peuvent vite s'encrasser et doivent être changés à une fréquence plus élevée (tous les 2 à 3 mois). Au-delà du changement de filtre, une VMC double flux demande un entretien régulier pour éviter qu'elle ne s'encrasse et qu'elle ne perde en efficacité (nettoyage des bouches d'extraction, dépoussiérage des bouches de soufflage tous les trois mois, et entretien complet tous les trois ans par un professionnel). Les systèmes VMC double flux sont intrinsèquement très efficaces. Cependant la qualité des installations est encore trop souvent négligée et le changement des filtres peut s'avérer délicat, voire impossible. La mise en œuvre de ces systèmes devrait judicieusement être anticipée dès la conception des bâtiments, pour permettre leur bon entretien.

23.3. AMÉNAGEMENTS DU TERRITOIRE

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Par exemple, les activités polluantes, et aussi 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 d'un aménagement, plusieurs paramètres exercent 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) permettent 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.

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 que la surface végétalisée est importante et que la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C. La combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement⁶².

Des solutions alternatives, telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

⁶² 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 de l'étude a traité l'analyse des impacts relative au projet d'aménagement « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » sur le territoire de la commune de Gignac-la-Nerthe.

L'analyse des impacts a été menée en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

Au total, 4 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (1 école maternelle, 2 écoles élémentaires et 1 école primaire) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude. À retenir que le projet n'inclut pas la construction de nouveaux lieux vulnérables dans sa programmation.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases :

- Chantier ;
- Exploitation.

Des mesures à la fois techniques et organisationnelles sont disponibles en vue de réduire au maximum les nuisances liées au chantier.

Les bâtiments créés respecteront *a minima* la RT2012 voire la RE2020 (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 ; pour les autres constructions de bâtiments, 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) dont le principal objectif est de ramener la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 » à énergie positive. Ainsi, les émissions polluantes liées aux bâtis devraient être restreintes.

Les émissions liées au bâti s'avèreront ainsi minimes, comparé aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

La réalisation de l'aménagement « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » va entraîner dans l'ensemble une légère hausse des trafics sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, comparativement aux trafics en situation Fil de l'Eau.

Pour mémoire, au niveau des **lieux vulnérables** (écoles), de **l'emprise projet** et des **habitations en dehors de l'emprise projet** les concentrations calculées en situation 'fil de l'eau' (2018) et à l'horizon futur 2025 en situation 'Projet' sont inférieures aux normes réglementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une réglementation.

À l'horizon futur avec projet (2025), par rapport à la situation 'fil de l'eau' (2018), les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent fortement pour les principaux polluants émis à l'échappement. Cela étant corrélé aux **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs**, ainsi qu'à **l'application des normes Euro et au développement des véhicules hybrides/électriques, combinées au renouvellement du parc roulant. Et ce, malgré la légère augmentation globale des volumes de trafic, pour le scénario projet, par rapport à la situation fil de l'eau.**

Les polluants émis également par l'abrasion (notamment le BaP et les métaux) voient quant à eux leurs teneurs maximales sur le domaine d'étude diminuer de manière moins importante, voir même augmenter.

Les impacts du projet sont :

- **Pollution atmosphérique** : les baisses des concentrations maximales en polluants induites par la réalisation du projet, sur la zone d'étude, sont présentes (environ - 13.7 % ; en moyenne sur les polluants de la note technique du 22 février 2019). Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées sur le chemin des Figuerolles, voie permettant la desserte du projet par le nord et demeurent très faibles, voir négligeables vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires.
- **Enjeux populationnels** (lieux vulnérables existants / habitations en projet) : il est possible de constater qu'il n'y a pas d'augmentation de concentration des polluants en situation 'projet'

Pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires, parmi les composés ne disposant pas de valeur toxicologique de référence, à l'horizon 2025 en situation projetée, seul le NO₂ présente des dépassements des recommandations (annuelle et journalière) de l'OMS pour environ 1 % des concentrations calculées au niveau de l'emprise projet et des riverains. Les QD et les ERI cumulés sont inférieurs aux seuils pour l'ensemble des scénarios d'exposition évalués à l'horizon futur 2025.

En définitive, l'aménagement projeté « 400 logements à Gignac-la-Nerthe » n'est pas de nature à exercer d'impact significatif, ni sur la qualité de l'air du secteur étudié ni sur la santé des populations environnantes et futures du projet.

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet.

THÈME	Impact projet
PHASE TRAVAUX	La quantification des émissions appelant un nombre important de données, il est malaisé, au niveau actuel de l'étude, de chiffrer les émissions atmosphériques totales du chantier.
VEHICULES-KILOMETRES	Sur le réseau d'étude - par rapport à la situation « Fil de l'Eau » (2018) - les VK augmentent pour la situation future avec « Projet » (+9.3 % en 2025).
CONSOMMATION DE CARBURANT	Les consommations de carburant épousent la même trajectoire que les indices VK. Par rapport à la situation « Fil de l'Eau » (2018), les consommations totales de carburant augmentent, sur le réseau d'étude, pour la situation future avec « Projet » (+8,0 % en 2025).
ÉMISSIONS POLLUANTES	Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, les émissions de polluants calculées à l'horizon futur 2025 en situation 'Projet' sont inférieures aux émissions moyennes en situation « Fil de l'Eau » (2018) avec une différence de -26.9%. À l'horizon futur 2025, sur le réseau d'étude, il ressort que la <u>réalisation du projet</u> va entraîner une diminution des émissions de tous les principaux polluants (à l'exception du SO ₂ , de l'Arsenic et du Nickel) par rapport à la situation Fil de l'Eau.
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	La mise en place du projet à l'horizon 2025 induit une augmentation des consommations de carburant sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau (2018). En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier épousent la même trajectoire. La réalisation du projet engendre une évolution des émissions de GES, par rapport au scénario Fil de l'Eau, de +7.9 % sur le réseau d'étude.
CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT	Les baisses des concentrations maximales en polluants induites par la réalisation du projet, sur la zone d'étude, sont présentes (environ -13.7 % ; en moyenne sur les polluants de la note technique du 22 février 2019). Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées sur le chemin des Figuerolles, voie permettant la desserte du projet par le nord et demeurent très faibles, voir négligeables vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires. Au niveau des lieux vulnérables (écoles), de l'emprise projet et des habitations en dehors de l'emprise projet les concentrations calculées en situation 'fil de l'eau' (2018) et à l'horizon futur 2025 en situation 'Projet' sont inférieures aux normes réglementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une réglementation. En conclusion, la réalisation du projet et les légères hausses de trafic associées sur la zone d'étude n'influent pas de manière significative sur les concentrations en polluants, et donc sur la qualité de l'air au niveau des lieux vulnérables et du projet.

THÈME	Impact projet
EQRS	En considérant les émissions des brins dont les trafics ont été fournis ainsi que celles liées à la circulation sur la A55 : <ul style="list-style-type: none"> - L'indice des risques non cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour le scénario d'exposition étudié en situation 'projet' comparée au 'fil de l'eau'. - Parmi les composés ne disposant pas de valeur toxicologique de référence, à l'horizon 2025 en situation projetée, seul le NO₂ présente des dépassements des recommandations (annuelle et journalière) de l'OMS pour environ 1 % des concentrations calculées au niveau de l'emprise projet et des riverains. - Les QD et les ERI cumulés sont inférieurs aux seuils pour l'ensemble des scénarios d'exposition évalués à l'horizon futur 2025.
COUT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	Par rapport à la situation dite 'fil de l'eau 2018', le coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude diminue pour la situation projet 2025 (-4.5 %).
COUT DES GAZ A EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente significativement à l'horizon futur 2025 par rapport à la situation 'fil de l'eau' (2018), en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.

Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air	EFSA	European Food Safety Authority
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
AEE	Agence Européenne de l'Environnement	EICU	Effet d'Îlot de Chaleur Urbain
ALD	Affections Longues Durées	EIS	Évaluation de l'Impact Sanitaire
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
ARS	Agence Régionale de Santé	EPT	établissement public territorial
As	Arsenic	ERI	Excès de Risque Individuel
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry	ERU	Excès de risque Unitaire
Ba	Baryum	EQIS	Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire
B(a)P	Benzo(a)Pyrène	EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive	FET	Facteur d'équivalence Toxique
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes	GES	Gaz à Effet de Serre
CAA	Concentration Admissible dans l'Air	GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
Cd	Cadmium	GPL	Gaz de pétrole liquéfié
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Centile	Les centiles correspondent à des valeurs qui divisent un ensemble d'observations en 100 parties égales. C'est-à-dire, par exemple, le centile 90 correspond à la valeur pour laquelle 90 % des données ont une valeur inférieure et 10 % des données ont une valeur supérieure.	Hg	Mercure
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	HPM	Heure de pointe du matin
CH₂O	Formaldéhyde	HPS	Heure de pointe du soir
CH₄	Méthane	IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
C₂H₄O	Acétaldéhyde	IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
C₃H₄O	Acroléine	INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
C₄H₆	1,3-Butadiène	INRETS	Institut de recherche sur les transports
C₆H₆	Benzène	INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer	INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique	InVS	Institut de Veille Sanitaire
CJUE	Cour de justice de l'Union européenne	IPP	Indice Pollution Population
CMI	Concentration Moyenne Inhalée	IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
CO	Monoxyde de carbone	IREP	Registre français des émissions polluantes
CO₂	Dioxyde de carbone	kep	kilo équivalent pétrole
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport	LOM	Loi d'Orientation des Mobilités
CORINAIR	CORe INventories AIR	MRL	minimum risk level
COV	Composé Organique Volatil	NH₃	Ammoniac
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique	Ni	Nickel
Cr	Chrome	NO	Monoxyde d'azote
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques	NO₂	Dioxyde d'azote
DREAL	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	NOx	Oxydes d'azote
		N₂O	Protoxyde d'azote
		O₃	Ozone
		OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
		OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
		OMS	Organisation Mondiale de la Santé
		ORS	Observatoire Régional de Santé
		PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable




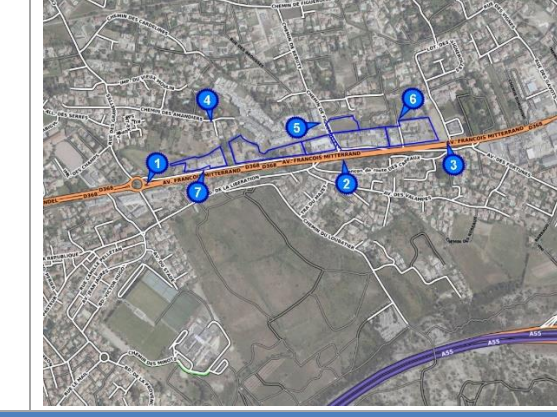
Pb	Plomb	UVP	Unité de Véhicule Particulier
PCET	Plan Climat Énergie Territorial	VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial	VK	Véhicules-Kilomètres
PDU	Plan de Déplacements Urbains	VL	Véhicule Léger
PDUIF	Plan de Déplacements Urbains Ile-de-France	VMC	ventilation mécanique contrôlée
PIB	Produit intérieur brut	VP	Véhicule Personnel
PL	Poids Lourd	VUL	Véhicule Utilitaire Léger
PLD	Plan Local de Déplacement	VTR	Valeur Toxicologique de Référence
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l'Air	ZCR	Zone à Circulation Restreinte
PLU	Plan Local d'Urbanisme	ZFE	zones à faibles émissions
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal	ZPA	Zone de Protection de l'Air
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)	ZPA_d	Zone de Protection de l'Air départementale
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm		
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm		
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm		
PNSE	Plan National Santé Environnement		
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère		
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques		
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global		
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l'Air		
PRSE	Plan Régional Santé Environnement		
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air		
QD	Quotient de danger		
REL	Risk Effect Level		
RfC	Reference concentration		
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)		
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique		
ROSE IdF	Réseau d'observation statistique de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre de la région Île-de-France		
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale		
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie		
SDRIF	Schéma directeur de la région Île-de-France		
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone		
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		

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES - MESURES IN SITU

Point n°1 Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Intersection entre D48F et D368, Av François Mitterrand, 13180 Gignac-la-Nerthe		43.39590 5.23917	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	08/09/2022 à 13h16
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h41
Type de Support	Panneau directions	Durée d'exposition	310,4 h
Hauteur		2,5 m	
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 611	23,1	Écart relatif : 0,9 % Moyenne : 23,3 µg/m³
	FTS 612	23,5	


Point n°2 Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
598-740 Av. François Mitterrand, 13180 Gignac-la-Nerthe (D368)		43.39664 5.24687	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	08/09/2022 à 12h47
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h27
Type de Support	Panneau « 50 km/h »	Durée d'exposition	310,7 h
Hauteur		2,5 m	
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 613	25,1	Écart relatif : 3,2 % Moyenne : 26,0 µg/m³
	FTS 614	26,8	

Point n°3		Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Intersection avec Dom. Des Vignerolles, 959 Av. François Mitterrand, 13180 Gignac-la-Nerthe		43.39711 5.25078	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	08/09/2022 à 12h32
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h19
Type de Support Hauteur	Panneau « STOP » 2,5 m	Durée d'exposition	310,8 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 615	20,0	Écart relatif : 0,3 % Moyenne : 20,0 µg/m³
	FTS 616	20,1	

Point n°4		Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
20 Chem. Des Amandiers, 13180 Gignac-la-Nerthe		43.39769 5.24168	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond urbain	Début mesure	08/09/2022 à 13h07
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h36
Type de Support Hauteur	Poteau électrique « 30 km/h » 2,0 m	Durée d'exposition	310,5 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 617	13,1	Écart relatif : 3,1% Moyenne : 13,6 µg/m³
	FTS 618	14,0	

Point n°5		Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
81 Chem. De Figuerolles BAT A 3 RESIDENC, 13180 Gignac-la-Nerthe		43.39761 5.24600	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	08/09/2022 à 12h52
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h30
Type de Support Hauteur	Poteau électrique 2,0 m	Durée d'exposition	310,6 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 619	15,9	Écart relatif : 1,7 % Moyenne : 16,2 µg/m³
	FTS 620	16,5	
	FTS 621 - Blanc	< LD	Blanc inférieur à la LD
PM10	SD 13	Moyenne : 1,5 Maximum : 5,9 (20/09/2022)	Moyenne sur la période de mesures (du 08/09/2022 au 21/09/2022) Maximum en moyenne journalière
PM2,5		Moyenne : 1,3 Maximum : 4,9 (20/09/2022)	

Point n°6		Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Avenue François Mitterrand, 13180 Gignac-la-Nerthe		43.39767 5.24889	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond urbain	Début mesure	08/09/2022 à 12h38
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h23
Type de Support Hauteur	Poteau électrique 2,0 m	Durée d'exposition	310,8 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 622	13,8	Écart relatif : 2,5 % Moyenne : 14,2 µg/m³
	FTS 623	14,5	

Point n°7		Aménagement de logements à Gignac-la-Nerthe [13]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
6-5 Av. François Mitterrand, 13180 Gignac-la-Nerthe		43.39631 5.24128	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	08/09/2022 à 13h23
Distance de la voie la plus proche	2 m	Fin mesure	21/09/2022 à 11h46
Type de Support Hauteur	Panneau « sens interdit » 2,0 m	Durée d'exposition	310,4 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 624	18,3	Écart relatif : 2,3 % Moyenne : 17,9 µg/m³
	FTS 625	17,5	
PM ₁₀	SD 16	Moyenne : 2,8 Maximum : 6,6 (13/09/2022)	Moyenne sur la période de mesures (du 08/09/2022 au 21/09/2022) Maximum en moyenne journalière
PM _{2,5}		Moyenne : 2,4 Maximum : 6,1 (13/09/2022)	

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l'air est directement liée aux conditions météorologiques⁶³. 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 un 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 météorologique de Marseille-Marignane (Marseille Provence ; coordonnées : 43,65°N | 7,20°E | altitude : 5 m)⁶⁴ sise à environ 5,5 km au nord du projet, sur la période du 8 au 21 septembre.

❖ Température

La température moyenne lors de la campagne de mesure *in situ* est de 21,7°C. Cela est supérieure à la moyenne de la normale saisonnières de septembre à savoir 20,9°C (période 1991-2020), ce qui correspond à un écart à la normale de +4 %.

La moyenne des températures journalières minimales sur la période (16,6°C) est supérieure à la température normale moyenne minimale de septembre (15,9°C) soit un écart à la normale de saison de +4 %.

La moyenne des températures journalières maximales sur la période (26,5°C) est supérieure à la température normale moyenne maximale septembre (25,9°C) soit un écart à la normale de saison de +2 %.

Cela traduit une période légèrement plus chaude que la normale.

⁶³ <https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques>
<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/influence-de-la-meteo>

⁶⁴ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/marseille-marignane-marseille-provence/valeurs/07650.html>

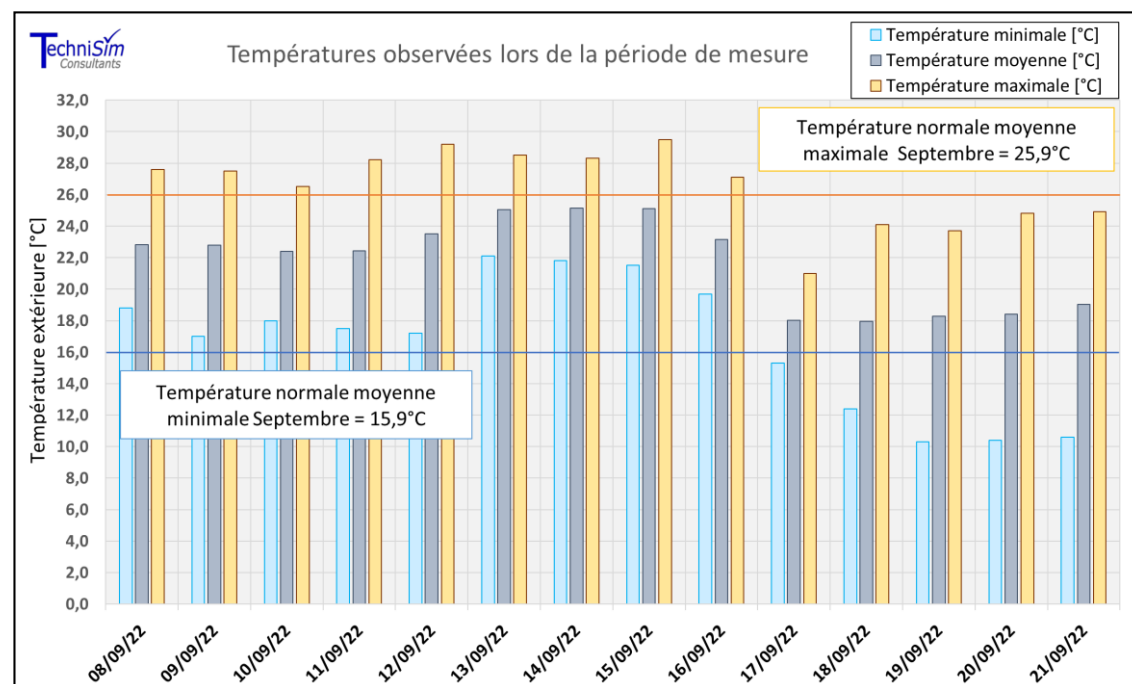


Figure 133 : Évolution de la température moyenne horaire sur la période de mesure

Pour information, la température moyenne annuelle normale à Marseille-Marignane est de 15,9°C.

❖ **Pression atmosphérique**

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. A contrario, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.

Le graphique ci-dessous présente les pressions atmosphériques enregistrées au cours de la campagne de mesure.

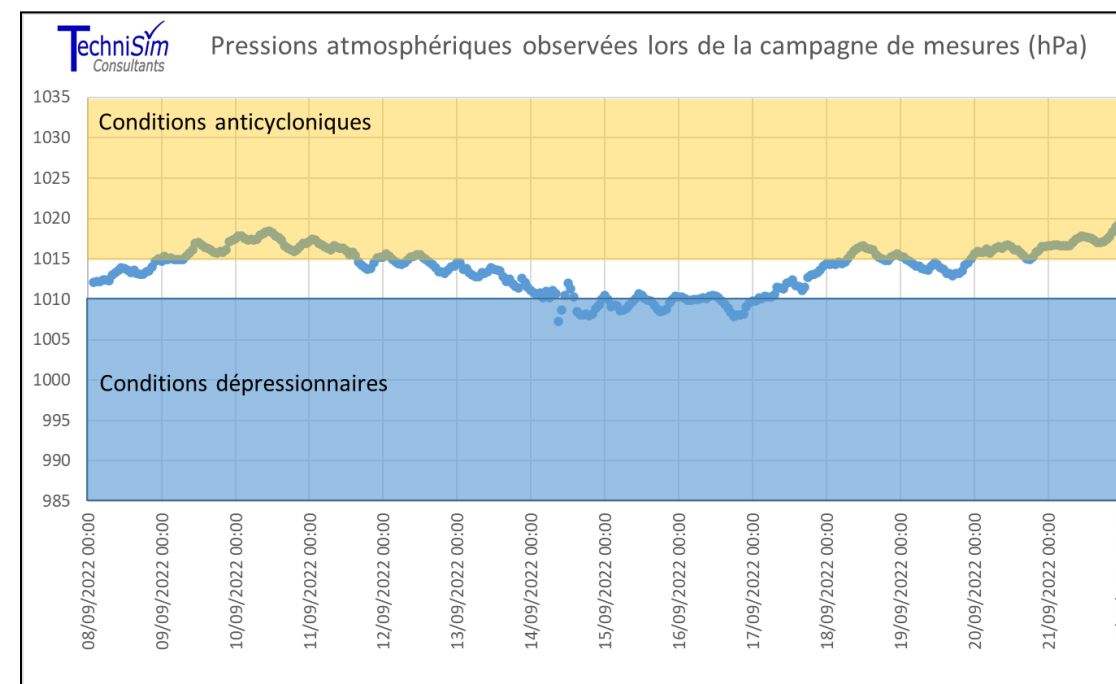


Figure 134 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure

Les conditions météorologiques ont été majoritairement anticycloniques, malgré un épisode dépressionnaire (du 14/09/2022 jusqu'au 17/09/2022).

❖ **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 vitesses⁶⁵ des vents moyens horaires ainsi que les rafales maximales journalières sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure.

⁶⁵ Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

Tableau 81 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journaliers

Date	Vitesse [km/h]	Rafale Max [km/h]
8 sept. 2022	17,3	75,6
9 sept. 2022	16,2	47,9
10 sept. 2022	21,9	50,4
11 sept. 2022	13,6	36,4
12 sept. 2022	9,7	34,6
13 sept. 2022	13,9	35,3
14 sept. 2022	20,9	66,2
15 sept. 2022	14,1	39,2
16 sept. 2022	28,0	68,0
17 sept. 2022	48,1	96,5
18 sept. 2022	15,3	36,7
19 sept. 2022	25,8	72,0
20 sept. 2022	15,8	37,4
21 sept. 2022	11,8	49,3
Période	19,5	96,5

La vitesse moyenne du vent sur l'ensemble de la période est de 19,5 km/h. Les moyennes journalières sont comprises entre 9,7 km/h (le 12 septembre 2022) et 48,1 km/h (le 17 septembre 2022), avec des rafales atteignant au maximum 96,5 km/h le 17 septembre 2022.

Les figures suivantes représentent la fréquence et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesure in situ ainsi que la rose des vents annuelles.

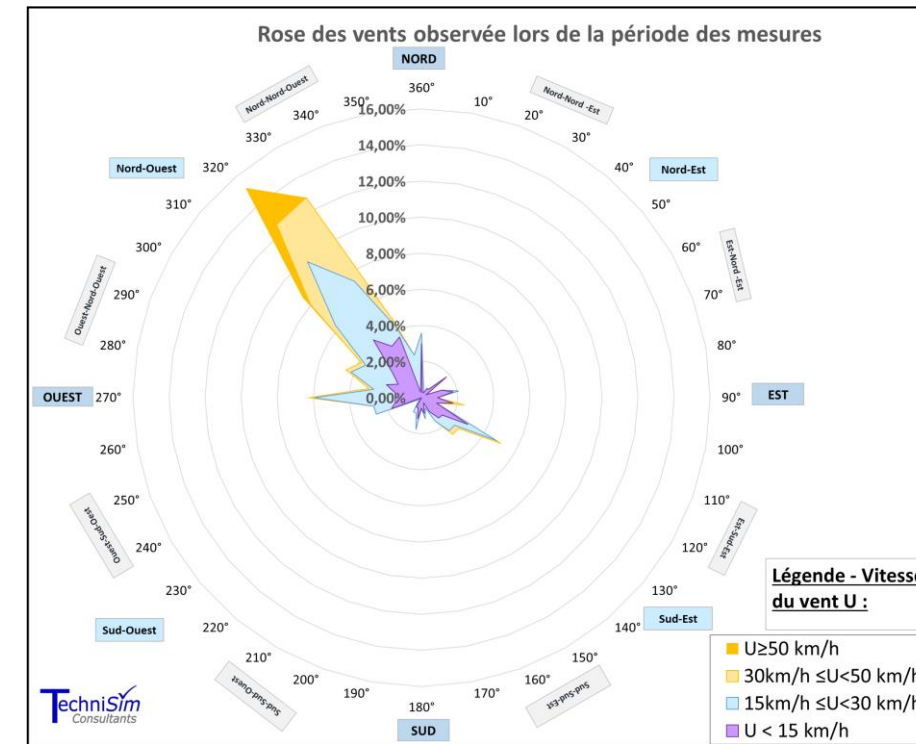


Figure 135 : Origine des vents lors de la période de mesure

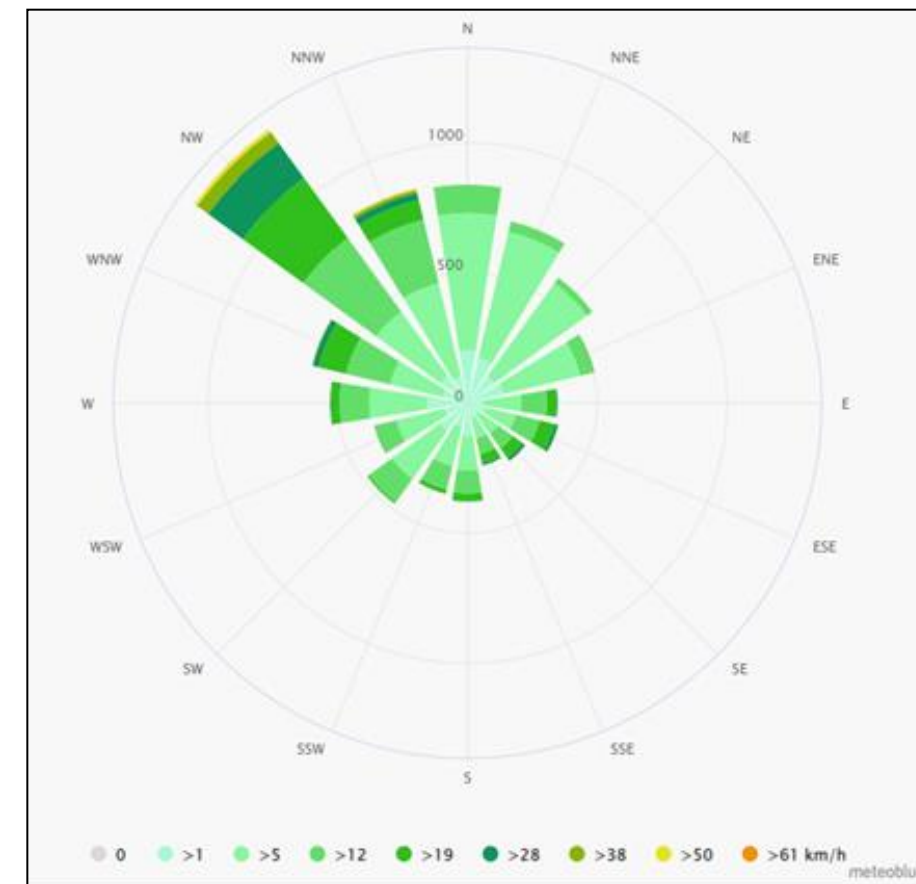


Figure 136 : Rose des vents annuelle à Gignac-la-Nerthe (source : meteo-blue)

Lors de cette campagne, les vents enregistrés sont majoritairement des vents entre le Nord-Ouest et le Nord-Nord-Ouest (fréquence de 28,0 % sur les secteurs 320° et 330°).

Cette rose des vents obtenue sur la période de mesure est pratiquement identique avec celle observée en moyenne annuelle pour le secteur.

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 qui va suivre.

Tableau 82 : 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.

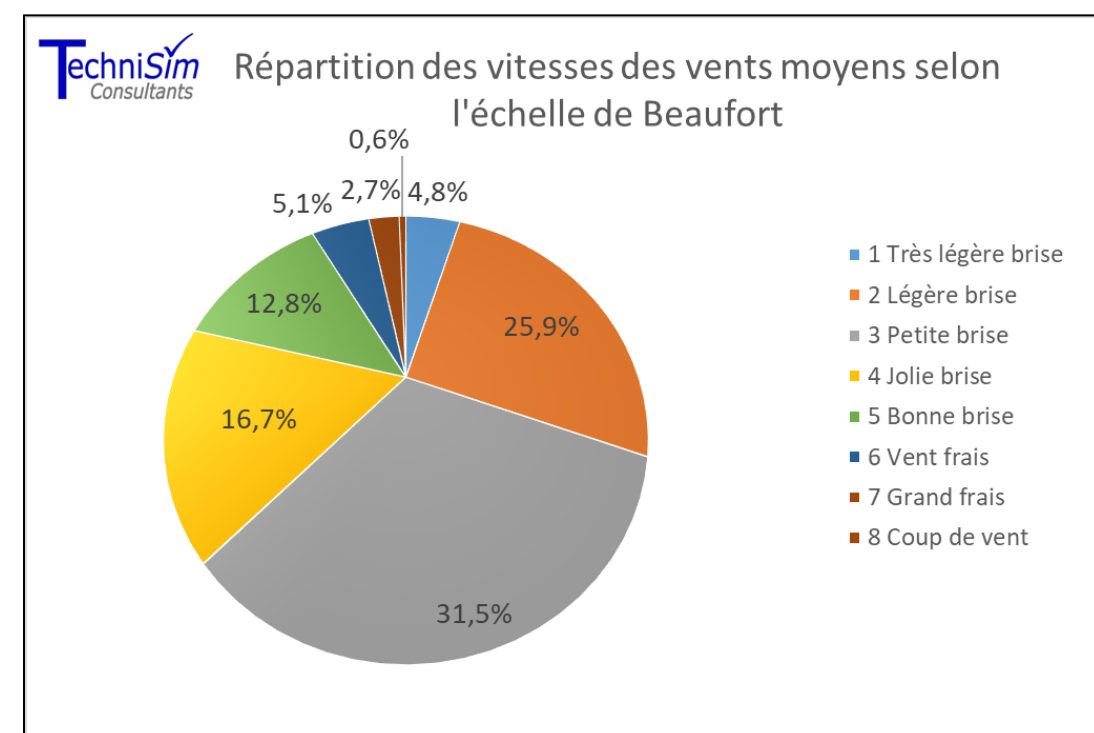


Figure 137: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort

Le vent a été présent de manière faible sur 62,2 % de la campagne : 4,8 % de 'très légère brise', 25,9 % de 'légère brise', et 31,5 % de 'petites brises'.

37,8 % de la campagne a présenté des épisodes venteux importants : 16,7 % des vents étaient des 'jolies brises', 12,8 % de 'bonnes brises', 5,0 % de 'vents frais', 2,7 % de 'grand frais' et 0,6 % de 'coup de vents'.

Aucune catégorie supérieure à 'coup de vents' n'a été recensée sur les moyennes horaires des vents.

Une grande partie 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 62,2 % des vents mesurés.

Les épisodes venteux important (vents de force supérieure ou égale à 4) permettant une dispersion efficace des polluants sont assez fréquents (37,8 % de la période de mesure).

❖ **Précipitations**

Le nombre de précipitations pendant la période de mesure est illustré dans la planche suivante.

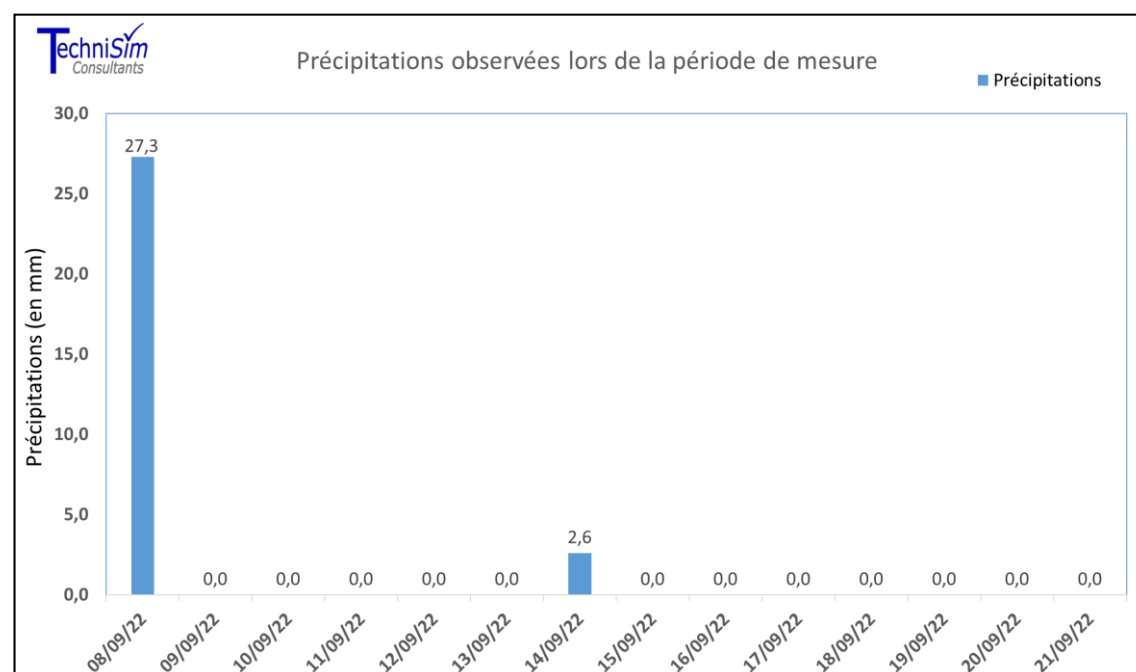


Figure 138: Précipitations pendant la campagne de mesure

Lors de la campagne de mesure (14 jours), le cumul des précipitations a été de 29,9 mm répartis sur 14 jours dont 2 jours (08 et 14 septembre) présentant des pluies supérieures ou égales à 1 mm.

La pluviométrie sur cette période est en dessous de la normale, la moyenne pondérée (pour 14 jours) de septembre étant de 38,3 mm [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de -22 %.

Cela s'avère ainsi une période légèrement sèche, ne permettant pas une bonne dissolution des polluants.

❖ **Ensoleillement**

Le nombre d'heures d'ensoleillement pendant la période de mesure est illustré dans la planche suivante.

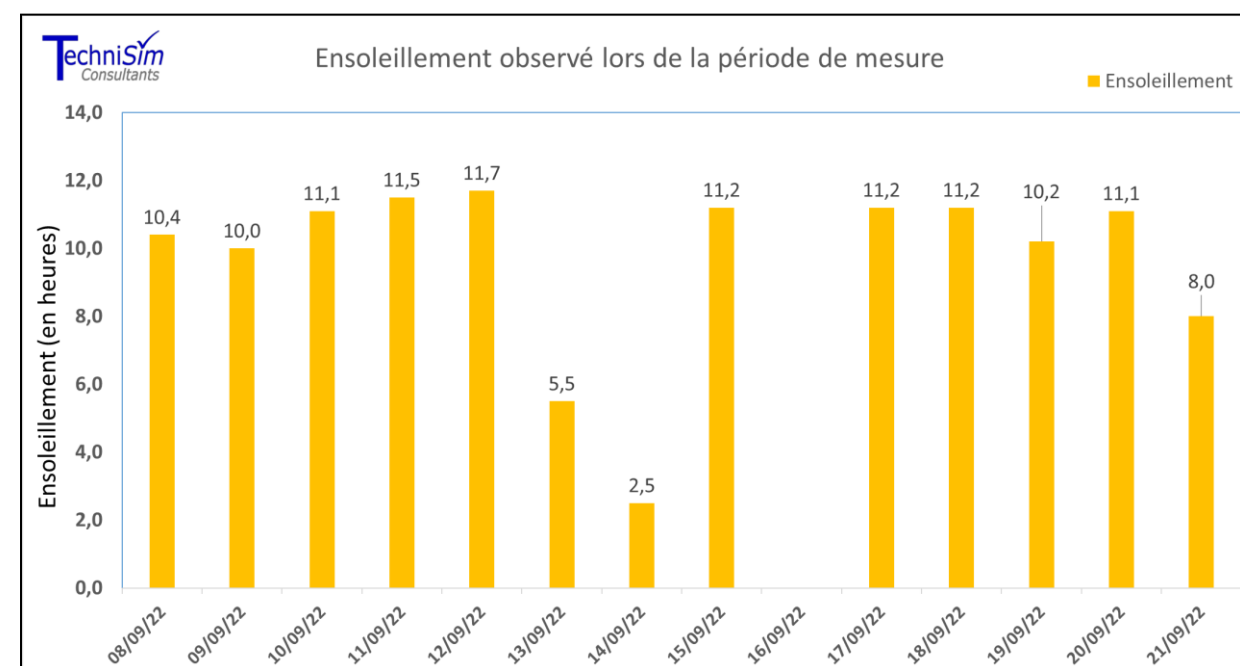


Figure 139: Ensoleillement pendant la campagne de mesure

Lors de la campagne de mesure (14 jours), le cumul des heures d'ensoleillement a été de 125,6 h répartis sur 14 jours. Ce qui fait une moyenne de 9h par jour.

Le nombre d'heures d'ensoleillement sur cette période est pratiquement identique à la normale, la moyenne pondérée (pour 14 jours) de septembre étant de 123,1 mm [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de +2 %. Ce qui fait une moyenne de 8,8h par jour.

ANNEXE N°4 : PRESENTATION DES DOCUMENTS DE PLANIFICATION

Les objectifs d'amélioration de la qualité de l'air sont fixés par les politiques publiques dans des plans qui existent à différents niveaux.

On peut distinguer 2 types de plans :

- Ceux clairement basés sur des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air : le futur Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), le SRCAE, les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), les Plans Locaux de Qualité de l'Air (PLQA).
- Ceux non orientés prioritairement sur l'amélioration de la qualité de l'air mais ayant un impact sur elle : les Plans de Déplacements Urbains (PDU), les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET), les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), les Plans Locaux de l'Urbanisme, le Plan Régional Santé Environnement (PRSE).

Les divers documents de planification sont articulés comme suit entre eux :

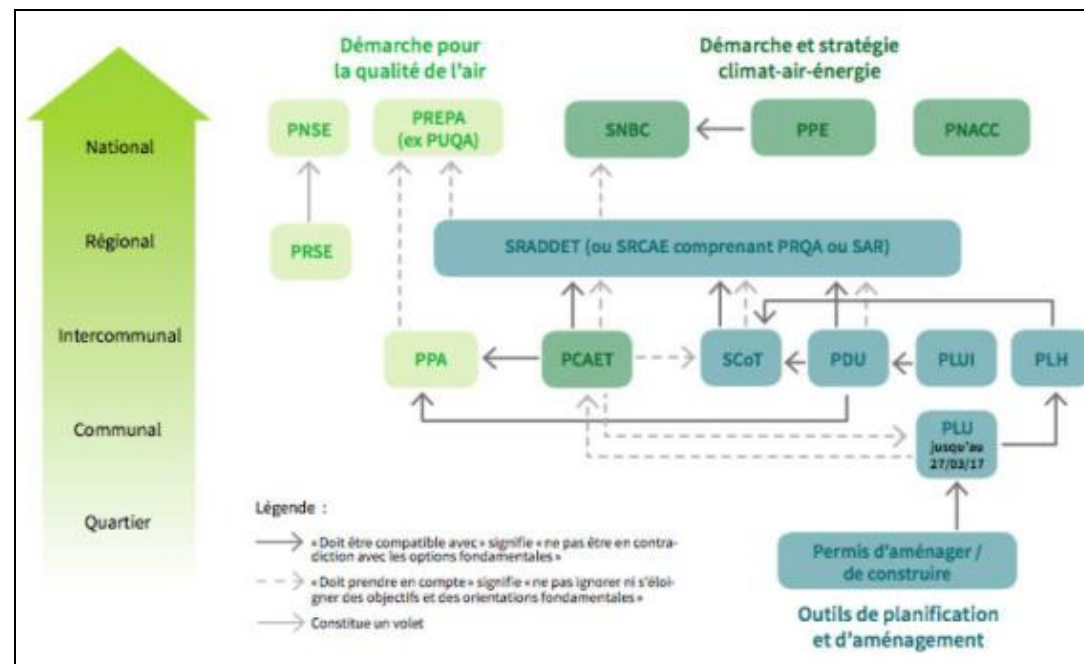


Figure 140 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (source : évaluation du PPA 2013- 2018 des Alpes-Maritimes ; AtmoSud)

Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air [PSQA]

Le Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017-2021 a pour ambition de présenter, en lien direct avec les orientations nationales, les principales orientations de l'association AtmoSud.

Il décline l'ensemble des thématiques couvertes par l'activité de l'association et leurs orientations structurelles.

Il est construit autour de quatre axes structurants avec un objectif commun d'amélioration de la qualité de l'air et de minimisation de l'impact des pollutions atmosphériques de la population et de l'environnement :

- Exposition à la pollution de l'air
- Lien Air- Énergie-Climat-Santé
- Écoute et Incitation à l'action environnementale
- Innovation et amélioration de l'expertise

Afin d'atteindre ces objectifs, ce plan s'appuie sur la poursuite de la construction des liens forts de l'association avec les acteurs locaux publics et privés, avec le soutien de l'échelon national.

Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie [SRCAE]

La loi dite « Grenelle 2 », promulguée le 12 juillet 2010 prévoit dans son article 68 la mise en place de Schémas Régionaux Climat Air Énergie (SRCAE).

Le SRCAE remplace le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) instauré par la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie [dite loi 'Laure'], et vaut schéma régional des énergies renouvelables prévu par l'article 19 de la loi n°2009-967 du 3 août 2009 [dite Grenelle 1].

Le SRCAE, révisable tous les 5 ans, est régi par les articles L. 222-1, 2 et 3 du Code de l'Environnement.

D'une part, le SRCAE doit contenir des :

- Orientations permettant de réduire les émissions des gaz à effet de serre ;
- Objectifs régionaux de maîtrise de demande en énergie ;
- Objectifs de valorisation du potentiel d'énergies renouvelables ;
- Orientations d'adaptation au changement climatique ;
- Orientations concernant la pollution atmosphérique.

Et, plus spécifiquement, des orientations permettant, pour atteindre les normes de qualité de l'air mentionnées à l'article L.221-1 du code de l'environnement, de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets.

À ce titre, le SRCAE définit des normes de qualité de l'air propres à certaines zones lorsque leur protection le justifie.

D'autre part, ce schéma est concerné par :

- Un bilan régional de consommation et production énergétiques ;
- Un bilan des émissions de gaz à effet de serre [GES] ;
- Un bilan des émissions de polluants atmosphériques et de la qualité de l'air ;
- L'évaluation du potentiel d'économies d'énergie par secteur ;
- L'évaluation du potentiel de développement des énergies renouvelables ;
- L'analyse de la vulnérabilité de la région aux effets du changement climatique.

Le SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur a été approuvé le 28 juin 2013 par l'Assemblée Régionale et arrêté par le préfet de région le 17 juillet 2013.

Le SRADDET de la région Sud PACA étant en vigueur le 15 octobre 2019 ; ce dernier se substitue au SRCAE de la région.

Par ailleurs, 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 par l'ex Aasqa AirPACA, 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 dioxyde d'azote (NO₂).

Ces zones sont définies en croisant les zones :

- Où les niveaux d'émissions sont excessifs ;
- Qui, par leur densité de population ou la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugés plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.

La cartographie des zones sensibles pour la qualité de l'air en Sud PACA est éditée ci-après.

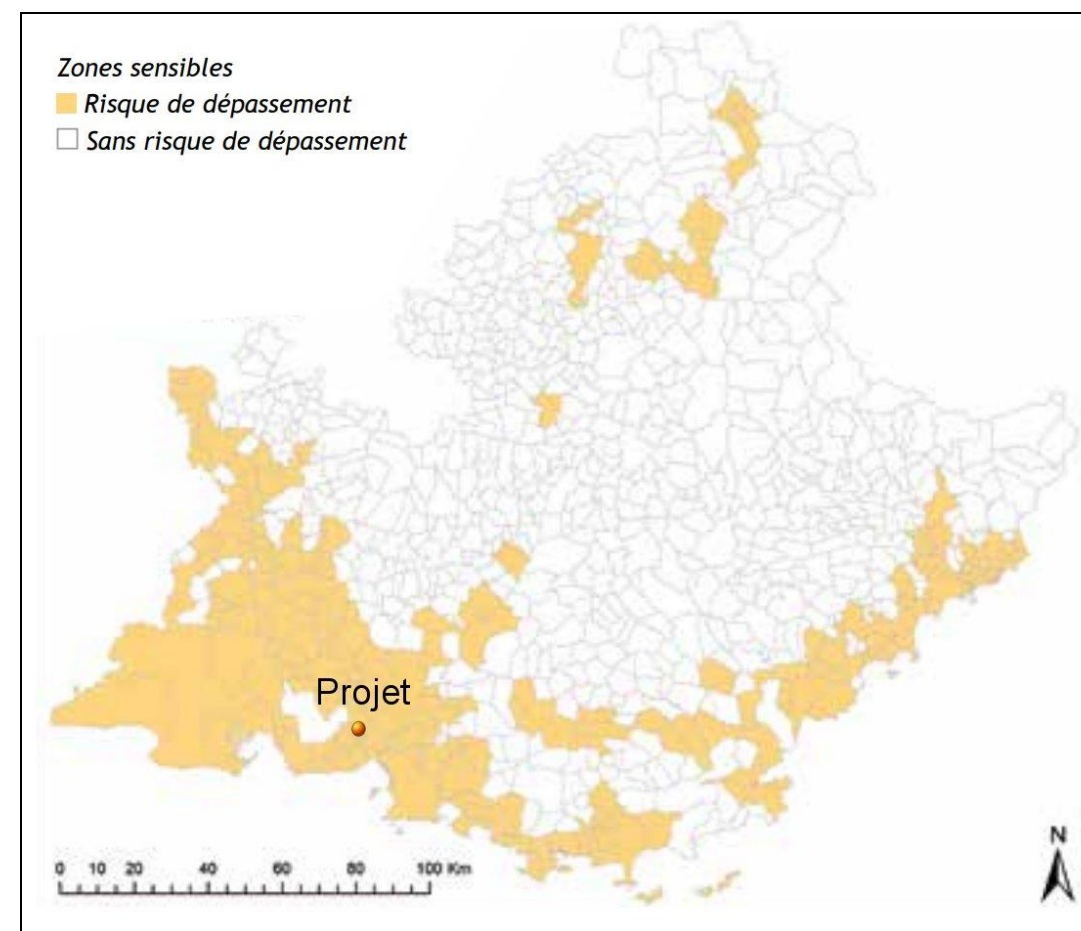


Figure 141 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA

La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air de la région définie par le SRCAE.

Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires [SRADDET]

La loi portant nouvelle organisation territoriale de la République dite loi NOTRe crée un nouveau schéma de planification dont l'élaboration est confiée aux régions : le "Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires" (SRADDET).

Ce schéma doit respecter les règles générales d'aménagement et d'urbanisme à caractère obligatoire ainsi que les servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols. Il doit être compatible avec les SDAGE (Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux), ainsi qu'avec les plans de gestion des risques inondations. Il doit prendre en compte les projets d'intérêt général, une gestion équilibrée de la ressource en eau, les

infrastructures et équipements en projet et les activités économiques, les chartes des parcs nationaux sans oublier les schémas de développement de massif.

Il se substitue ainsi aux schémas préexistants tels que le schéma régional climat air énergie, le schéma régional de l'intermodalité, et le plan régional de prévention et de gestion des déchets, le schéma régional de cohérence écologique.

Les objectifs du SRADDET s'imposent aux documents locaux d'urbanisme (SCoT et, à défaut, des plans locaux d'urbanisme [PLU], des cartes communales, des plans de déplacements urbains [PDU], des plans climat-énergie territoriaux [PCAET] et des chartes de parcs naturels régionaux) dans un rapport de prise en compte, alors que ces mêmes documents doivent être compatibles avec les règles générales du SRADDET.

Le SRADDET intégrera le SRCAE.

(Note : Les régions avaient jusqu'à fin juillet 2019 pour élaborer et adopter leur SRADDET.)

Pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le projet de SRADDET a été arrêté lors de l'assemblée régionale du 18 octobre 2018. Le SRADDET a été adopté le 26 juin 2019 (délibération n°19-350) et approuvé par arrêté préfectoral le 15 octobre 2019.

Les ambitions chiffrées du SRADDET sont les suivantes :

- Atteindre un taux moyen de croissance démographique de 0,4 % à l'horizon 2050, axé de manière privilégiée sur la population active ainsi qu'en priorité dans les centralités, pour moitié dans les métropoles ;
- 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 en jouant sur les économies d'énergie et l'accroissement de ces énergies renouvelables ;
- Atteindre une production (modulé 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. De plus, 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).

Le SRADDET PACA 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.

La stratégie régionale prend corps à travers trois lignes directrices qui répondent aux mots d'ordre que le territoire s'est choisi : attractivité, résilience, solidarité.

LIGNE DIRECTRICE 1 : Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional

Axe 1 : Renforcer le rayonnement du territoire et déployer la stratégie régionale de développement économique

- Orientation 1 : un territoire connecté et plus accessible au niveau national, européen et international ;
 - Objectif 1 : Conforter les portes d'entrée du territoire régional ;
 - Objectif 2 : Définir et déployer une stratégie portuaire et fluviale régionale ;
 - Objectif 3 : Améliorer la performance de la chaîne logistique jusqu'au dernier kilomètre, en favorisant le report modal ;
- Orientation 2 : Des pôles d'excellence économiques, universitaires, culturels et touristiques porteurs du rayonnement régional ;
 - Objectif 4 : Renforcer les grands pôles économiques, touristiques, et culturels ;
 - Objectif 5 : Définir et déployer la stratégie régionale d'aménagement économique ;
 - Objectif 6 : Soutenir le rayonnement du territoire en matière universitaire, de recherche et d'innovation ;
- Orientation 3 : La dimension européenne de la région confortée au cœur du bassin méditerranéen, des projets collaboratifs renforcés avec les territoires frontaliers ;
 - Objectif 7 : consolider les liaisons avec les territoires limitrophes et renforcer l'arc méditerranéen ;
 - Objectif 8 : conforter les projets à vocation internationale des métropoles et les projets de coopération transfrontalière ;
 - Objectif 9 : Affirmer le potentiel d'attractivité de l'espace maritime régional et développer la coopération européenne, méditerranéenne et internationale.

Axe 2 : Concilier attractivité et aménagement durable du territoire

- Orientation 1 : Un modèle d'aménagement durable et intégré à construire ;
 - 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 ;

- **Orientation 2** : Des ressources naturelles et paysagères préservées et valorisées, une identité renforcée ;
 - 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, littoral et marin ;
 - Objectif 16 : favoriser une gestion durable et dynamique de la forêt ;
 - Objectif 17 : préserver les identités paysagères et améliorer le cadre de vie des habitants.

Axe 3 : Conforter la transition environnementale et énergétique : vers une économie de la ressource

- **Orientation 1** : Vers un nouveau référentiel de production et de consommation, vers une société post-carbone ;
 - Objectif 18 : Accompagner la transition vers de nouveaux modes de production et de consommation agricoles et alimentaires ;
 - 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 ;
- **Orientation 2** : Améliorer la qualité de l'air et contribuer au développement de nouvelles pratiques de mobilité ;
 - 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 reports de la voiture individuelle vers d'autres modes plus collectifs et durables ;
- **Orientation 3** : Prévention et gestion des déchets : vers une économie circulaire plurielle ;
 - Objectif 24 : décliner des objectifs quantitatifs régionaux de prévention, recyclage et valorisation des déchets ;
 - Objectif 25 : planifier les équipements de prévention et de gestion des déchets dans les documents d'urbanisme ;
 - Objectif 26 : favoriser le recyclage, l'écologie industrielle et l'économie circulaire.

LIGNE DIRECTRICE 2 : Maitriser la consommation de l'espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau

Axe 1 : Structurer l'organisation du territoire en confortant les centralités

- **Orientation 1** : Une stratégie urbaine régionale à affirmer ;
 - Objectif 27 : conforter le développement et le rayonnement des centralités ;
 - Objectif 28 : consolider les dynamiques des centres urbains régionaux ;
 - Objectif 29 : Soutenir les fonctions d'équilibre des centralités locales et de proximité ;
 - Objectif 30 : mettre en réseau les centralités, consolider les relations, coopérations et réciprocity au sein des espaces et entre eux ;
- **Orientation 2** : des modes de développement différenciés selon l'intensité urbaine ;
 - Objectif 31 : recentrer le développement sur les espaces les plus métropolisés ;
 - Objectif 32 : maitriser le développement des espaces sous influence métropolitaine ;
 - Objectif 33 : Organiser un développement équilibré des espaces d'équilibre régional ;
 - Objectif 34 : Préserver la qualité des espaces ruraux et naturels et l'accès aux services dans les centres locaux et de proximité ;
- **Orientation 3** : des centres urbains réinvestis pour juguler l'étalement, favoriser la proximité et le lien social ;
 - Objectif 35 : Conforter les centralités en privilégiant le renouvellement urbain et la cohérence urbanisme-transport ;
 - Objectif 36 : Réinvestir les centres-villes et centres-bourgs par des stratégies intégrées ;
 - Objectif 37 : rechercher la qualité des espaces publics et favoriser la nature en ville.

Axe 2 : Mettre en cohérence l'offre de mobilité et la stratégie urbaine

- **Orientation 1** : Une stratégie urbaine régionale à affirmer ;
 - Objectif 38 : Développer avec l'ensemble de AOMD une information facilement accessible, une billettique simplifiée, une tarification harmonisée et multimodale ;
 - Objectif 39 : fluidifier l'intermodalité par l'optimisation des pôles d'échanges multimodaux ;
 - Objectif 40 : renforcer la convergence entre réseaux et services en lien avec la stratégie urbaine régionale ;

- **Orientation 2** : Une offre de transport adaptée, simplifiée et performante pour tous et pour tous les territoires ;
 - 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 urbaines, 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) ;
- **Orientation 3** : Infrastructures : des réseaux consolidés, des pôles d'échanges hiérarchisés ;
 - Objectif 44 : accélérer la réalisation de la Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur pour renforcer l'offre des transports du quotidien ;
 - Objectif 45 : Arrêter un schéma d'itinéraires d'intérêt régional contribuant à un maillage performant entre les polarités régionales ;
 - Objectif 46 : déployer un réseau d'infrastructures en site propre couplées à des équipements d'accès et de stationnement en cohérence avec la stratégie urbaine régionale.

Axe 3 : Reconquérir la maîtrise du foncier régional et restaurer les continuités écologiques

- **Orientation 1** : Les grands équilibres préservés et une organisation du territoire plus rationnelle ;
 - 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 ;
- **Orientation 2** : les continuités écologiques restaurées ;
 - 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 ;
 - Objectif 51 : Assurer les liaisons écologiques au sein du territoire régional et avec les régions voisines.

LIGNE DIRECTRICE 3 : Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires accueillants

Axe 1 : Cultiver les atouts, compenser les faiblesses, réaliser le potentiel économique et humain de tous les territoires

- **Orientation 1** : Des trajectoires de développement pour tous les territoires ;
 - Objectif 52 : contribuer collectivement à l'ambition démographique régionale ;
 - Objectif 53 : faire rayonner les projets métropolitains et promouvoir leurs retombées pour l'ensemble des territoires de la région ;
 - Objectif 54 : Renforcer un modèle de développement rural régional exemplaire à l'échelle nationale ;
 - Objectif 55 : Structurer les campagnes urbaines et veiller à un développement harmonieux des territoires sous pression ;
- **Orientation 2** : Pour la réalisation du potentiel économique et humain de tous les territoires ;
 - Objectif 56 : accélérer le désenclavement physique et numérique des territoires en particulier alpins ;
 - Objectif 57 : promouvoir la mise en tourisme des territoires ;
 - Objectif 58 : soutenir l'économie de proximité.

Axe 2 : Soutenir les territoires et les populations pour une meilleure qualité de vie

- **Orientation 1** : une stratégie d'accès au logement et la réduction des inégalités ;
 - Objectif 59 : Permettre aux ménages d'accéder à un logement adapté à leurs ressources et de réaliser un parcours résidentiel conforme à leurs souhaits ;
 - Objectif 60 : rénover le parc de logements existants, massifier la rénovation énergétique des logements et revitaliser les quartiers dégradés ;
 - Objectif 61 : promouvoir la mixité sociale et intergénérationnelle, la prise en compte des jeunes et des nouveaux besoins liés au vieillissement de la population ;
- **Orientation 2** : une cohésion sociale renforcée :
 - Objectif 62 : conforter la cohésion sociale ;
 - Objectif 63 : faciliter l'accès aux services ;
 - Objectif 64 : déployer les potentialités des établissements de formation.

Axe 3 : développer échanges et réciprocity entre territoires

- **Orientation 1** : des atouts diversifiés, des interdépendances, des coopérations ;
 - Objectif 65 : refonder le pacte territorial de l'eau, de l'énergie et des solidarités environnementales pour donner à chaque territoire les capacités de son développement ;
 - Objectif 66 : s'accorder sur une stratégie cohérente des mobilités avec les AOMD et définir les modalités de l'action ;
- **Orientation 2** : connaissances, solidarités et dialogue comme leviers de la coopération ;
 - Objectif 67 : consolider l'ingénierie de la connaissance territoriale pour renforcer la mise en capacité des territoires ;
 - Objectif 68 : rechercher des financements innovants pour pérenniser le développement des transports collectifs.

Plan de Protection de l'Atmosphère [PPA]

La directive européenne 2008/50/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentration de polluants atmosphériques sont dépassées, les États membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes.

En droit français, outre les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être, des **Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA)** doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants. L'application de ces dispositions relève des articles L.222-4 à L.222-7 et R. 222-13 à R.222-36 du Code de l'environnement.

Le PPA est un plan d'actions - arrêté par le préfet - qui a pour **unique objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques** et de **maintenir** ou **ramener** dans la **zone du PPA concerné les concentrations en polluants** à des **niveaux inférieurs** aux **normes fixées** à **l'article R. 221-1 du Code de l'environnement**.

Il doit fixer des objectifs de réduction, réaliser un inventaire des émissions des sources de polluants, prévoir en conséquence des mesures qui peuvent être contraignantes et pérennes pour les sources fixes (installations de combustion, usines d'incinération, stations-services, chaudières domestiques, etc.) et mobiles, et définir des procédures d'information et de recommandation ainsi que des mesures d'urgence à mettre en œuvre lors des pics de pollution.

Chaque mesure doit être encadrée fonctionnellement et temporellement en vue de sa mise en œuvre, et est accompagnée d'estimations de l'amélioration de la qualité de l'air escomptée. La mise en application de l'ensemble de ces dispositions doit être assurée par les autorités de police et les autorités administratives en fonction de leurs compétences

respectives. Dès lors qu'elles auront été reprises dans des arrêtés, les mesures du PPA seront opposables.

Le bilan de la mise en œuvre du PPA doit être présenté annuellement devant le **Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST)** et, au moins tous les cinq ans, la mise en œuvre du plan fait l'objet d'une évaluation par le ou les préfets concernés pour décider de son éventuelle mise en révision.

Le PPA doit être compatible avec les grandes orientations données par le SRADDET (incluant le SRCAE). En revanche, le lien de compatibilité est inversé avec le **Plan des Déplacements Urbains (PDU)** qui touche également la qualité de l'air au niveau local par ses objectifs inscrits dans la loi LOTI, à savoir : la diminution du trafic automobile, le développement des transports collectifs et des moyens de déplacement moins polluants, l'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie d'agglomération, l'organisation du stationnement dans le domaine public, le transport et la livraison des marchandises et l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques de favoriser le transport de leur personnel.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur compte 4 Plans de Protection de l'Atmosphère :

- Le PPA des Alpes-Maritimes du Sud ;
- Le PPA des Bouches-du-Rhône ;
- Le PPA de l'agglomération de Toulon ;
- Le PPA de l'agglomération d'Avignon.

Remarque : La commune de Gignac-la-Nerthe est sous couvert du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône.

Le Plan de Protection de l'Atmosphère révisé [PPA 13] des Bouches-du-Rhône est un projet porté par la DREAL PACA. L'objectif (2025) est de mettre 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 107 communes :

Communes couvertes par le PPA 13			
Aix-en-Provence	Eyguières	Marignane	Saintes-Maries-de-la-Mer
Allauch	Fontvieille	Marseille	Saint-Estève-Janson
Alleins	Fos-sur-Mer	Martigues	Saint-Étienne-du-Grès
Arles	Fuveau	Mas-Blanc-des-Alpilles	Saint-Marc-Jaumegarde
Aubagne	Gardanne	Maussane-les-Alpilles	Saint-Martin-de-Crau
Aurille	Gémenos	Meyrargues	Saint-Mitre-les-Remparts
Auriol	Gignac-la-Nerthe	Meyreuil	Saint-Paul-lès-Durance
Aurons	Grans	Mimet	Saint-Pierre-de-Mézoargues
Beaurecueil	Gréasque	Miramas	Saint-Rémy-de-Provence
Belcodène	Istres	Mouriès	Saint-Savournin
Berre-l'Étang	Jouques	Paradou	Saint-Victoret
Bouc-Bel-Air	La Barben	Pélissanne	Salon-de-Provence
Boulbon	La Bouilladisse	Peynier	Sausset-les-Pins
Cabriès	La Ciotat	Peypin	Sénas
Cadolive	La Destrousse	Peyrolles-en-Provence	Septèmes-les-Vallons
Carnoux-en-Provence	La Fare-les-Oliviers	Plan-de-Cuques	Simiane-Collongue
Carry-le-Rouet	La Penne-sur-Huveaune	Port-de-Bouc	Tarascon
Cassis	La Roque-d'Anthéron	Port-Saint-Louis-du-Rhône	Trets
Ceyreste	Lamanon	Puylobier	Vauvenargues
Charleval	Lambesc	Rognac	Velaux
Châteauneuf-le-Rouge	Lañçon-Provence	Rognes	Venelles
Châteauneuf-les-Martigues	Le Puy-Sainte-Réparate	Roquefort-la-Bédoule	Ventabren
Cornillon-Confoux	Le Rove	Roquevaire	Vernègues
Coudoux	Le Tholonet	Rousset	Vitrolles
Cuges-les-Pins	Les Baux-de-Provence	Saint-Antonin-sur-Bayon	Saint-Zacharie (83)
Éguilles	Les Pennes-Mirabeau	Saint-Cannat	Pertuis (84)
Ensuès-la-Redonne	Mallermort	Saint-Chamas	

Figure 142 : Liste des communes intégrées dans le PPA 13 (Source : AtmoSud)

Le périmètre du PPA est illustré sur la planche immédiatement suivante.

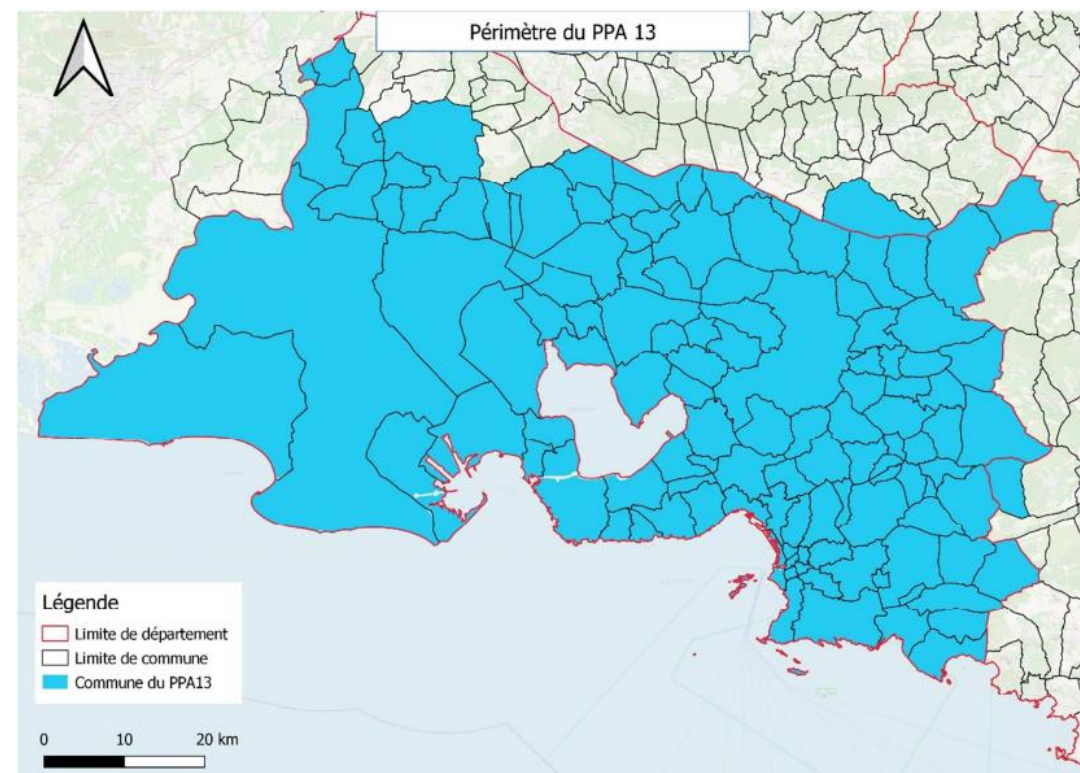


Figure 143 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud)

Le PPA des Bouches-du-Rhône fixe des objectifs en termes de :

- **Concentration** : ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux valeurs réglementaires, avec une priorité sur les particules et les oxydes d'azote ;
- **Émission** : décliner localement la directive plafond et les objectifs des lois Grenelle ;
- **Exposition de la population** : tendre à une exposition minimale de la population à la pollution et traiter les points noirs résiduels par des actions spécifiques.

Ce PPA comprend 15 actions pérennes, règlementaires ou non, réparties comme suit :

- Transport (Ferroviaire, maritime et routier) : 8 actions
- Industrie : 3 actions
- Chauffage Résidentiel/Agriculture/Brûlage : 4 actions

Remarque : Les actions ont été définies lors de l'élaboration du PPA 13, avec l'estimation pour chaque action d'un objectif à atteindre en 2025, selon les hypothèses proposées. Ces objectifs, qui sont définis sous formes d'hypothèse de réduction – en absolue ou en relatif -

de données d'activité ou d'émission, ont été transcrits en termes de réduction d'émissions de polluants dans des fiches d'évaluation. Ainsi, pour chaque action définie dans le PPA 13, une fiche synthétique présente les caractéristiques et hypothèses de cette action. Ainsi les paramètres suivants seront présentés lorsque les actions sont évaluables :

- Description de l'action et des données sources
- Hypothèses de calculs
- Résultats de l'action (gains)
- Commentaires et limites

Les actions propres à ce PPA ont été ventilées par types de secteur, c'est-à-dire :

- **Aérien** : Plusieurs actions sont présentes :
 - Amélioration de la performance énergétique de la centrale de production chaud/froid de l'aéroport, prévue en 2022.
 - Remplacement des groupes électrogènes de secours des balises lumineuses en 2018.
 - Actions prévues sur la limitation du temps d'utilisation des APU,
 - Optimisation des phases de roulage
- **Agriculture et biomasse (2)** :
 - Action 38 : Développer la gestion autonome des déchets verts des habitants (programme prévention des déchets verts)
 - Action 39 : Accompagner le développement d'un pôle de valorisation locale de la paille de riz
- **Ferroviaire (1)** : Action 20 : Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics – Ferroviaire
- **Industrie (3)** :
 - Action 28 : Contrôler la mise en œuvre des actions de réduction des COV pour 14 sites industriels du pourtour de l'étang de Berre
 - Action 29 : Mettre en œuvre le projet ODAS
 - Action 31 : Mettre en œuvre les meilleures techniques disponibles dans les établissements IED
- **Maritime (3)** :
 - Action 1 : Déployer les connexions électriques des navires à quai
 - Action 2 : Etendre la mise en œuvre de la « Charte bleue » auprès de tous les armements de croisière
 - Action 3 : Mettre en place les conditions favorables pour l'avitaillement GNL des navires
- **Résidentiel/Tertiaire (2)** :
 - Action 46 : Accélérer la mise en œuvre de Fond Air Bois

- Action 44 : Déployer la plate-forme métropolitaine de rénovation énergétique, notamment sur les enjeux « chauffage »
- **Transport routier (4)** :
 - Action 11 : Définir les opportunités d'abaissement des vitesses sur autoroutes
 - Action 19 : Aider à la conversion des flottes grand public / professionnelles
 - Action 20 : Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics
 - Action 22 : Créer les infrastructures visant au report modal vers le rail

Sous l'autorité du préfet des Bouches-du-Rhône, la DREAL a lancé la révision du PPA des Bouches-du-Rhône. Une enquête publique s'est déroulée du lundi 13 septembre 2021 au vendredi 22 octobre 2021 inclus, afin de fixer les objectifs pour 2025. Le dossier complet d'enquête publique, le procès-verbal, le rapport et l'avis de la commissions d'enquête, ainsi que le mémoire en réponse de la DREAL sont disponibles⁶⁶.

Feuille de route Qualité de l'Air

Le PPA est complété par la feuille de route Qualité de l'air de la zone de surveillance de Marseille-Aix (dont Gignac-la-Nerthe en fait partie).

La feuille de route vise à renforcer la mobilisation et l'engagement de l'ensemble des acteurs locaux pour une amélioration durable de la qualité de l'air. Elle combine des actions mises en œuvre à court et moyen terme, visant à limiter l'impact des principaux secteurs contributeurs du territoire que sont notamment les transports, le secteur résidentiel et le brûlage des déchets verts. Chaque action a été présentée et discutée dans le cadre du comité de pilotage associant les services de l'État, les collectivités, les personnalités qualifiées et associations de la zone de surveillance de Marseille-Aix. Chaque action est affectée d'un ou plusieurs indicateurs de suivi susceptibles d'évoluer au regard de la disponibilité de la donnée et de sa pertinence. Cette feuille de route sera suivie dans le cadre du comité de suivi du plan de protection de l'atmosphère des Bouches-du-Rhône et sera, par la suite, intégrée au Plan de Protection de l'Atmosphère.

Pour la région PACA 3 territoires sont concernés, soit les zones suivantes :

- Zone de surveillance de **Marseille-Aix** ;
- Zone de surveillance de Toulon ;
- Zone de surveillance de Nice.

⁶⁶ <https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/plan-de-protection-de-l-atmosphere-des-bouches-du-r2794.html#:~:text=Rh%C3%B4ne%20%2D%20Objectif%202025-Plan%20de%20Protection%20de%20l'Atmosph%C3%A8re%20des%20Bouches%20du%2D,vendredi%2022%20octobre%202021%20inclus.>

La feuille de route pour la zone de surveillance de **Marseille-Aix** comporte 9 axes, déclinés en 55 actions :

- **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 Sensibiliser le grand public aux mobilités plus vertueuses
 - Action 1.04 Faire avancer la « conscientisation » des enjeux qualité de l'air : la Métropole candidate à l'appel à projet européen UIA
 - Action 1.05 Instaurer un forum régional de la qualité de l'air
 - Action 1.06 Affirmer l'engagement de la Métropole en faveur de la qualité de l'air au travers de l'agenda mobilité
 - Action 1.07 Affirmer l'engagement des collectivités en faveur de la qualité de l'air dans le PCAET
 - Action 1.08 Intégrer l'ambition du PCAET dans les documents de planification : ScoT, PLU métropolitain, PDU, PLU
 - Action 1.09 Appuyer la prise en compte de la qualité de l'air dans les porter-à-connaissance
- **Axe 2 – Désengorger les zones denses**
 - Action 2.10 Requalifier les grands axes urbains
 - Action 2.11 Réduire le stationnement sur voirie
 - Action 2.12 Étendre les réductions pérennes de vitesse en zone dense pour limiter la congestion
- **Axe 3 – Favoriser les transports les plus propres**
 - Action 3.13 Favoriser le déploiement des bornes de recharge pour véhicules électriques
 - Action 3.14 Accompagner les collectivités et entreprises dans le déploiement de la mobilité GNV
 - Action 3.15 Pourvoir le territoire en stations GNV
 - Action 3.16 Faire évoluer les modalités de commande publique de services régionaux de transport interurbain routier pour favoriser des autocars à faibles émissions
 - Action 3.17 Développer la réflexion sur les alternatives aux trains diesel sur la ligne TER Marseille – Gardanne - Aix
 - Action 3.18 Étendre les réseaux métro et tramway
 - Action 3.19 Décarboner la flotte de bus
- **Axe 4 – Encourager les alternatives à la voiture individuelle**
 - Action 4.20 Développer des lignes de transports en commun labellisées Premium à l'échelle métropolitaine
 - Action 4.21 Développer les transports urbains en site propre
 - Action 4.22 Développer les voies réservées aux transports en commun sur autoroute sur A7, A51 et A50
- **Axe 4.23 Développer les parcs-relais**
- **Action 4.24 Favoriser l'intermodalité en créant un abonnement multimodal métropolitain**
- **Action 4.25 Simplifier la vente et la distribution des titres de transport**
- **Action 4.26 Refondre la centrale de mobilité régionale et y intégrer toutes les nouvelles solutions de mobilité**
- **Action 4.27 Développer l'accompagnement aux nouvelles pratiques de déplacement et au report modal : projet eMani**
- **Action 4.28 Moderniser et fiabiliser le réseau TER notamment en augmentant la capacité du nœud ferroviaire de Marseille**
- **Action 4.29 Développer l'offre et la desserte ferroviaire sur la zone, en amont de la LNPCA et avec la LNPCA (scénario 3 du COI)**
- **Action 4.30 Favoriser la pratique du covoiturage**
- **Action 4.31 Renforcer les infrastructures et les services pour encourager à la pratique des modes de déplacements actifs**
- **Action 4.32 Accompagner les démarches de mobilité en entreprise**
- **Axe 5 – Limiter l'impact du trafic poids lourds**
 - Action 5.33 Renforcer les contrôles pollution en bord de route des poids lourds et véhicules utilitaires légers
 - Action 5.34 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 PL
 - Action 5.35 Redynamiser les chartes CO₂
 - Action 5.36 Expérimenter la mise en place d'une redevance poids lourds
- **Axe 6 – Atténuer l'empreinte environnementale de l'activité maritime et portuaire**
 - Action 6.37 Étendre les zones à émissions contrôlées à la Méditerranée
 - Action 6.38 Poursuivre le déploiement de l'électrification des navires à quai
 - Action 6.39 Étudier la faisabilité de développer des nouvelles techniques visant à limiter les émissions des navires : électrification, GNL
 - Action 6.40 Inciter les armateurs à adopter une démarche environnementale vertueuse
- **Axe 7 – Améliorer la performance environnementale du bâti**
 - Action 7.41 Repenser l'aménagement urbain
 - Action 7.42 Aider au renouvellement des appareils de chauffage non performants
 - Action 7.43 Accompagner la rénovation énergétique des bâtiments
 - Action 7.44 Développer un service public de la rénovation énergétique
 - Action 7.45 Promouvoir l'utilisation de matériau biosourcés
- **Axe 8 – Gérer efficacement les déchets verts**
 - Action 8.46 Renforcer les contrôles liés aux interdictions de brûlage des déchets verts
 - Action 8.47 Limiter les dérogations aux interdictions de brûlage des déchets verts
 - Action 8.48 Renforcer le recours aux techniques d'évacuation des rémanents d'essartement alternatives au brûlage

- Action 8.49 Valoriser la fraction ligneuse des déchets verts
 - Action 8.50 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 8.51 Agir sur la collecte et le traitement des déchets verts
 - Action 8.52 Accompagner le changement de pratiques agricoles.
- **Axe 9 – Poursuivre la réduction des émissions industrielles**
 - Action 9.53 Renforcer les prescriptions techniques pour les principaux industriels émetteurs de polluants atmosphériques
 - Action 9.54 Renforcer la surveillance sur la zone industrielle de l'Étang de Berre
 - Action 9.55 Valoriser les fumées industrielles dans la culture de microalgues pour produire du carburant (Vasco 2)

Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [PREPA]

Ce plan, prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Ce plan combine les différents outils de la politique publique en matière de réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

Tel que prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le PRÉPA est composé par :

- Un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030
- Un arrêté établissant -pour la période 2016-2020 - les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir

La consultation du public s'est terminée le 27 avril 2017 et le décret est paru le 11 mai de la même année au Journal Officiel.

Les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques, en application de l'Article L. 222-9 du Code de l'Environnement, sont présentés dans le Décret N°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques.

Ces derniers sont présentés dans le tableau qui va suivre.

Tableau 83 : Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques

POLLUANTS	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	À partir de 2030
SO ₂	-55 %	-66 %	-77 %
NO _x	-50 %	-60 %	-69 %
COVNM	-43 %	-47 %	-52 %
NH ₃	-4 %	-8 %	-13 %
PM _{2,5}	-24 %	-42 %	-57 %

Les actions prioritaires sont présentées dans l'arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Les actions relevant du domaine des transports et de la mobilité sont les suivantes :

- Convergence de la fiscalité entre l'essence et le gazole et alignement des régimes de déductibilité de la TVA entre l'essence et le gazole
- Encouragement de la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations, ainsi que de l'utilisation des vélos
 - Encouragement de l'utilisation des véhicules les moins polluants :
 - Accompagnement technique et financier à la mise en place des ZCR [zones à circulation restreinte]
 - Utilisation des certificats qualité de l'air (CRIT'AIR) dans les ZCR et les zones visées par la circulation différenciée
 - Encouragement de la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres à l'aide de bonus écologiques et de primes à la conversion
 - Développement des infrastructures pour les carburants propres au titre du cadre national pour les carburants alternatifs
 - Renouvellement du parc public par des véhicules faiblement émetteurs (Article 37 de la Loi de transition énergétique)
- Renforcement des contrôles des émissions des véhicules routiers et engins mobiles non routiers

La mise à jour du PRÉPA 2017-2021 a été initiée en janvier 2021.

Plan Climat Énergie Territorial

La loi « Grenelle II » du 12 juillet 2010 instaure l'obligation pour toutes les collectivités de plus de 50 000 habitants de se doter d'un Plan Climat-Énergie Territorial (PCET).

Pour contribuer à la lutte contre le changement climatique, la France s'est engagée, au niveau européen et mondial, sur des objectifs très ambitieux.

Le PCET est un outil de planification d'actions concrètes, à court, moyen et long termes (horizon 2050), relatives à la lutte contre le changement climatique qui s'opère.

Ce plan d'action vise 2 objectifs :

- « **L'Atténuation** » : réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire par des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique et par le développement d'énergies renouvelables
- « **L'Adaptation** » : identifier les vulnérabilités locales dues au changement climatique et développer un scénario d'adaptation

Le PCET 2012-2017 de la métropole Nice Côte d'Azur a été adopté le 04 février 2013. Ce premier Plan Climat permet d'appréhender les enjeux énergétiques et climatiques locaux dans leurs dimensions sociales, économiques et environnementales. Il fait le lien avec d'autres enjeux forts que sont la qualité de l'air et la santé. Il fixe des objectifs à court et plus long termes. Il priorise l'action publique en définissant les principaux champs d'intervention au travers d'un programme d'actions, en 6 axes, qui s'inscrit dans la continuité du processus qualité de management de l'énergie au sein de la collectivité : la démarche Cit'ergie.

Note : le Plan Climat Énergie Territorial est devenu Plan Climat Air Énergie Territorial en 2014.

Plan climat-air-énergie territorial (PCAET)

Le Plan Climat-Air-Energie Territorial définit - dans les champs de compétence de la collectivité publique concernée - les objectifs stratégiques et opérationnels afin d'atténuer le réchauffement climatique et de s'y adapter, le programme des actions à réaliser afin d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire l'impact des émissions de gaz à effet de serre, et un dispositif de suivi et d'évaluation des résultats.

Pour rappel, depuis la *Loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte*, seuls les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) avaient été soumis à cette obligation :

- Au plus tard le 31 décembre 2016 pour les EPCI de plus de 50 000 habitants existants au 1^{er} janvier 2015
- Au plus tard le 31 décembre 2018 pour les EPCI de plus de 20 000 habitants existants au 1^{er} janvier 2017

Les PCAET doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale afin de démontrer que les actions prévues permettent d'atteindre les objectifs assignés au territoire et de vérifier qu'elles prennent en compte les enjeux environnementaux et sanitaires liés à l'énergie et à sa production, ceux liés à la qualité de l'air et ceux conditionnés par le changement climatique (notamment les risques naturels et les enjeux liés à l'eau).

La région Provence-Alpes-Côte-d'Azur compte 36 EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale) de plus de 20 000 habitants.

Le PCAET doit contenir :

- Un bilan des émissions de gaz à effet de serre du territoire ;
- Des objectifs stratégiques et opérationnels en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique ;
- Un plan d'actions portant sur :
 - L'amélioration de l'efficacité énergétique ;
 - Le développement coordonné des réseaux de distribution d'électricité, de gaz et de chaleur ;
 - L'augmentation de la production d'énergies renouvelables ;
 - La valorisation du potentiel d'énergie issue de la récupération ;
 - Le développement du stockage et l'optimisation de la distribution d'énergie ;
 - Le développement de territoires à énergie positive ;
 - La limitation des émissions de gaz à effet de serre ;
 - L'anticipation des impacts du changement climatique ;
 - La mobilité sobre et décarbonée ;
 - La maîtrise de la consommation d'énergie de l'éclairage public (si compétence) ;
 - Le schéma directeur de développement de réseau de chaleur ;
 - La lutte contre la pollution atmosphérique (s'il existe un plan de protection de l'atmosphère) ;
- Un dispositif de suivi et d'évaluation.

La planche suivante illustre l'état d'avancement de réalisation des PCAET en Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur en février 2022⁶⁷.

⁶⁷ <https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/carte-et-tableau-de-suivi-regional-des-pcaet-a2936.html>

Remarque : La commune de Gignac-la-Nerthe fait partie de la métropole d’Aix-Marseille-Provence (AMP).

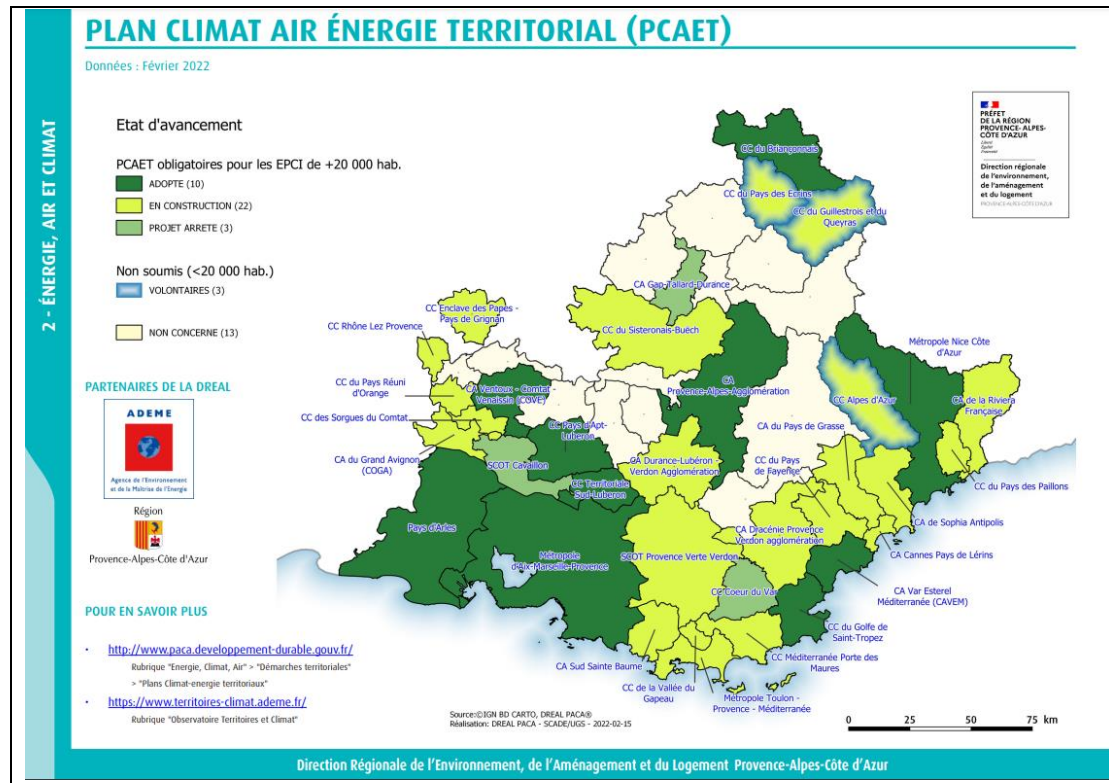


Figure 144 : Carte de l'état d'avancement des PCAET en région Sud PACA en février 2022

Le nouveau Plan Climat 2019-2025, approuvé le 25 octobre 2019, inscrit la Métropole AMP dans la trajectoire de la neutralité carbone à l'horizon 2050. Il répond également aux ambitions européennes en visant les objectifs du Cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030.

Enfin, par cohérence avec les autres stratégies de planification et conformément au Décret du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, le PCAET reprend les objectifs du Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur adopté le 26 juin 2019.

Concernant la trajectoire carbone, un des objectifs majeurs vise à diminuer de 22% les émissions de GES à l'horizon 2026. Parmi les principaux leviers à actionner :

- La réduction de la part modale du véhicule thermique grâce à la restructuration du réseau de tramways et de bus, ainsi que le développement des modes doux comme la bicyclette ;
- L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments existants par l'intermédiaire, en particulier, de la nouvelle Plateforme Territoriale de Rénovation Énergétique qui assurera l'accompagnement des habitants et syndicats de copropriété ;
- Le développement des énergies renouvelables avec, notamment, la création de plusieurs réseaux de chaleur basés sur les technologies de géothermie, de thalasso-thermie, de récupération de la chaleur ;
- L'amélioration de la gestion des déchets avec la réduction de l'impact carbone de la collecte, l'augmentation de la valorisation matière, l'étude de nouvelles filières de traitement.

Loi de transition énergétique pour la croissance verte

La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe les grands objectifs d'un nouveau modèle énergétique français et vise à encourager une « croissance verte » en réduisant la facture énergétique de la France et en favorisant les énergies propres et sûres.

Les thèmes suivants sont abordés :

- Rendre les bâtiments et les logements économes en énergie ;
- Donner la priorité aux transports propres :
 - Aider à remplacer les vieux véhicules diesel par des voitures électriques ;
 - Favoriser le covoiturage en entreprise ;
 - Inciter à réaliser les trajets domicile-travail à vélo.
- Viser un objectif « zéro gaspillage » ;
- Monter en puissance sur les énergies renouvelables ;
- Lutter contre la précarité énergétique.

Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte [TEPCV]

Un Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (TEPCV) est un territoire d'excellence de la transition énergétique et écologique.

La collectivité concernée s'engage à réduire les besoins en énergie de ses habitants, des constructions, des activités économiques, des transports, des loisirs.

Elle propose un programme global pour un nouveau modèle de développement, plus sobre et plus économe.

Les conventions financières TEPCV financent des actions concrètes dans les 6 domaines de la Transition Écologique et Énergétique :

- La réduction de la consommation d'énergie : par notamment des travaux d'isolation des bâtiments publics, l'extinction de l'éclairage public après une certaine heure...
- La diminution des pollutions et le développement des transports propres : par l'achat de voitures électriques, le développement des transports collectifs et du covoiturage...
- Le développement des énergies renouvelables : avec par exemple la pose de panneaux photovoltaïques sur les équipements publics, la création de réseaux de chaleur...
- La préservation de la biodiversité : par la suppression des pesticides pour l'entretien des jardins publics, le développement de l'agriculture et de la nature en ville....
- La lutte contre le gaspillage et la réduction des déchets : avec la suppression définitive des sacs plastique, des actions pour un meilleur recyclage et diffusion des circuits courts pour l'alimentation des cantines scolaires....
- L'éducation à l'environnement : en favorisant la sensibilisation dans les écoles, l'information des habitants...

Et soutiennent des actions qui ne disposent pas déjà d'un mécanisme de financement État (ADEME, tarifs de rachat énergies renouvelables...).

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur totalise 29 TEPCV, soit 225 bénéficiaires au mois de mai 2017.

- Alpes-de-Haute-Provence : Pays Dignois ;
- Alpes-de-Haute-Provence : Pays Durance Provence ;
- Hautes-Alpes : Pays du Grand Briançonnais des Écrins au Queyras / Parc Naturel Régional du Queyras ;
- Hautes-Alpes : Commune de Saint-Léger-les-Mélèzes ;
- Hautes-Alpes : Conseil Départemental des Hautes-Alpes ;
- Hautes-Alpes : Pays du Grand Briançonnais des écrins au Queyras / Parc Naturel Régional Queyras ;

- Hautes-Alpes : Syndicat mixte du Scot de l'Aire Gapençaise ;
- Alpes-Maritimes : Communauté d'agglomération Sophia Antipolis ;
- Alpes-Maritimes : Communauté d'agglomération du Pays de Grasse ;
- Alpes-Maritimes : Communauté de communes Alpes d'Azur ;
- Alpes-Maritimes : Commune de Cannes ;
- Alpes-Maritimes : Communauté d'agglomération Cannes Pays de Lérins ;
- Alpes-Maritimes : Commune de Mouans-Sartoux ;
- Alpes-Maritimes : Métropole de NICE CÔTE d'AZUR ;
- Bouches-du-Rhône : Communauté d'agglomération Arles Crau Camargue Montagnette ;
- Bouches-du-Rhône : Communauté d'agglomération Terre de Provence ;
- Bouches-du-Rhône : Communauté de communes Vallée des Baux-Alpilles ;
- Bouches-du-Rhône : Commune d'Arles ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Chateaurenard de Provence ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Saint-Rémy de Provence ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Ventabren ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Vitrolles ;
- Bouches-du-Rhône : Syndicat Mixte du Pays d'Arles ;
- Var : Communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée / Commune de La Seyne-sur-Mer ;
- Var : Parc Naturel Régional du Verdon / Pays Asses-Verdon-Vaire-Var ;
- Vaucluse : Communauté d'agglomération du Grand Avignon / Commune d'Avignon ;
- Vaucluse : Commune de Jonquières ;
- Alpes-de-Haute-Provence/Vaucluse : Parc Naturel Régional Luberon ;
- Alpes-de-Haute-Provence/Hautes-Alpes : Pays Serre-Ponçon Ubaye Durance.

La carte suivante rappelle les territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV en PACA au 05 mai 2017.

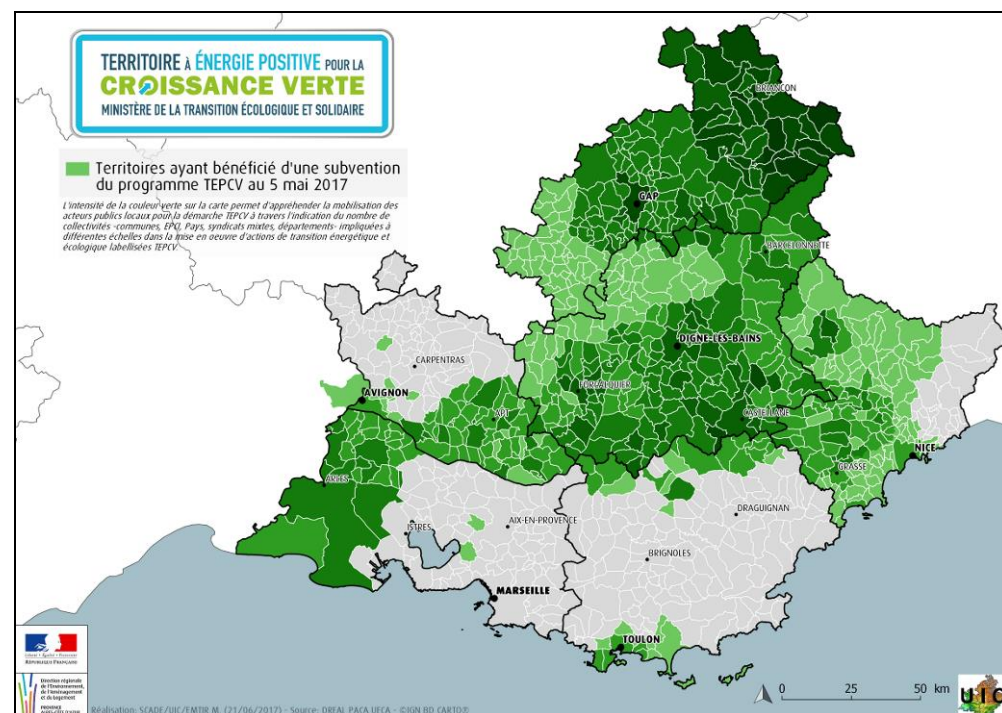


Figure 145 : Carte des territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV au 05-05-2017 en PACA

La commune de Gignac-la-Nerthe ne fait pas partie d'un territoire labellisé TEPCV.

Le territoire s'est engagé à la réalisation des axes et actions suivantes, présentées dans la convention TEPCV signée le 11 octobre 2016 :

- **AXE 1 : La stratégie énergétique et planification**

Réalisation d'un document de planification énergétique du territoire comprenant notamment un schéma directeur des réseaux de chaleur qui sera un atout pour l'aménagement du territoire métropolitain et l'élaboration des futurs documents de planification tels que le SCoT, le PLU métropolitain, le PLH, etc.

- **AXE 2 : Le développement et la production d'énergies renouvelables**

L'eau est au cœur du développement des énergies renouvelables de la métropole : optimisation de la production des centrales hydroélectriques du Haut-Pays ; Consolidation de la filière bois-énergie grâce à l'élaboration d'une charte forestière ; étude systématique du recours à la géothermie superficielle dans la nappe du Var lors de l'aménagement des nouveaux quartiers au sein de l'Éco-Vallée Plaine du Var.

- **AXE 3 : La maîtrise de la consommation d'énergie**

Amélioration de la performance énergétique de l'ensemble des services métropolitains : nouvelle régie Eau d'azur à énergie positive, futures stations d'épuration tendant à l'autonomie énergétique, schéma directeur de l'éclairage public ambitieux en termes de réduction des consommations, etc.

Le rôle de la population n'est pas oublié avec un fort accent mis, outre les opérations aidées, sur la rénovation énergétique de l'habitat, avec la mise en œuvre d'une plateforme dont la vocation est de faciliter le passage à l'acte des particuliers.

- **AXE 4 : La distribution d'énergie**

La compétence nouvelle de la métropole en matière de concession de la distribution publique d'électricité et de gaz au 1^{er} janvier 2015 aura un effet levier sur la gestion de l'activité de distribution d'énergie sur son périmètre en tant qu'autorité organisatrice. Par ailleurs, les expérimentations sur les réseaux électriques intelligents pourront être enrichies notamment avec l'opportunité ouverte par l'expérimentation tarifaire par la loi sur la transition énergétique, en lien avec les projets liés à la ville intelligente.

- **AXE 5 : Les transports**

Ce volet est déjà engagé avec la construction de la ligne Ouest-Est du tramway et du pôle d'échange multimodal qui vont révolutionner le transport en commun sur la métropole, aux côtés de l'autopartage de véhicules électriques et des vélos en libre-service.

ACTIONS :

- Action 1 : Modernisation de l'éclairage public ;
- Action 2 : Renouvellement de la flotte de véhicules par des véhicules électriques ;
- Action 3 : Étude de la faisabilité pour la centrale hydroélectrique de la rivière la Vionène.

Contrat de transition écologique [CTE]

Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède aux TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte).

Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets.

Mis en place par une ou plusieurs intercommunalités, le CTE est co-construit à partir de projets locaux, entre les collectivités locales, l'État, les entreprises, les associations... Les territoires sont accompagnés aux niveaux technique, financier et administratif, par les

services de l'État, les établissements publics et les collectivités. Le CTE fixe un programme d'actions avec des engagements précis et des objectifs de résultats.

Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements.

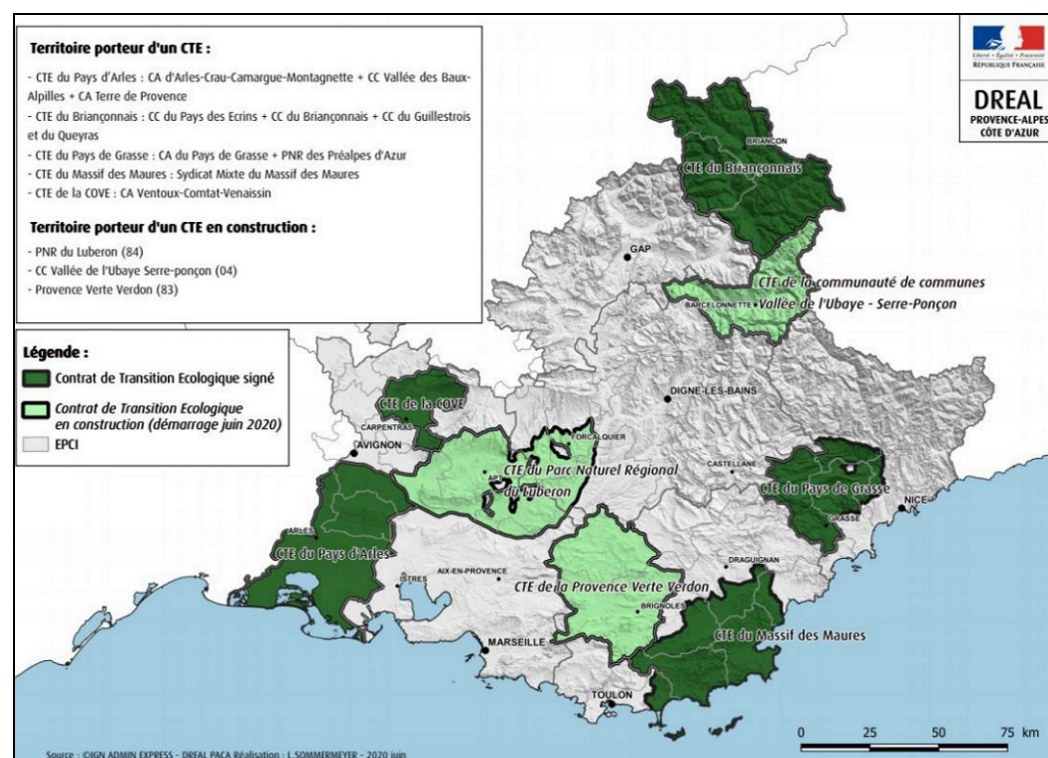


Figure 146 : Carte des territoires inscrits dans une démarche CTE en Sud PACA en juin 2020

En Sud PACA, à la date de juin 2020, 5 CTE sont signés et 3 sont en construction.

- CTE signés
 - CTE du Pays d'Arles (CA d'Arles-Crau-Camargue-Montagnette + CC Vallée des Baux-Alpilles + CA Terre de Provence)
 - CTE du Briançonnais (CC du Pays des Écrins + CC du Briançonnais + CC du Guillestrois et du Queyras)
 - CTE du Pays de Grasse (CA du Pays de Grasse + PNR des Préalpes d'Azur)
 - CTE du massif des Maures (syndicat mixte du massif des Maures)
 - CTE de la COVE (CA Ventoux-Comtat-Venaissin)
- CTE en construction
 - PNR du Luberon
 - CC Vallée de l'Ubaye Serre-Ponçon
 - Provence Verte Verdon

Remarque : La Métropole Aix-Marseille-Provence n'est pas inscrite dans une démarche CTE.

Stratégie Nationale Bas Carbone 2 [SNBC 2]

La France s'est engagée, avec la première Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC1 ; 2015-2028) à réduire de 75 % ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (Facteur 4). La SNBC (Stratégie nationale bas carbone) par le décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 fixe un objectif de réduction de l'empreinte carbone nationale pour les secteurs du transport, logement, industrie, agriculture, énergie et déchet.

Les « budgets carbone » sont les plafonds d'émissions de gaz à effet de serre.

Ils sont fixés par périodes successives de 5 ans, pour définir la trajectoire de baisse des émissions. La SNBC permet de mobiliser les financements pour la transition énergétique. Cela passe par un prix du carbone suffisamment élevé, ce qui est fait dans la loi de transition énergétique pour la croissance verte avec la fixation d'une trajectoire à 56 € par tonne de CO₂ en 2020 et à 100 € par tonne de CO₂ en 2030.

Le ministère de la Transition Écologique et Solidaire a rendu public le 6 décembre 2018 le projet révisé de Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2 ; 2019-2033), visant la neutralité carbone en 2050. Ce principe de neutralité carbone impose de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que le territoire peut en absorber *via* notamment les forêts ou les sols.

Le projet de **SNBC 2** a fait l'objet d'une consultation publique du 20 janvier au 19 février 2020. La SNBC 2 a été adoptée le 21 avril 2020. La SNBC 2 vise la neutralité carbone ce qui implique de diviser les émissions de GES au moins par un facteur 6 d'ici 2050, par rapport à 1990.

Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteur seront les suivants :

- **Transports** : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) ;
- **Bâtiment** : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 ;
- **Agriculture** : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 ;
- **Forêts et sous-bois** : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 ;
- **Production d'énergie** : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 ;
- **Industrie** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 ;

- **Déchets** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.

La nouvelle version de la SNBC fixe les budgets Carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 (graphique ci-dessous).

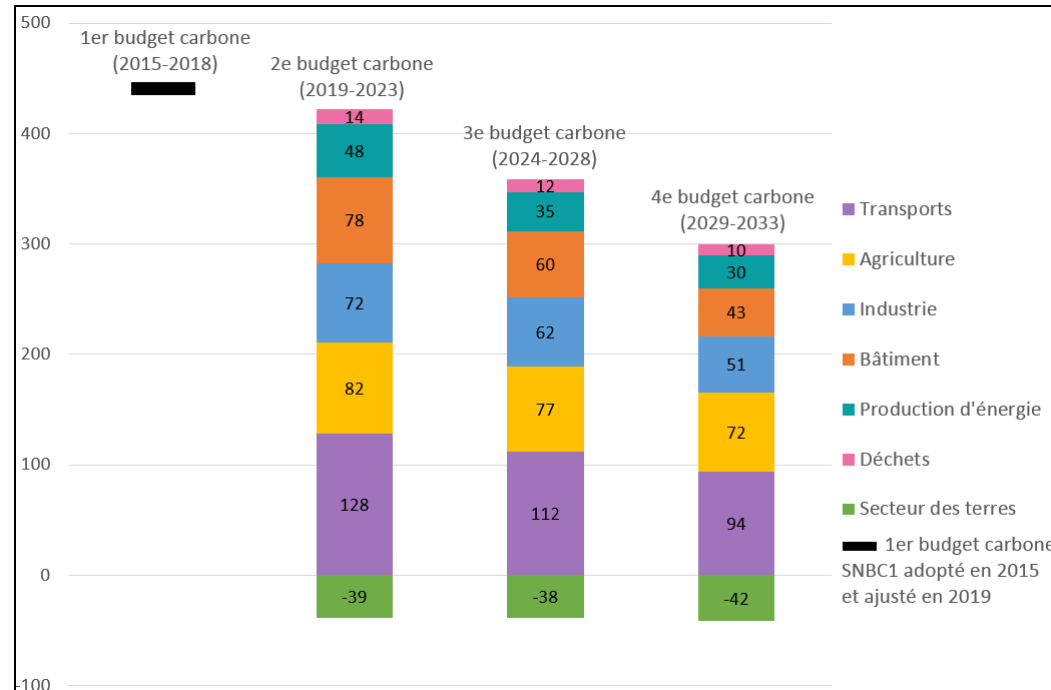


Figure 147 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO₂ équivalent tels que définis dans la SNBC 2 (Source : Ministère de transition écologique et solidaire)

Plan de Déplacements Urbains [PDU]

Le PDU est un outil global de planification de la mobilité à l'échelle d'une agglomération. L'établissement d'un plan de déplacements urbains est obligatoire dans les périmètres de transports urbains inclus dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Il définit les principes d'organisation du transport et du stationnement des personnes et des marchandises, tous modes confondus.

Le PDU constitue également aussi un outil de programmation, car il hiérarchise et prévoit le financement de ses actions. Il doit développer les transports publics et les modes de transport propres, organiser le stationnement et aménager la voirie. Des itinéraires cyclables devront être réalisés à l'occasion de la réalisation ou de la rénovation de voirie.

Le PDU est élaboré dans le cadre d'une démarche participative, associant différents acteurs institutionnels et de la société civile.

La planche suivante illustre les différents PDU au sein de la région Sud PACA.

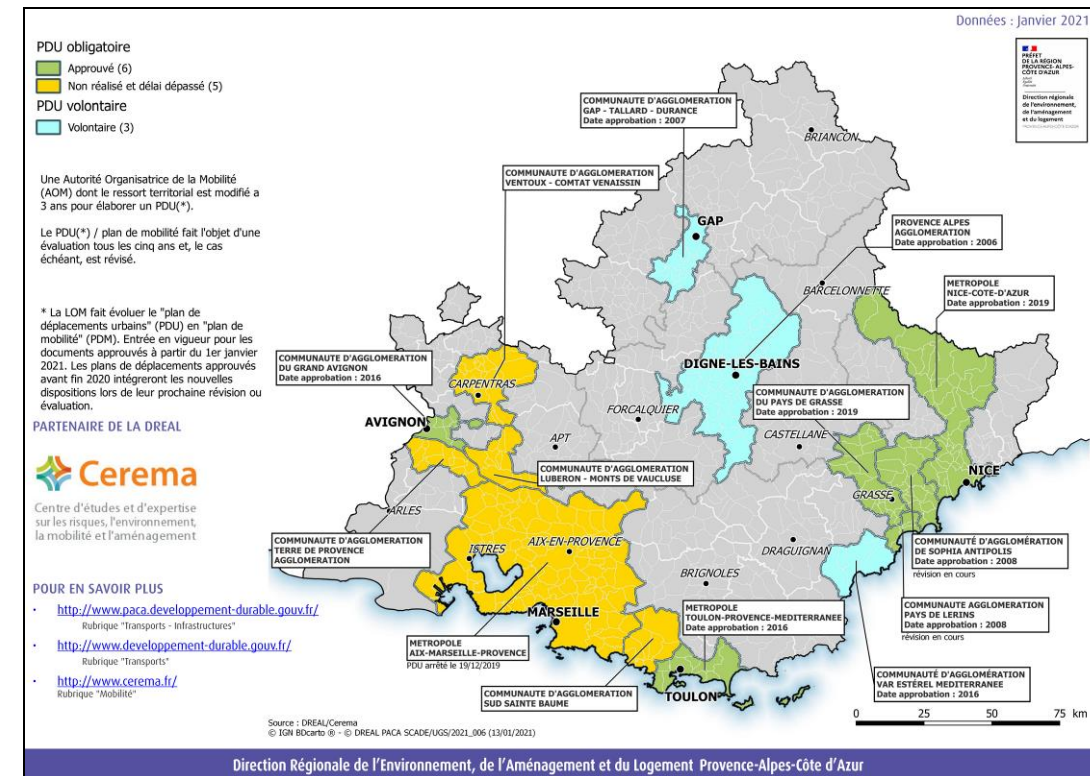


Figure 148 : Plans de Déplacement Urbain au sein de la région Sud PACA au 13 janvier 2021 (source : DREAL PACA)

Gignac-la-Nerthe est intégré au PDU métropolitain Aix-Marseille Provence, qui s'est arrêté depuis le 19 décembre 2019.

Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi)

Le PLU intercommunal (PLUi) du territoire de Marseille Provence a été approuvé le 19 décembre 2019. Le PLUi est composé de 18 communes (dont Gignac-la-Nerthe). Il réunit les PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durables) des communes du territoire de Marseille Provence.

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).

Le PADD du PLU intercommunal repose sur 4 axes :

- **AXE 1 : Pour une ambition et un positionnement métropolitains :**
 - 1.1 : Conforter l'attractivité du territoire;
 - 1.2 : Faire du territoire un écosystème d'innovation économique de référence en Europe du Sud

- 1.3 : Garantir l'accessibilité du territoire aux échelles métropolitaine, nationale et euro-méditerranéenne
- 1.4 : Mettre en œuvre une stratégie vertueuse de développement
- **AXE 2 : Pour un écrin vert et bleu préservant le cadre de vie :**
 - 2.1 : Préserver la biodiversité en assurant la protection de la trame écologique
 - 2.2 : Qualifier les franges urbaines, interfaces entre la ville et la nature
 - 2.3 : Pérenniser les terres agricoles
 - 2.4 : Valoriser les paysages porteurs des identités locales
- **AXE 3 : Pour une organisation structurée du développement**
 - 3.1 : Mailler le territoire par des centralités attractives
 - 3.2 : Articuler le développement urbain et les conditions de mobilité
 - 3.3 : Garantir une cohérence dans les développements urbains à venir
- **AXE 4 : Pour un urbanisme raisonné et durable**
 - 4.1 : Prendre un urbanisme raisonné et durable
 - 4.2 : Privilégier le renouvellement urbain et limiter la consommation d'espaces
 - 4.3 : Différencier le développement urbain en fonction des atouts et des concentrations des territoires
 - 4.4 : Offrir la proximité aux habitants
 - 4.5 : Mettre en adéquation l'offre de stationnement et l'offre de mobilité
 - 4.6 : Améliorer la cadre de vie des habitants sur l'ensemble du territoire

Contentieux européen

La France a fait l'objet d'un contentieux de l'Union Européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration dans l'air de particules PM10. Dans diverses zones, le pays ne respecte pas les valeurs limites de particules PM10 dans l'air (concentration annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et concentration journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), en vigueur depuis 2005.

Globalement, en 2011, 12 millions de Français étaient exposés aux dépassements des valeurs limites de concentrations en PM10 (source : bilan de la qualité de l'air en France en 2011 et des principales tendances observées au cours de l'année 2011 - MEDDE).

La carte ci-après présente les zones pour lesquelles au moins un dépassement a été enregistré entre 2009 et 2011.

Parmi celles-ci, 15 font l'objet du contentieux engagé par la Commission européenne.

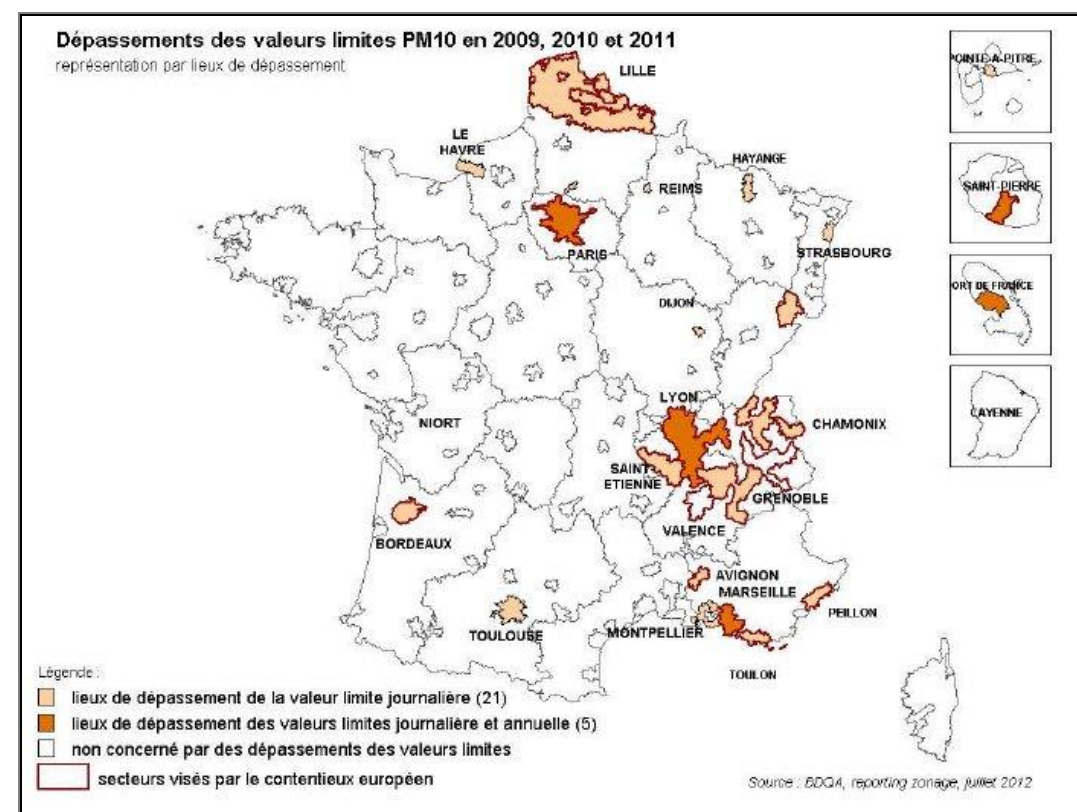


Figure 149 : Zones concernées par les dépassements en PM10 en début de contentieux européen

Les zones de dépassement PM10 visées par le contentieux sont celles de : Paris, **Marseille**, Toulon, Avignon, la zone côtière urbanisée des Alpes-Maritimes, Valenciennes, Dunkerque, Lille, le territoire du Nord-Pas-de-Calais, Montbéliard/Belfort, Grenoble, Lyon, le reste de la région Rhône-Alpes, Bordeaux et l'île de La Réunion.

La France fait également l'objet de demandes d'information de la part de la Commission européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration de dioxyde d'azote (NO_2) dans l'air et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NO_x).

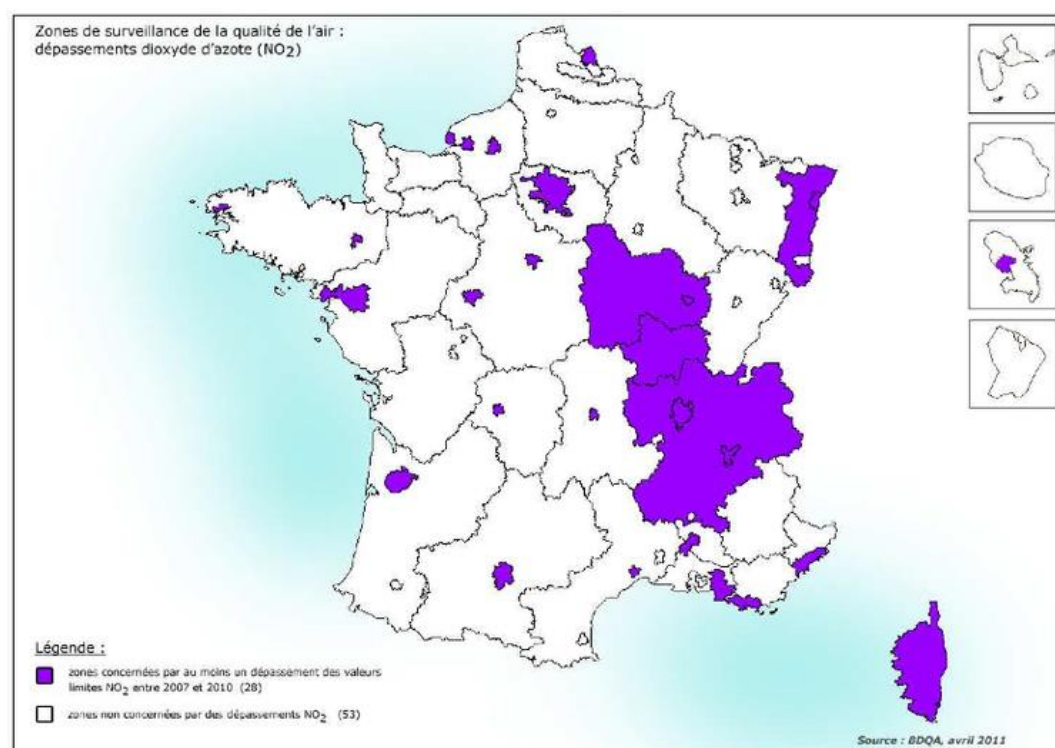


Figure 150 : Zones concernées par les dépassements en NO₂ au début du contentieux européen

La Commission européenne a renvoyé, le 17 mai 2018, la France devant la Cour de justice de l'Union européenne (CJUE) pour le non-respect des normes européennes de qualité de l'air.

Une procédure d'infraction est également en cours contre la France concernant les taux de PM10 dans l'air.

Dans un arrêt rendu le 24 octobre 2019, la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) condamne la France pour manquement aux obligations issues de la directive qualité de l'air de 2008. La justice européenne estime que la France a dépassé de manière systématique et persistante la valeur limite annuelle et horaire pour le dioxyde d'azote depuis le 1er janvier 2010 pour respectivement 12 et 2 zones.

Plusieurs mises en demeure avaient été préalablement notifiées à la France avec pour motif que cette dernière n'a pas pris les mesures qui auraient dû être mises en place depuis 2005 pour les PM10, et 2010 pour le NO₂, pour protéger la santé des citoyens, et il lui était demandé d'engager des actions rapides et efficaces pour mettre un terme aussi vite que possible à cette situation de non-conformité.

La France est le troisième État condamné par la justice européenne pour avoir exposé ses citoyens à un air trop pollué. La Pologne et la Bulgarie ont été condamnés en 2017, mais n'ont pour l'instant pas fait l'objet d'une amende.

La France bénéficie d'un nouveau sursis. Elle doit se conformer à l'arrêt de la CJUE dans les meilleurs délais. Si la France est toujours dans l'incapacité de respecter la directive de 2008

sur la qualité de l'air à l'issue de cette période (à l'appréciation de Bruxelles), la Commission devra introduire un nouveau recours en exigeant cette fois des sanctions pécuniaires. Les juges de Luxembourg pourront alors décider d'une amende.

Les textes prévoient une sanction d'au moins 11 millions d'euros et des astreintes journalières d'au moins 240 000 euros jusqu'à ce que les normes de qualité de l'air soient respectées.

Les valeurs limites de pollution restent dépassées dans 9 zones en 2019 (dernière année pour laquelle le Gouvernement a fourni au Conseil d'État des chiffres complets) : Vallée de l'Arve, Grenoble, Lyon, **Marseille-Aix**, Reims, Strasbourg et Toulouse pour le dioxyde d'azote, Fort-de-France pour les particules fines, et Paris pour le dioxyde d'azote et les particules fines.

Le 10 juillet 2020, en lecture de la décision n°428409, le Conseil d'État a prononcé une astreinte de 10 millions d'euro par semestre (soit plus de 54.000 euros par jour) à l'encontre de l'État si ce dernier ne justifie pas avoir exécuté dans un délai de six mois la décision de 2017 l'intimant à prendre des mesures pour réduire la pollution de l'air pour l'ensemble des zones concernées par des mesures insuffisantes.

Ce montant pourra être révisé par la suite, y compris à la hausse, si la décision de juillet 2017 n'a toujours pas été pleinement exécutée.

Le 30 octobre 2020, la Commission européenne a décidé de saisir la Cour de justice de l'Union européenne d'un recours contre la France relatif à la mauvaise qualité de l'air due à des niveaux élevés de particules (PM10) du fait que la France n'a pas respecté les valeurs limites journalières applicables aux particules PM10 qui sont juridiquement contraignantes depuis 2005. Les données fournies par la France confirment le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.

Le 03 décembre 2020, la Commission européenne a mis la France en demeure, aux fins d'exécuter l'arrêt rendu par la Cour de justice de l'Union européenne du 24 octobre 2019 (C-636/18). Dans cet arrêt, la Cour avait constaté le non-respect par la France des valeurs limites applicables aux concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) dans douze agglomérations et zones de qualité de l'air et n'avait pas veillé à ce que la période de dépassement soit la plus courte possible, comme exigé par la directive 2008/50/CE.

Ces agglomérations et zones sont Marseille, Toulon, Paris, Clermont-Ferrand, Montpellier, Toulouse, Reims, Grenoble, Strasbourg, Lyon, **Nice** et l'ancienne Vallée de l'Arve Rhône-Alpes (qui forme désormais deux zones distinctes : la Vallée de l'Arve et la Vallée du Rhône). La Commission reconnaît les efforts consentis par les autorités françaises pour améliorer la qualité de l'air. Toutefois, à l'exception de la zone de Clermont-Ferrand, ces efforts ne sont pas encore suffisants pour limiter autant que possible les dépassements

dans le temps. La Commission demande à la France de prendre et mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires pour remédier à la situation et faire en sorte que la période de dépassement soit la plus courte possible. La France a disposé d'un délai de deux mois pour répondre aux préoccupations soulevées par la Commission. Cette dernière pourrait renvoyer l'affaire devant la Cour de Justice de l'Union Européenne et proposer que des sanctions financières soient infligées.

Le Pacte Vert pour l'Europe (*Green Deal*) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE, qui bénéficie à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

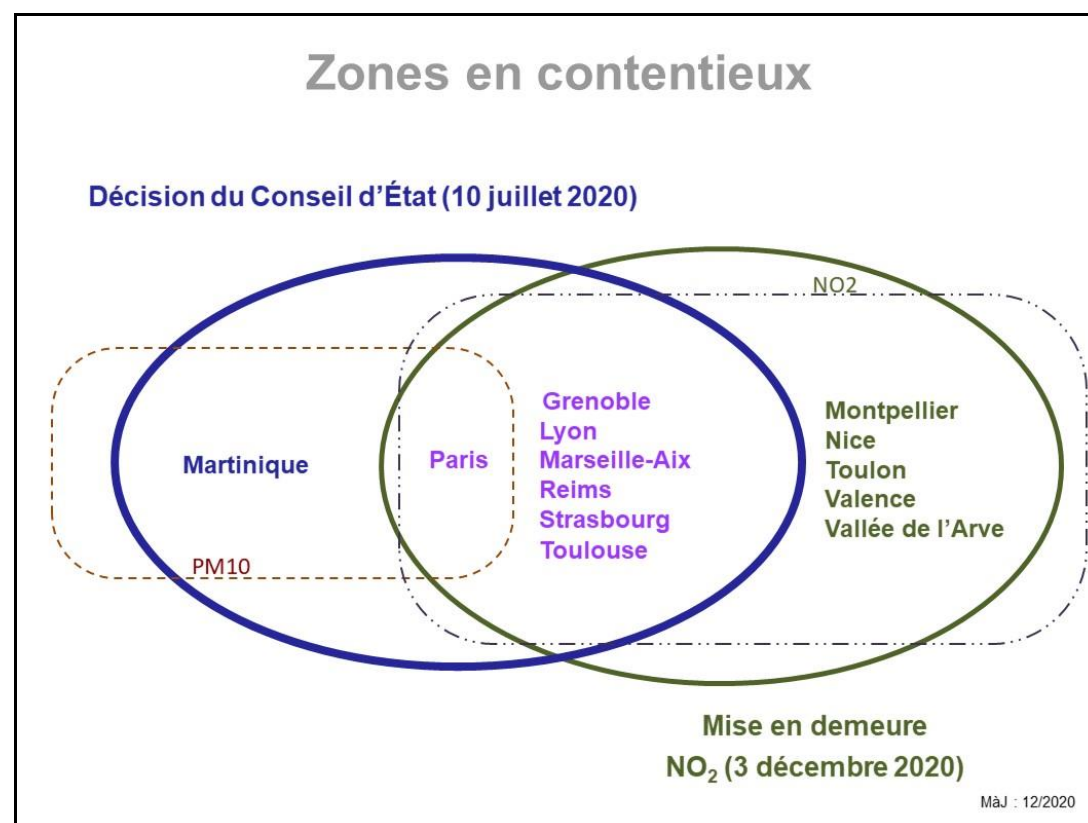


Figure 151 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020

Remarque : La commune de Gignac-la-Nerthe est incluse dans le périmètre du contentieux pour les PM10 et les dioxydes d'azote NO₂.

Plan Particules et Plan d'Urgence pour la qualité de l'air

Résultant du contentieux européen, le Grenelle de l'environnement avait fixé pour la France un objectif extrêmement ambitieux de réduction de 30 % des particules PM_{2,5} pour 2015. Pour y parvenir, un **Plan Particules** avait été mis en place en 2010. Ce plan comprenait des mesures dans le secteur domestique, l'industrie et le tertiaire, les transports et le secteur agricole, en vue d'améliorer l'état des connaissances sur le sujet. L'objectif principal de ce plan était la réduction de la pollution de fond par les particules en proposant des mesures pérennes dans tous les secteurs concernés. Il prévoyait aussi des actions de prévention et de gestion des pics de pollution, en faisant appel à la fois à des mesures :

- Régaliennes et obligatoires (renforcement de normes, augmentation des contrôles, éco-conditionnalité des aides...);
- Incitatives (crédit d'impôt, zones d'actions prioritaires pour l'air...);
- Portant sur une plus forte sensibilisation et mobilisation de la population et des acteurs de terrain.

Ce plan prévoyait surtout l'expérimentation de **Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air** (ZAPA) autour et dans certaines agglomérations volontaires où sont constatés ou prévus des dépassements des valeurs limites de la qualité de l'air, ainsi que l'instauration de l'éco-redevance kilométrique pour les poids lourds.

Faisant suite à l'échec des zones d'actions prioritaires pour l'air, à la suspension de l'éco-redevance, à l'échec relatif de la traduction des mesures des PPA en termes d'amélioration de la qualité de l'air, le ministre délégué chargé des Transports, de la Mer et de la Pêche avait mis en route, en septembre 2012, un **Comité Interministériel de la Qualité de l'Air** (Ciq_a). Ce comité s'est réuni en 2013 pour débattre du plan d'urgence pour la qualité de l'air. Ce plan propose un total de 38 mesures à partir des cinq priorités suivantes :

- **Priorité 1 : favoriser le développement de toutes les formes de transport et de mobilité propres par des mesures incitatives** (mesures 1 à 26). Ces mesures sont destinées à :
 - Favoriser le covoiturage (mesures 1 à 4) ;
 - Favoriser une logistique propre des derniers kilomètres en ville (mesures 5 à 10) ;
 - Accélérer le développement des véhicules électriques en ville (mesures 11 à 13) ;
 - Créer des leviers pour renouveler le parc des véhicules polluants (mesures 14 à 18) ;
 - Développer les transports en commun (mesures 19 à 22) ;

- Développer le déplacement à bicyclette et la marche à pied (mesures 23 à 26).
- **Priorité 2 : réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique** (mesures 27 à 32). Parmi les moyens pour parvenir à cela, on distingue :
 - Les mesures d'ordre public environnemental (mesure 27 à 30) : réduire ponctuellement la vitesse sur certains axes routiers, développer sur les voies rapides urbaines des mesures de gestion dynamique du trafic, renforcer les mesures en cas d'épisode de pollution, soutenir la mise en place d'une politique plus incitative en matière de stationnement payant, etc.
 - L'identification des véhicules (mesures 31 à 32).
- **Priorité 3 : réduire les émissions des installations de combustion industrielles et individuelles** (mesures 33 et 34). La nouvelle politique de l'air s'attaque à réduire les émissions des installations de combustion, qu'elles soient industrielles ou individuelles. On peut notamment citer la mise en place d'une aide au renouvellement des appareils de chauffage au bois les plus anciens et l'étude de la pose d'inserts dans les cheminées à foyer ouvert.
- **Priorité 4 : promouvoir fiscalement les véhicules et les solutions de mobilité plus vertueux en termes de qualité de l'air.**
- **Priorité 5 : informer et sensibiliser les citoyens aux enjeux de la qualité de l'air** (mesures 35 à 38). Les moyens prévus sont les suivants :
 - La communication et l'information nationale (mesure 35) ;
 - La communication locale (mesures 36 à 38).

Projets « Villes respirables en 5 ans »

Le 2 juin 2015, le Ministère en charge de l'Écologie avait lancé un appel à projets en vue de faire émerger des « villes-laboratoires » volontaires pour mettre en œuvre des mesures exemplaires pour la reconquête de la qualité de l'air afin de garantir, dans un délai de 5 ans, un air sain aux populations.

La figure qui suivante présente les collectivités sélectionnées.

Les critères de sélection sont les suivants :

- 1) Présenter un **projet à une échelle intercommunale** ;
- 2) Créer ou préfigurer une **Zone à Circulation Restreinte**, où les véhicules les plus polluants ne pourront pas circuler ;
- 3) Proposer au moins **deux actions complémentaires** portant sur des secteurs différents, adaptés aux spécificités du territoire :

- **Pour le secteur des transports et mobilité**, proposer un programme global de mobilité qui :
 - Favorise les mobilités durables : transports collectifs, plans de mobilité active, pistes cyclables, aires et services de covoiturage... ;
 - Facilite le développement de la mobilité électrique : services d'autopartage électrique, primes aux deux-roues électriques... ;
 - Vise à éliminer en 5 ans le diesel : aides au renouvellement accéléré des flottes de taxis, d'autobus, de véhicules utilitaires et de service, de véhicules particuliers...



Figure 152 : Collectivités retenues pour le programme « Ville respirables en 5 ans »

Remarque : La commune de Gignac-la-Nerthe ne fait pas partie des agglomérations lauréates du programme.

Certificat qualité de l'air – Crit'Air








Pour protéger la santé des populations et favoriser le développement des véhicules à faibles émissions, la feuille de route issue de la conférence environnementale 2014 a prévu la création d'un dispositif d'identification des véhicules : le certificat Qualité de l'Air.

Ce dispositif a pour objectif de favoriser les véhicules les moins polluants en facilitant leur identification par le biais du « certificat Qualité de l'Air ».

Une nomenclature sous forme de pastilles de couleur va classer les voitures en six catégories, dépendant de leurs émissions en polluants atmosphériques (oxydes d'azote, particules, hydrocarbures imbrûlés et monoxyde de carbone), avec notamment une catégorie particulière pour les véhicules électriques.

Ce certificat est entré en vigueur dès le 1er juillet 2016. Non obligatoire, le certificat permet néanmoins - en fonction de la couleur de la pastille obtenue et des règles prises par les maires - aux automobilistes ayant effectué ces démarches de :

- Circuler dans les zones de circulation restreinte (ZCR/ZFE ; ZPA) ;
- Bénéficier de modalités de stationnement favorables ;
- Obtenir des conditions de circulation privilégiées.

Classe Crit'Air	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures		Véhicules utilitaires légers < 3,5 t		Poids-lourds, autobus et autocars	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
	Véhicules électriques et hydrogène						
	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables						
Date de première immatriculation ou norme Euro							
Classe Crit'Air	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures		Véhicules utilitaires légers < 3,5 t		Poids-lourds, autobus et autocars	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
	EURO 4 à partir du 01.01.2017 pour les motocycles à partir du 01.01.2018 pour les cyclomoteurs	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 6 à partir du 01.01.2014
	EURO 3 du 01.01.2007 au 31.12.2016 pour les motocycles et au 31.12.2017 pour les cyclomoteurs	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 6 à partir du 01.01.2014	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013
	EURO 2 du 01.07.2004 au 31.12.2006	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.01.1997 au 31.12.2005	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.10.1997 au 31.12.2005	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013	EURO 3 et 4 du 01.10.2001 au 30.09.2009
	Pas de norme tout type du 01.06.2000 au 30.06.2004	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 4 du 01.10.2006 au 30.09.2009	-
	-	EURO 2 du 01.01.1997 au 31.12.2000	-	EURO 2 du 01.10.1997 au 31.12.2000	-	EURO 3 du 01.10.2001 au 30.09.2006	-
Pas de Crit'Air	Pas de norme tout type jusqu'au 31.05.2000	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001

Source : developpement-durable.gouv.fr

Figure 153 : Les différents certificats qualité de l'air

Il existe plusieurs types de zones :

- **ZFE/ZCR (Zones à Faibles Émissions / Zone à Circulation Restreinte)**

Les zones ZFE (Zone à Faibles Émissions), encore désignées par le sigle ZCR entre 2016 et 2019, sont des zones permanentes. Elles sont identifiées par des panneaux de circulation.

La création d'une ZFE/ZCR relève de la compétence de la commune concernée et repose sur les dispositions fixées par le Décret ZCR 2016-847 du 28.06.2016. Une ZCR est mise en place après une période de 6 mois de concertation avec les acteurs locaux et les communes avoisinantes.

Pour pouvoir circuler dans l'une de ces zones à circulation restreinte françaises, il est nécessaire d'avoir l'un des 6 certificats qualité de l'air apposés sur son véhicule.

Chaque ville ou municipalité détermine les catégories de vignettes autorisées à circuler dans la ZFE/ZCR, dont l'entrée est signalée par un panneau. Les catégories de vignettes concernées, ainsi que les jours et horaires d'application des restrictions sont précisées sur un panneau attendant.

À long terme, l'objectif est d'exclure de plus en plus de vignettes des zones à circulation restreinte, de sorte que, d'ici quelques années, seules les catégories E et 1 y soient autorisées.

Dans une ZFE/ZCR, les catégories de vignettes sont exclues de manière constante, indépendamment des conditions météorologiques. Néanmoins, il se peut qu'une ZFE/ZCR se trouve dans le périmètre d'une ZPA. Auquel cas, si des restrictions de circulation sont prononcées en cas de pic de pollution pour la ZPA, ces interdictions s'appliquent également à la ZFE/ZCR.

Néanmoins, si une ZFE/ZCR ne se trouve pas dans une ZPA, le maire n'est pas en mesure d'appliquer des restrictions de circulation complémentaires en fonction des conditions météorologiques.

- **ZPA (Zone de Protection de l'Air)**

Les zones de protection de l'air (ZPA) ne s'appliquent pas de façon permanente. Elles sont uniquement activées en cas de mauvaises conditions climatiques et de forte pollution atmosphérique. Elles peuvent couvrir des métropoles ou concerner une aire géographique spécifique. De ce fait, les contours de chaque zone de protection de l'air sont définis au préalable.

Étant donné que les ZPA ne sont valables qu'en cas de pic de pollution atmosphérique, les restrictions de circulation fixées par l'arrêté préfectoral n'entrent en application que lorsque les taux de pollution de l'air définis sont dépassés. Certaines catégories de vignettes sont alors exclues du trafic pour réduire les émissions de polluants,

conformément aux dispositions prévues pour chaque zone de protection de l'air. C'est au préfet compétent d'activer les mesures nécessaires en cas d'épisode de pollution.

En règle générale, les zones de protection de l'air ne sont pas signalées par des panneaux spécifiques. Dans les 95 départements de France métropolitaine, il est donc quasiment impossible pour les non-résidents de connaître l'étendue exacte d'une ZPA. Conformément à l'article R411-19 du Code de la route, la mise en place d'une zone de protection de l'air relève de la compétence du préfet du département concerné. Ce dernier précise par arrêté préfectoral les modalités de mise en place d'une ZPA ainsi que les réglementations qui y sont applicables.

Les restrictions de circulation activées dans une ZPA n'entrent pas en vigueur le jour même de leur annonce. Elles sont généralement annoncées la veille pour le lendemain. Les interdictions s'appliquent dans toute la zone de protection de l'air. Si la zone de restriction de circulation se situe dans le périmètre d'une ZPA, les mesures prises en cas d'alerte pollution sont également applicables dans la ZCR aussi longtemps que nécessaire. Les restrictions propres à la ZCR reprennent effet dès la fin du pic de pollution.

- **ZPAd (Zone de Protection de l'Air départementale)**

Les zones de protection de l'air départementales (ZPAd) sont des zones de protection de l'air qui ne s'appliquent pas seulement à l'échelle locale, mais peuvent aussi concerner l'ensemble d'un département. Il est difficile de prévoir les territoires des ZPAd dans lesquels des restrictions de circulations seront activées en cas de pic de pollution atmosphérique. La zone d'application des restrictions, ainsi que les mesures concrètes mises en place doivent être précisées au cas par cas par un arrêté complémentaire. Théoriquement, ces mesures peuvent être déployées à l'échelle du département. Mais cela reste néanmoins peu probable.

La responsabilité d'activer les mesures nécessaires (y compris les éventuelles restrictions de circulation appliquées à une ou plusieurs catégories de vignettes dans une ou plusieurs communes, sur certains axes, ou l'ensemble du département) incombe au préfet du département concerné, sur consultation de l'Institut régional de surveillance de la qualité de l'air.

Les 28 zones environnementales françaises en cours en mars 2021 figurent dans la cartographie ci-après.



Figure 154 : Zones environnementales en France en mars 2021

En l'état actuel, la commune de Gignac-la-Nerthe, faisant partie de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence est sous couvert d'une zone environnementale.

Par ailleurs, la Loi Mobilité définit un nouveau cadre législatif pour les zones environnementales. Désormais appelées Zones à faibles émissions.

Dans ce contexte, les zones environnementales permanentes ZCR seront renommée ZFE (Zones à faibles émissions). Les villes et Métropoles de plus de 100 000 habitants ou disposant d'un Plan de Protection de l'atmosphère (PPA) devront après l'entrée en vigueur de la loi mener une étude d'opportunité d'une zone à faibles émissions (ZFE).

En application de la Loi d'orientation des mobilités (LOM), un décret signé le 16 septembre 2020 et publié au Journal Officiel du 17 septembre précise les critères définissant les collectivités locales soumises à l'obligation d'instaurer une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) au 31 décembre 2020 – à savoir celles qui ne respectent pas de manière régulière les normes de qualité de l'air.

En application de ce décret, sept nouvelles ZFE-m doivent entrer en vigueur dans les collectivités suivantes : **Métropole d'Aix-Marseille-Provence**, Métropole Nice-Côte d'Azur, Métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-

Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et Métropole Rouen-Normandie. Leur territoire est en effet inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air où l'une des valeurs limites d'émissions de dioxyde d'azote (NO₂), de particules PM10 ou de particules PM2,5 n'a pas été respectée au moins trois années sur les cinq dernières.

Ces ZFE-m s'ajouteront aux quatre zones déjà en place en France – celles de la Métropole de Lyon, de Grenoble-Alpes-Métropole, de la Ville de Paris et de la Métropole du Grand Paris –, où la circulation des véhicules les plus polluants est limitée, notamment grâce au système de vignettes Crit'Air.

La loi LOM a prévu qu'à compter du 1er janvier 2021, l'instauration d'une ZFE-m sera obligatoire dans un délai de deux ans lorsque les normes de qualité de l'air ne sont pas respectées de manière régulière et que « les transports terrestres sont la première source des émissions polluantes » ou lorsque « les lieux concernés par le dépassement sont situés majoritairement à proximité des voies de circulation routière. » Dans le premier cas, les émissions à prendre en compte seront celles de NO_x en cas de dépassement de la limite relative au NO₂.

Remarque : La métropole d'Aix-Marseille-Provence a obligation d'instaurer une ZFE sur son territoire.

Plan National Santé Environnement [PNSE]

Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et moyen terme.

En 2004, le gouvernement a lancé le premier PNSE. Puis, conformément aux engagements du Grenelle de l'environnement, et à la loi de santé publique du 09 août 2004, un second PNSE a été élaboré pour la période 2009-2013 et a fait l'objet d'une déclinaison en Plans Régionaux Santé Environnement (PRSE).

L'élaboration d'un plan national santé environnement (PNSE), sa déclinaison en régions et sa mise à jour tous les cinq ans ont été inscrites dans le code de la Santé publique (article L. 1311-6 dudit Code).

Le troisième Plan National Santé Environnement (PNSE 3) a été élaboré par le ministère de l'Environnement et celui de la Santé, en concertation avec les autres ministères, les collectivités, les associations, les partenaires sociaux et les entreprises. Il a été présenté en Conseil des Ministres en novembre 2014, et portait sur la période 2015-2019.

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 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 subdivisés en 20 actions :

- **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes**
 - Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter
 - Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien
 - Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement
 - Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides
 - Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé
 - Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse
 - Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement
- **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire**
 - Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires
 - Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement
 - Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols
 - Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement
 - Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose
 - Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux
 - Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides
 - Action 15 : Réduire l'exposition au bruit

- **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires**
 - Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement
 - Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement
- **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes**
 - Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health
 - Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement
 - Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses.

Le PNSE 4 prévoit un nombre limité d'actions pour gagner en lisibilité et en efficacité par rapport au PNSE 3.

En parallèle, une trentaine de plans thématiques existe. Ils permettent de répondre de manière adaptée et approfondie à certains enjeux spécifiques, comme les perturbateurs endocriniens, les produits phytopharmaceutiques, l'air ambiant, la biodiversité, etc., ainsi qu'aux attentes de la société civile.

Ils réunissent les acteurs compétents de chaque domaine selon une gouvernance propre. Afin d'assurer la cohérence des politiques en santé environnement et de prioriser les enjeux sanitaires, la gouvernance du PNSE 4 organise les interactions entre ce plan et les autres plans sectoriels dans le cadre du comité de pilotage interministériel et du groupe santé environnement.

En effet, le PNSE 4 n'a pas vocation à doubler ou compléter les plans nationaux thématiques existants. Dès lors qu'un plan thématique existe, il n'est pas opportun de prévoir des actions isolées au sein du PNSE 4.

Néanmoins, afin de renforcer les synergies entre les différents plans et les politiques publiques menées en santé environnement, le PNSE 4 propose, dès à présent et dans la perspective du renouvellement ou de l'évolution de certains plans thématiques, des recommandations pour ceux-ci. Comme pour les autres actions du plan, ces recommandations sont le fruit d'une co-construction avec l'ensemble des parties prenantes. Elles sont prises en compte lors de la révision de ces plans.

Les recommandations du PNSE 4 dans les divers autres plans sont par exemple (pour les thématique Air/climat) les suivantes :

- PNACC 2 (Plan national d'adaptation au changement climatique)
 - Améliorer les connaissances sur les impacts sanitaires dus au changement climatique, par exemple les épisodes longs ou répétés de chaleur extrême, ainsi que ceux consécutifs à une exposition répétée à des températures nocturnes élevées
 - Caractériser les changements climatiques concernant les territoires ultramarins et apprécier leurs impacts sanitaires sur les populations
 - Développer les applications dédiées pour identifier les zones de fraîcheur, les points d'eau, etc., par exemple EXTREMA, application qui pourrait être mise à disposition sur l'ensemble du territoire métropolitain sur un mode participatif (collectivités, particuliers, etc.)
 - Adapter le bâti, la ville et les transports aux épisodes de chaleurs extrêmes
 - Prioriser les mesures d'adaptation prévues par le PNACC 2 (bâtiment/transport/villes) aux établissements recevant des publics sensibles, en particulier les enfants
- PREPA (Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques)
 - Renforcer les mesures relatives à la prise en compte des polluants non réglementés dans le cadre de la prochaine mise à jour du PRÉPA : finaliser les travaux métrologiques sur les PUF, le carbone suie et le 1,3-butadiène et relancer une action de réduction des émissions industrielles des substances toxiques dans l'air (REISTA).
- PNSQA (Plan national de surveillance de la qualité de l'air ambiant)
 - Permettre de consolider le réseau de surveillance des pollens, notamment dans les territoires d'outre-mer, et diffuser des messages de prévention associés (possibilité d'une expérimentation communauté professionnelle territoriale de santé - CPTS)

Plan Régional Santé Environnement [PRSE]

L'adoption, le 21 juin 2004, par le Gouvernement, du Plan National Santé Environnement 1, et la demande de déclinaison de ce plan au niveau régional, constituent le cadre du PRSE1 PACA (2006-2008) adopté par le Préfet de région le 27 janvier 2006.

Le **Plan Régional Santé Environnement (PRSE)** a pour fonction de définir les objectifs régionaux en matière de santé environnementale et les actions à mettre en œuvre afin de mieux détecter, évaluer et gérer l'ensemble des risques sanitaires liés aux agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie.

Intégré au Plan Régional de Santé Publique (PRSP), dont il constitue le volet environnement, le premier PRSE 2006-2008 formalise une première étape visant à garantir dans la région un environnement respectueux de la santé de ses habitants.

Le PRSE 1 PACA définissait 24 objectifs régionaux dont 10 prioritaires tels que :

- Réduire les émissions aériennes de substances toxiques d'origine industrielle ;
- Réduire les émissions de particules diesel par les sources mobiles ;
- Promouvoir les modes de déplacements alternatifs ;
- Réduire les émissions de NOx dans les installations industrielles ;
- Améliorer l'information sur la prévention de l'asthme et des allergies.

Le bilan du PRSE 1 constitue un outil d'orientation pour l'élaboration du PRSE 2 PACA (2009-2014) qui est la déclinaison du PNSE 2.

Le PRSE 2 PACA, validé le 29 juin 2010 par le Groupe Régional Santé Environnement (GRSE) et approuvé par arrêté préfectoral le 16 juillet 2010, était articulé autour de 3 enjeux prioritaires :

- EAU - Sécuriser et garantir l'accès de tous à une ressource de qualité afin de réduire les effets sanitaires liés aux différents usages de l'eau ;
- AIR - Réduire et contrôler les expositions à la pollution atmosphérique ayant un impact sur la santé ;
- CONNAISSANCE - Favoriser la connaissance, la recherche, l'information et l'éducation sur les risques sanitaires actuels et émergents liés à l'environnement.

Ces trois enjeux ont été déclinés en plan d'actions comprenant à terme du PRSE 2, 222 projets concrets et opérationnels (111 à vocation régionale, 111 à vocation départementale).

La répartition des projets départementaux est la suivante : Bouches-du-Rhône (55 projets) ; Vaucluse (18 projets) ; Alpes-Maritimes (16 projets) ; Hautes-Alpes (11 projets) ; Alpes-de-Haute-Provence (7 projets) et Var (4 projets).

Les actions (déclinées en sous actions et en mesures) concernant l'enjeu AIR étaient les suivantes :

- Action 6 : Réduire l'exposition à la pollution aux particules
- Action 7 : Réduire les autres expositions à fort impact sanitaire
- Action 8 : Informer et communiquer sur l'air et la santé
- Action 9 : Gouvernance

Faisant suite à l'adoption du troisième plan national santé environnement en novembre 2014, les travaux d'élaboration du Plan Régional Santé Environnement ont été lancés.

Le bilan du PRSE 2 constitue un outil d'orientation pour l'élaboration du PRSE 3 PACA (2015-2021) qui est la déclinaison du PNSE 3.

Le PRSE 3 PACA (2015-2021), adopté le 06 décembre 2017 de manière tripartite (ARS, DREAL, Région) comprend 9 orientations déclinées en actions : Air (18 actions) ; Eau (8 actions) ; Habitat (6 actions) ; Bruit (1 action) ; Risques émergents et changement climatique (4 actions) ; Système de santé (3 actions) ; Urbanisme (5 actions) ; Déchets (3 actions) ; Alimentation (3 actions).

Les actions notables en termes de qualité de l'air sont, par exemple :

- Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ;
- Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ;
- Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles notamment pour la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ;
- Réduire les émissions liées aux secteurs résidentiel et agricole ;
- Réduire les émissions de particules du secteur résidentiel en rappelant l'interdiction de brûlage des déchets verts et les solutions mises à disposition par les collectivités ;
- Améliorer la prise en compte de la problématique santé environnement dans les documents de planification territoriale relatifs aux déplacements (voyageurs et marchandises) ainsi qu'à l'urbanisme et au logement (Feuille de route transports) ;
- Promouvoir les mobilités actives, évaluer et valoriser leurs effets sur la santé et l'environnement (Feuille de route transports) ;
- Réduire les émissions polluantes issues des transports, notamment par la promotion des transports en commun ;
- Renforcer la surveillance, les prévisions et l'information sur les concentrations de pollens et de moisissures allergisantes dans l'air extérieur et évaluer l'exposition de la population ;
- Former et informer les élus et les professionnels (santé, environnement, etc.) sur la qualité de l'air ;
- Informer, sensibiliser, éduquer les jeunes et le public à la qualité de l'air ;
- Former les professionnels de la périnatalité aux risques sanitaires liés à l'environnement ;
- Tester, sur la base du volontariat, la mise en place de quelques études d'impact sur la santé à l'échelle d'un quartier permettant d'intégrer au mieux les enjeux sanitaires et environnementaux ;

- Améliorer la gestion des déchets issus du BTP (poussière, plastique, amiante, plomb) et développer la mise en place des chantiers propres.

Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4) « Un environnement, une santé » a été lancé par les ministères de la Transition écologique et des Solidarités et de la Santé en mai 2021. En 2022, ce PNSE 4 sera décliné en Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur par l'Agence Régionale de Santé (ARS), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et la Région Sud dans le cadre du quatrième Plan Régional Santé Environnement (PRSE 4).

Plan Climat National

Le Plan Climat a été lancé le 6 juillet 2017 afin d'accélérer la transition énergétique et climatique.

Alors que les impacts du dérèglement climatique se multiplient, il est urgent de retrouver au plus vite une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre compatible avec l'objectif de maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 1,5 °C/2 °C, cible de l'Accord de Paris.

L'objet du Plan climat est de contribuer au changement d'échelle dans la mobilisation des États, mais aussi de toute la société française, des entreprises, des associations, de la recherche, des collectivités territoriales, des partenaires sociaux, dans tous les secteurs : bâtiment, transports, énergies, agriculture et forêts, industrie et déchets. La solidarité avec les plus vulnérables constitue un fil rouge à l'ensemble des actions.

Le Plan climat fixe un nouveau cap, celui de la neutralité carbone à horizon 2050.

Il s'appuie sur l'intelligence collective de l'ensemble des acteurs, pour coconstruire des solutions à l'échelle dans les domaines de l'énergie et de l'économie circulaire. Une partie des actions passe par un renforcement du lien avec les collectivités territoriales et les filières industrielles, dans une logique de contractualisation.

Le Plan Climat comprend 23 axes d'action venant décliner 6 lignes directrices :

- **Rendre irréversible la mise en œuvre de l'Accord de Paris**

AXE 1. Rendre irréversible la lutte contre le changement climatique en l'inscrivant dans notre droit.

AXE 2. Rendre irréversible la lutte contre le changement climatique par la mobilisation de tous.

- **Améliorer le quotidien de tous les Français**

AXE 3. Faire de la rénovation thermique une priorité nationale et éradiquer la précarité énergétique en 10 ans.

AXE 4. Rendre la mobilité propre accessible à tous et développer l'innovation (norme EURO 7 ; mettre fin à la vente des véhicules émettant des GES en 2040).

AXE 5. Travailler au cœur des territoires.

AXE 6. Permettre à tous de consommer de manière responsable et solidaire.

AXE 7. Donner aux petites et moyennes entreprises les moyens d'agir contre le changement climatique

- **En finir avec les énergies fossiles et s'engager dans la neutralité carbone**

AXE 8. Décarboner la production d'énergie et assurer une transition maîtrisée.

AXE 9. Laisser les hydrocarbures dans le sous-sol.

AXE 10. Renforcer la fiscalité écologique et donner au carbone son véritable prix.

AXE 11. Se donner une nouvelle stratégie visant la neutralité carbone à l'horizon 2050

- **La France n°1 de l'économie verte**

AXE 12. Miser sur la recherche et l'innovation pour trouver les solutions d'avenir.

AXE 13. Faire de la place de Paris le pôle international de la finance verte.

AXE 14. Accélérer le déploiement des énergies renouvelables

- **Mobiliser le potentiel des écosystèmes et de l'agriculture pour lutter contre le changement climatique**

AXE 15. Mettre fin à l'importation en France de produits contribuant à la déforestation.

AXE 16. Engager la transformation de nos systèmes agricoles pour réduire les émissions et améliorer le captage du carbone dans les sols.

AXE 17. Promouvoir une gestion active et durable des forêts françaises pour préserver et amplifier leur rôle central dans le stockage du carbone.

AXE 18. Contribuer à la protection des écosystèmes terrestres et marins en France et à l'international.

AXE 19. S'adapter au changement climatique.

- **Renforcer la mobilisation internationale sur la diplomatie climatique**

AXE 20. Renforcer l'ambition climatique de l'Europe.

AXE 21. Accompagner les efforts des pays en développement dans la mise en œuvre des engagements.

AXE 22. Promouvoir et porter des initiatives internationales innovantes et ambitieuses permettant de consolider l'engagement international sur le climat.

AXE 23. Renforcer la prise en compte des enjeux environnementaux dans les nouveaux accords commerciaux.

Loi Orientation des Mobilités

La loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités est parue au journal officiel le 26 décembre 2019.

Les mesures-clés de cette loi sont résumées ci-dessous.

Apporter des solutions de mobilités à tous et dans tous les territoires

- Le droit aux transports sera transformé en droit à la mobilité pour couvrir l'ensemble des enjeux d'accès à la mobilité, qui ne se limitent ni à l'accès aux transports collectifs ni à une vision centrée sur l'infrastructure.
- L'ensemble du territoire sera couvert par des autorités organisatrices de la mobilité, afin que des solutions soient apportées à tous les citoyens et partout.
- L'exercice effectif de la compétence mobilité sera organisé à la bonne échelle selon le principe de subsidiarité. Concrètement, la loi laissera le choix aux communes, via leur intercommunalité pour qu'elles s'emparent de la compétence, et à défaut les régions seront compétentes :
 - Les métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomérations, et la métropole de Lyon, seront confortées dans leur rôle d'Autorité organisatrice de la mobilité (AOM).
 - Les communautés de communes pourront prendre la compétence mobilité, parce qu'elles représentent le plus souvent la bonne échelle pour les besoins de déplacement du quotidien. Les communes auront alors jusqu'au 31 décembre 2020 pour décider de transférer ou non leur compétence d'AOM à la communauté de communes.
 - Sur les territoires des communautés de communes qui n'auront pas choisi de prendre cette compétence au 1er janvier 2021, les régions deviendront AOM par subsidiarité, en complément de leur compétence mobilité à l'échelle régionale. Cette compétence pourra « revenir » à la communauté de communes si son périmètre était amené à évoluer.
- Les autorités organisatrices de la mobilité pourront plus facilement proposer les nouveaux services de mobilité dans leurs offres. La compétence d'AOM permettra ainsi d'intervenir dans 6 domaines principaux, pour développer une offre adaptée aux territoires : transport régulier, à la demande, scolaire, mobilités actives, partagées, ainsi que la mobilité solidaire.
- Les plans de mobilité sont créés, et remplaceront les actuels plan de déplacement urbain (PDU) : plus larges, ils prendront en particulier en compte l'ensemble des nouvelles formes de mobilité (mobilités actives, partagées...), la mobilité solidaire, ainsi que les enjeux de logistique. Ils s'inscriront dans des objectifs de lutte contre l'étalement urbain, contre la pollution de l'air et pour la préservation de la biodiversité.
- Un comité des partenaires sera créé par chaque autorité organisatrice structuré autour des trois grands financeurs des transports : les représentants des employeurs, des usagers, et bien sûr l'autorité organisatrice. Il sera un lieu important de concertation sur l'évolution des offres de mobilité, de la politique tarifaire, sur la qualité des services et de l'information.

- Le versement ‘transport’ devient versement ‘mobilité’. Il sera conditionné à la mise en place de services de transport collectif régulier et donnera la possibilité de moduler son taux au sein d’un même syndicat mixte selon la densité des territoires. Il fera l’objet d’échanges au sein des comités des partenaires.
- Le rôle de la région comme chef de file de la mobilité est renforcé, pour coordonner les compétences mobilité de l’ensemble des autorités organisatrices sur leur territoire régional.
- Un contrat opérationnel de mobilité, liant les AOM et la région, permettra d’assurer la coordination de tous les acteurs à l’échelle de chaque bassin de mobilité, en associant en particulier les gestionnaires d’infrastructures telles les gares, ou les pôles d’échanges multimodaux.
- Les autorités organisatrices pourront agir dans le domaine de la mobilité solidaire en faveur des personnes vulnérables, sur le plan économique ou social : mise en place d’aides financières individuelles, de conseil ou d’accompagnement individualisé, services spécifiques, etc.
- Un accompagnement individualisé sera ainsi apporté à tout demandeur d’emploi, apprenti ou titulaire d’un contrat en alternance. Pour cela, la région, les départements, les autorités organisatrices et acteurs de la solidarité et de l’emploi élaboreront et mettront en œuvre un plan d’action commun en matière de mobilité solidaire à l’échelle du bassin de mobilité.
- La mobilité des personnes en situation de handicap sera facilitée, à travers une série de mesures concrètes : une politique tarifaire préférentielle pour les accompagnateurs sera généralisée dans les transports collectifs ; des places de stationnement comportant des bornes de recharge électrique devront être accessibles pour les personnes à mobilité réduite ; les données sur l’accessibilité aux personnes handicapées et à mobilité réduite des services et des parcours seront publiées afin de faciliter l’information sur les GPS et calculateurs d’itinéraires ; la réservation des missions d’assistance en gare sera facilitée grâce à une plateforme unique ; etc.
- Un cadre juridique adapté pour mener des expérimentations de solutions nouvelles de mobilité dans les territoires ruraux. Le projet de loi habilite le Gouvernement à légiférer par ordonnance pour instaurer des dérogations de niveau législatif. Cette disposition s’inscrit dans la démarche France Expérimentation.
- Le développement du covoiturage comme solution de transport au quotidien grâce à une série de mesures concrètes : la possibilité pour les collectivités locales de subventionner les solutions de covoiturage au quotidien, pour les conducteurs comme les passagers ; ou encore la création de voies réservées au covoiturage sur les grands axes routiers autour des métropoles, etc.
- Un nouveau cadre de régulation pour les offres en libre-service dites en « free floating », en fixant un régime d’autorisation préalable délivré par la commune et un cahier des charges défini localement à respecter.
- Des relations rééquilibrées entre chauffeurs VTC, livreurs et plateformes, en définissant un socle de nouveaux droits (droit à la déconnexion, droit de refuser des courses, droit de connaître le prix et la distance parcourue avant d’accepter une course). Par ailleurs, le projet de loi incitera les plateformes à mettre en place un cadre de travail de qualité pour les chauffeurs et les livreurs, à travers des chartes élaborées par les plateformes et sur lesquelles les travailleurs auront été consultés.
- La possibilité de relever la vitesse maximale de 80 à 90 km/h par les présidents de conseil départemental, maires ou présidents d’EPCI, sur leur réseau routier hors agglomération. Cela pourra être fait après avis de la commission départementale de la sécurité routière, et sur la base d’une étude d’accidentalité des sections concernées.

Réussir la transition écologique des mobilités

- L’inscription dans la loi de l’objectif d’une neutralité carbone des transports terrestres d’ici 2050, conformément aux engagements du Plan Climat traduisant l’Accord de Paris. Cet objectif s’accompagne d’une trajectoire claire : la réduction de 37,5 % des émissions de gaz à effet de serre d’ici 2030 et l’interdiction de ventes de voitures à énergies fossiles carbonées d’ici 2040. La France devient le 1er pays européen à inscrire cette ambition dans la loi.
- La mise en œuvre d’un Plan vélo inédit a pour objectif de tripler la part modale du vélo d’ici 2024 (de 3 à 9 %) : la lutte contre le vol avec la généralisation progressive du marquage des vélos et de stationnements sécurisés, la généralisation du savoir-rouler à l’école pour que tous les enfants entrant en 6ème maîtrisent cette pratique, l’obligation de réaliser des itinéraires cyclables en cas de travaux sur des voies urbaines ou interurbaines, la réalisation d’un schéma national des véloroutes et voies vertes, l’interdiction de stationnement cinq mètres en amont des passages piétons pour une meilleure visibilité, l’équipement des trains et des autocars.
- L’objectif de multiplier par 5 d’ici 2022 des points de recharge publics pour les véhicules électriques, et une série de mesures pour déployer la mobilité électrique : l’équipement obligatoire dans les parkings de plus de 10 places des bâtiments

Accélérer la croissance des nouvelles solutions de mobilité

- L’accompagnement de l’ouverture des données de l’offre de mobilité de façon opérationnelle sur tout le territoire, à partir de décembre 2019 et au plus tard d’ici 2021, afin de permettre que 100 % des informations sur les transports soient accessibles en un clic. Informations utiles pour les voyageurs, horaires des bus, véhicules en libre-service disponibles à proximité, tarifs, etc. : ces données rassemblées en une même application permettront à la fois de faciliter son trajet, de mieux connaître l’offre disponible et de combiner plusieurs solutions (vélo-train-bus par exemple) avec un seul titre de transports « porte-à-porte ».
- Un portail unique par région devra être proposé aux usagers, rassemblant l’ensemble de l’information multimodale sur les offres de mobilité.
- Le cadre permettant d’autoriser la circulation des véhicules autonomes en régime permanent d’ici 2020 à 2022, avec une priorité pour les navettes autonomes.

neufs ou rénovés, la création d'un véritable droit à la prise en habitat collectif et la simplification des règles de votes pour les travaux sur l'installation électrique dans les copropriétés, la possibilité de recharger gratuitement sur son lieu de travail, la division par plus de 2 du coût de raccordement des équipements de recharge,...

- Le développement des véhicules au gaz, en priorité pour les poids lourds, avec notamment la possibilité de raccorder des stations d'avitaillement au réseau de transport de gaz et la mise en place d'un dispositif de soutien au biogaz non injecté dans les réseaux pour un usage local pour la mobilité.
- Le soutien à l'acquisition des véhicules propres, avec le bonus pour les voitures électriques et hydrogène neuves et le suramortissement pour les poids-lourds aux gaz, hydrogène ou électrique.
- Des objectifs de transition du parc automobile professionnel, qui portent sur les flottes publiques, les flottes d'entreprises, et les flottes de taxi et de VTC.
- Des mesures concrètes pour encourager les changements de comportement : l'obligation d'accompagner toute publicité pour des véhicules terrestres à moteur par un message promotionnel encourageant l'usage des mobilités actives ou partagées, l'affichage obligatoire de la catégorie Crit'Air du véhicule dans les concessions automobiles afin de renforcer l'information de l'acheteur.
- Des déplacements domicile-travail plus propres et au cœur du dialogue social. La question des déplacements des travailleurs sera désormais inscrite comme un des thèmes des négociations obligatoires à mener dans les entreprises de plus de 50 salariés. Des accords devront être trouvés sur la manière dont les employeurs s'engagent pour faciliter les trajets de leurs salariés : aménagements d'horaire ou d'équipe, télétravail, facilitation de l'usage du vélo ou du covoiturage, prise en charge d'une partie des frais... Cet accompagnement pourra prendre la forme d'un titre-mobilité, sur le modèle du ticket restaurant.
- La création du forfait 'mobilité durable' : jusqu'à 400€/an pour aller au travail en covoiturage ou en vélo. Tous les employeurs privés et publics pourront contribuer aux frais de déplacement domicile-travail en covoiturage ou en vélo de leurs salariés, ainsi qu'avec d'autres services de mobilité partagés. Ce forfait pourra s'élever jusqu'à 400 €/an en franchise d'impôt et de cotisations sociales. Il remplacera l'indemnité kilométrique vélo mise en place jusqu'à ce jour, mais dont la mise en œuvre est restée limitée car trop complexe. Ce forfait répond à une demande des employeurs de disposer d'un outil souple pour soutenir ces modes vertueux. L'État généralisera la mise en place du forfait mobilité durable pour le vélo et le covoiturage pour tous ses agents d'ici 2020, à hauteur de 200 €/an. Ce forfait sera cumulable avec la participation de l'employeur à l'abonnement de transport en commun, dans une limite de 400€/an (la prise en charge de l'abonnement de transport en commun reste dé plafonnée).
- Des zones à faibles émissions mobilité (ZFE) pour un air plus respirable. Cet outil permettra aux collectivités de limiter la circulation aux véhicules les moins polluants, selon des critères de leur choix (périmètre, horaires, types de véhicules). Alors qu'il en existe 231 en Europe, seulement 3 agglomérations en France s'étaient engagées dans une telle démarche en France. Le projet de loi mobilités facilitera leur déploiement en donnant aux collectivités les outils nécessaires. Après l'appel lancé par le Gouvernement, 15 collectivités françaises ont annoncé

s'engager dans la création ou le renforcement d'une ZFE d'ici 2020, et 23 au total sont engagées dans la démarche représentant plus de 17 millions d'habitants concernés. Par ailleurs, les restrictions de circulation lors des pics de pollution pourront être prises de façon automatique par les préfets.

Investir au service des transports du quotidien

- Une programmation des investissements 13,4 Md€ sur la période 2018-2022, soit une augmentation de 40 % par rapport à la période 2013-2017. La programmation s'inscrit également dans la perspective d'une enveloppe quinquennale en progression à 14,3 Md€ sur la période 2023-2027.
- Les 3/4 des investissements pour les transports dans le quinquennat, dédiés au ferroviaire (en ajoutant les 13,4Md€ d'investissements du projet de loi mobilités et les 3,6 Md€ investis chaque année par SNCF Réseau).
- Une réorientation claire des investissements en faveur des transports du quotidien plutôt que des nouveaux grands projets. Pour cela, 5 programmes d'investissements prioritaires sont retenus pour cette programmation :
- L'entretien des réseaux existants constitue la première des priorités pour la décennie à venir. Des moyens sans précédents seront mobilisés sur 10 ans : ils augmenteront de 31 % sur 2018-2027 par rapport à la décennie précédente et seront en hausse de 70 % sur les gros travaux de rénovation. La même logique est menée sur le réseau ferroviaire existant, dont l'état s'était aussi lentement dégradé : la réforme du système ferroviaire a confirmé une hausse de 50 % des investissements, soit 3,6 Md€ par an, consacrés en priorité à la remise à niveau du réseau existant.
- La désaturation des grands nœuds ferroviaires doit aussi permettre de donner toute sa place au train dans les déplacements du quotidien autour des métropoles, et dans les liaisons avec les villes moyennes. 2,6 Md€ seront investis sur 10 ans dans cet objectif.
- L'accélération du désenclavement routier des villes moyennes et des territoires ruraux est également nécessaire, et sera portée à travers une vingtaine d'opérations pour un montant de 1 Md€ sur 10 ans.
- Le développement de l'usage des mobilités propres, partagées et actives au quotidien mobilisera par ailleurs l'État, à travers plusieurs appels à projets à hauteur de 1,2 Md€ sur 10 ans, pour accompagner les autorités organisatrices. Cela intègre la création d'un fonds vélo doté de 350 M€.
- Enfin, le renforcement de l'efficacité et du report modal dans le transport de marchandises sera soutenu, avec 2,3 Md€ investis par l'État sur 10 ans.
- Une approche nouvelle pour les grands projets passant par une réalisation phasée de ces infrastructures, en commençant en priorité par les opérations concourant d'abord à l'amélioration des déplacements du quotidien.
- La possibilité de créer des sociétés de projet afin d'accélérer la réalisation de certaines infrastructures, en réponse à l'attente forte exprimée par certains territoires. Une habilitation à légiférer par ordonnance est prévue en ce sens.

- La sécurisation de l'affectation d'une part de la TICPE au financement des infrastructures. Comme toute loi de programmation, son financement global sera défini dans le cadre de la loi de finances : 2,5Md€ sont consacrés aux investissements, en hausse de 10 % par rapport à 2018.
- Pour la 1ère fois, la contribution du transport aérien au financement des modes propres. Le surplus de taxe de solidarité acquitté par le transport aérien, servant aujourd'hui au désendettement du budget annexe de l'aviation civile, sera dorénavant affecté pour le financement de modes de transport propres, *via* l'agence de financement des infrastructures de France. Un rapport sera présenté par le Gouvernement avant le mois d'octobre sur la comparaison du niveau des taxes aériennes en Europe afin de préparer les travaux au niveau européen sur une taxation du transport aérien.
- Le Gouvernement présentera au Parlement d'ici le 30 juin 2020 un rapport sur les perspectives d'une relance des trains de nuit. Sans attendre, le Gouvernement s'est déjà engagé à pérenniser les deux lignes existantes et à en moderniser les trains pour redonner à ces lignes toute leur attractivité.
- Cette programmation tient compte des enjeux spécifiques en matière d'accessibilité des territoires de montagne, insulaires, ultra-marins et frontaliers, en leur accordant une attention particulière tant en matière d'entretien que de développement des infrastructures.

Assurer le bon fonctionnement des transports

- Un permis de conduire plus rapide et moins cher. L'obtention du permis de conduire est une condition essentielle d'insertion professionnelle mais il est aujourd'hui très cher (1 800 € en moyenne) et les délais d'obtention sont trop longs. Le Gouvernement a donc annoncé plusieurs mesures pour rendre le permis plus accessible (baisse du coût jusqu'à 30 %) et le délai d'obtention plus court, dont certaines sont traduites dans la LOI MOBILITÉS : utilisation accrue de modes d'apprentissage moins chers (simulateurs), mise en place d'un contrat-type et d'un comparateur en ligne informant des aides disponibles, pour mieux comparer les offres des auto-écoles et pouvoir faire jouer la concurrence ; réduction des délais du passage de l'examen grâce à l'expérimentation d'une inscription directe en ligne ; dispositif de suramortissement pour accompagner les auto-écoles dans l'acquisition de simulateurs etc.
- Des pièces détachées de voiture moins chères pour les automobilistes. Aujourd'hui, les constructeurs automobiles ont l'exclusivité sur les pièces détachées visibles (rétroviseurs, ailes, capots, optiques, vitrage), et ce contrairement à d'autres pays (Royaume-Uni, Espagne, Italie). Cette situation ne favorise pas la concurrence et le niveau des prix pour l'automobiliste. Le marché sera donc progressivement ouvert, en réduisant la période durant laquelle les constructeurs ont l'exclusivité sur ces pièces, pour permettre à d'autres acteurs de les proposer.
- Des mesures concrètes pour renforcer la sécurité routière, mettant notamment en œuvre les décisions du comité interministériel pour la sécurité routière du 9 janvier 2018 : interdiction de faire prendre leur repos à des salariés dans un véhicule utilitaire léger ; possibilité pour les forces de l'ordre d'effacer tout message de signalement sur les services électroniques de navigation, uniquement pour des contrôles d'alcool/drogues, les opérations de lutte contre le terrorisme, dans le cadre d'enlèvements de personnes ou d'enquêtes sur des vols ou trafics ; dispositions permettant la rétention et la suspension du permis de conduire, l'immobilisation et la mise en fourrière de véhicules, en cas de conduites sans permis ou à risques liés à des comportements addictifs (alcool, stupéfiant, téléphone...) ; obligation de vente d'éthylotests à proximité des rayons de boissons alcooliques pour tous les débits de boissons à emporter ; etc.
- La généralisation des arrêts à la demande pour les bus nocturnes, afin de pouvoir descendre plus près de sa destination. C'est une réponse concrète au sentiment d'insécurité que vivent les femmes dans les transports publics, en particulier le soir et la nuit. Le projet de loi prévoit également la remise par le Gouvernement sur les atteintes sexistes dans les transports.
- Les personnes vulnérables ne pourront être conduites hors du réseau de métro qu'à la condition de se voir préalablement proposer un hébergement d'urgence avant de quitter les lieux.
- Des mesures pour soutenir la compétitivité et la sécurité de nos ports et des activités maritimes : l'intégration des grands ports maritimes du Havre et de Rouen et du port autonome de Paris par la création d'un nouvel établissement public qui constituera le 1er port français pour le commerce extérieur ; de nouvelles dispositions permettant de sécuriser le régime juridique des conventions de terminal dans les grands ports maritimes ; et diverses mesures de simplification.
- Le monde maritime engagé dans la transition écologique et énergétique, avec des mesures concrètes : allocation dans les ports de plaisance d'ici le 1er janvier 2022 d'une partie de leurs capacités de stationnement aux navires électriques ; mise en œuvre de la convention internationale sur la responsabilité et l'indemnisation pour les dommages liés au transport par mer de substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) de 2010 ; ratification de l'ordonnance soufre ; clarification juridique permettant de sécuriser les investissements d'adaptation des réseaux électriques et des quais dans les ports de commerce.
- La transformation de l'établissement public de la Société du canal Seine-Nord Europe (SCSNE) en établissement public local, afin de concrétiser la régionalisation de cette société.
- Un cadre social pour l'ouverture à la concurrence des bus de la RATP avec la mise en place d'un transfert automatique des contrats de travail de salariés qui seraient amenés à rejoindre d'autres opérateurs mais qui conserveraient le bénéfice de garanties sociales de haut niveau : garantie de l'emploi, régime spécial de retraite, garantie de rémunération, accès aux centres de santé, bénéfice de l'action sociale pendant un an. La mise en place d'un cadre social territorialisé est également prévue qui permet d'assurer des conditions d'exploitation des bus adaptées aux circulations en Île-de-France.
- Des conditions de transfert des salariés améliorées dans les transports routiers inter urbain (notamment dans la zone OPTILE) et urbain de voyageurs : pour garantir la continuité de l'exploitation en cas de changement d'opérateur et éviter toute difficulté liée à l'application des conventions collectives, la mise en place

d'un mécanisme de transfert automatique des contrats de travail est prévue une fois que les partenaires sociaux des deux branches de l'inter urbain et de l'urbain auront négocié le contenu des garanties sociales accompagnant ce transfert.

- Les sociétés concessionnaires d'autoroute devront proposer une tarification réduite pour les véhicules à carburants alternatifs et des stations d'avitaillement. Le projet de loi autorise et encadre par ailleurs le dispositif de péages en flux libre que pourront proposer les sociétés concessionnaires, afin de réduire la congestion et améliorer le trajet des automobilistes.
- La gestion du réseau ferré de certaines lignes à vocation régionale pourra être confiée aux régions qui en font la demande, afin de simplifier et accélérer la gestion et la modernisation de ces infrastructures.
- Le Gouvernement élaborera dans un délai d'un an une stratégie pour le développement du fret ferroviaire, dans l'objectif de renforcer la compétitivité du fret ferroviaire face aux autres modes de transport.

Mis en consultation au printemps 2020, le décret d'application de l'article 86 de la loi d'orientation des mobilités (LOM) a été publié au Journal officiel le 17 septembre 2020. Cet article de la LOM rend obligatoire à compter de fin 2020 l'instauration d'une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les territoires concernés par le non-respect de manière régulière des normes de la qualité de l'air mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

Le décret qui entre en application le 18 septembre 2020 insère deux nouveaux articles dans le Code général des collectivités territoriales (CGCT) pour préciser quelles communes et quels EPCI sont concernés. Le nouvel article D. 2213-1-0-2 précise que sont considérées comme ne respectant pas de manière régulière les normes de qualité de l'air "les zones administratives de surveillance de la qualité de l'air, définies en application de l'article R. 221-3 du code de l'environnement, dans lesquelles l'une des valeurs limites relatives au dioxyde d'azote (NO₂), aux particules PM10 ou aux particules PM2,5 mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement n'est pas respectée au moins trois années sur les cinq dernières". Il prévoit en outre que les communes ou les EPCI à fiscalité propre dont le président dispose du pouvoir de police de la circulation sont considérés comme ne respectant pas de manière régulière les valeurs limites de qualité de l'air lorsque leur territoire est inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air mentionnée plus haut.

En revanche, ces communes et EPCI qui démontrent, "par de la modélisation ou par des mesures réalisées conformément à l'article R. 221-3 du code de l'environnement", que les valeurs limites mentionnées plus haut sont respectées pour au moins 95 % de la population de chaque commune concernée "ne sont pas regardés comme dépassant de façon régulière les normes de qualité de l'air", indique le décret. Le nouvel article contient également une disposition qui ne figurait pas dans le projet de décret soumis à consultation publique. Ainsi, "sans préjudice" de la mesure précédente, "ne sont pas regardés comme dépassant de façon régulière les normes de qualité de l'air les communes

ou les EPCI à fiscalité propre dont le président dispose du pouvoir de police de la circulation qui démontrent que les actions mises en place, notamment celles prévues dans le cadre d'un plan de protection de l'atmosphère élaboré en application de l'article L. 222-4 du code de l'environnement, permettent d'atteindre les valeurs limites [mentionnées plus haut] pour l'ensemble de la population de chaque commune concernée, dans des délais plus courts que ceux procédant de la mise en place d'une zone à faibles émissions mobilité". Ces deux dernières dispositions (III et IV de l'article 1er du décret) ne sont pas applicables aux métropoles, à la métropole d'Aix-Marseille-Provence, à la métropole du Grand Paris, à la métropole de Lyon ainsi qu'aux communes situées sur leur territoire.

Quant au deuxième article inséré par le décret dans le CGCT (D. 2213-1-0-3), il caractérise la notion de prépondérance des transports terrestres dans le dépassement des valeurs limites : ils sont considérés comme source prépondérante lorsqu'ils "sont la première source des émissions polluantes", ou quand "les lieux concernés par le dépassement sont situés majoritairement à proximité des voies de circulation routière".

Quatre collectivités ont déjà mis en place des ZFE-m, : la métropole de Lyon, Grenoble-Alpes-Métropole, la ville de Paris et la métropole du Grand Paris. En application du décret de septembre 2020, 7 nouvelles ZFE-m devront obligatoirement être mises en place par des métropoles françaises : métropole d'Aix-Marseille-Provence, **métropole Nice-Côte d'Azur**, métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et métropole Rouen-Normandie."

À titre informatif : certains territoires n'ayant pas obligation de mettre en place une ZFE sont néanmoins engagés dans une réflexion⁶⁸ : CA de la Rochelle ; CA du Grand Annecy ; CA Valence Romans Agglo ; CC Cluses-Arve et Montagnes ; CC de la Vallée de Chamonix-Mont-Blanc ; CC Faucigny-Glières ; CC Pays du Mont-Blanc ; Clermont Auvergne Métropole ; CU d'Arras ; CU du Grand Reims ; Métropole du Grand Nancy ; Métropole Européenne de Lille ; Saint-Etienne Métropole.

⁶⁸<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-parc-de-vehicules-selon-leur-categorie-critair-dans-les-zones-faibles-emissions-zfe>

ANNEXE N°5 : DONNEES DE LA STATION ATMOSUD

Tableau 84: Concentrations en NO₂ relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

NO ₂ µg/m ³		Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dép. 200 µg/m ³ en moyenne horaire	Maximum journalier	Nb Dép. 25 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m ³ OMS : 10 µg/m ³	-	Valeur limite : 18 dép. max. OMS : seuil à ne pas dépasser		OMS : 3 dép. max
Marignane	2017	26	121	0	67	107
	2018	21	96	0	52	103
	2019	22	153	0	64	120
	2020	18	162	0	55	77
	2021	19	162	0	65	90

2017 : Mesures du 1^{er} janvier au 2 aout / 2018 : Mesures du 2 février au 31 Décembre

Tableau 85 : Concentrations en PM10 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

PM10 µg/m ³		Moyenne annuelle	Maximum Journalier	Nb Dép. 50 µg/m ³ en moyenne journalière	Nb Dép. 45 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m ³ OMS : 15 µg/m ³	-	Valeur limite : 35 dép. max.	OMS : 3 dép. max
Marignane	2017	24	84	7	14
	2018	20	60	1	5
	2019	21	52	1	8
	2020	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	2021	20	92	9	14

n.r = non représentatif

2017 : Mesures du 1^{er} janvier au 2 aout / 2018 : Mesures du 2 février au 31 Décembre / 2021 : Mesures du 10 février au 31 décembre

Tableau 86 : Concentrations en PM2,5 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

PM2,5 µg/m ³		Moyenne annuelle	Maximum Journalier	Nb Dép. 25 µg/m ³ en moyenne journalière	Nb Dép. 15 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 25 µg/m ³ OMS : 5 µg/m ³	-	-	OMS : 3 dép. max
Marignane	2017	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2019	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2021	12	70	25	89

n.d = non disponible

Tableau 87 : Concentrations en O₃ relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

O ₃ µg/m ³		Maximum horaire	Nb Dép. 180 µg/m ³ en moyenne horaire	Nb Dép. 240 µg/m ³ en moyenne horaire
Station	Année	-	Seuil d'info/recommandation	Seuil d'alerte
Marignane	2017	n.d.	n.d.	n.d.
	2018	n.d.	n.d.	n.d.
	2019	n.d.	n.d.	n.d.
	2020	n.d.	n.d.	n.d.
	2021	n.d.	n.d.	n.d.

n.d = non disponible

Tableau 88 : Concentrations en SO₂ relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

SO ₂ µg/m ³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 125 µg/m ³ en moyenne journalière	Nb Dép. 40 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Objectif de qualité : 50 µg/m ³		Valeur limite : 3 dép. max	OMS : 3 dép. max
Marignane	2017	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	2018	< LD	8	0	0
	2019	< LD	10	0	0
	2020	< LD	6	0	0
	2021	< LD	7	0	0

LD = Limite de Détection = 5 µg/m³

n.d = non disponible

2018 : Mesures du 2 février au 31 Décembre

Tableau 89 : Concentrations en CO relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

CO µg/m ³		Maximum journalier de la moyenne sur 8h	Maximum journalier	Nb Dép. 4 000 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 10 000 µg/m ³ OMS : 10 000 µg/m ³		OMS : 3 Dép. max
Marignane	2017	n.d.	n.d.	n.d.
	2018	1000	1000	0
	2019	2000	1000	0
	2020	1000	1000	0
	2021	2000	1000	0

n.d = non disponible

2018 : Mesures du 2 février au 31 Décembre

ANNEXE N°6 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site des Aasqa.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ Programme APHEIS

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

❖ Programme CAFE

Par exemple, dans le programme CAFE (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.

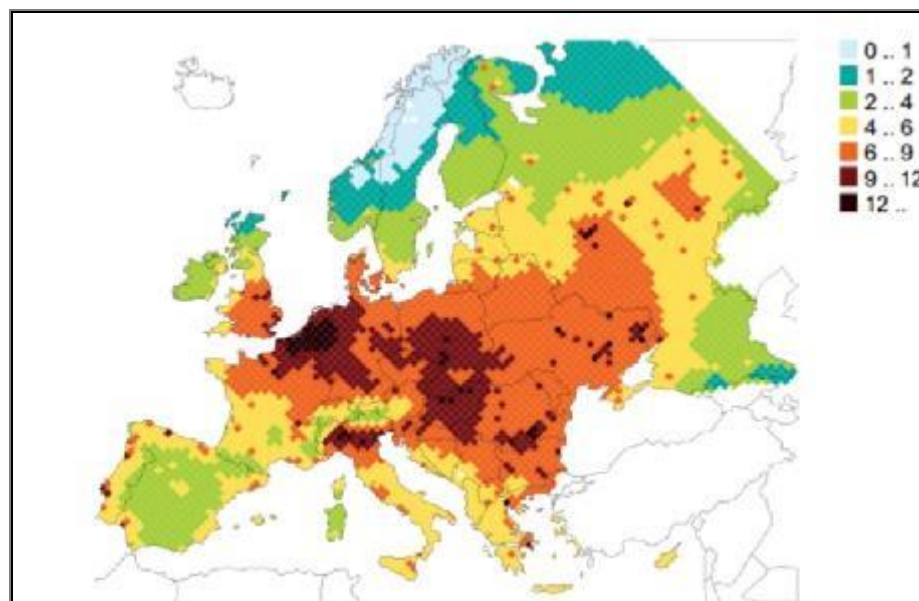


Figure 155 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]

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 l'ancienne 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 PM2,5 - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Nous avons pu observer des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM10, PM2,5) et de 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 PM2,5 sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

❖ **Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)**

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission

européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.

- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.
- 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°7 : 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.

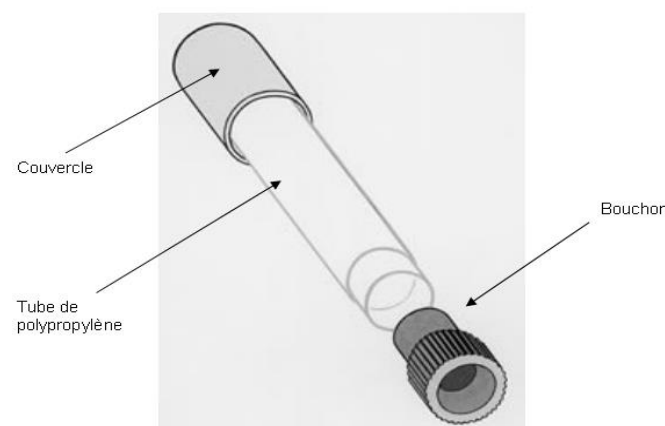


Figure 156 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

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 Saltzman.

L'erreur relative donnée par le laboratoire est en moyenne de 7 %. La limite de détection est de 0,4 µg/m³ lors d'une exposition de quatorze jours.

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-C₀} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12} \frac{(C_0 - C).S.t}{L} \quad \text{Équation 2}$$

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 : $D(\text{NO}_2) = 0,154 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :

Longueur $L = 7,116 (\pm 0,020) \text{ cm}$, Diamètre $2r = 1,091 (\pm 0,015) \text{ cm}$.

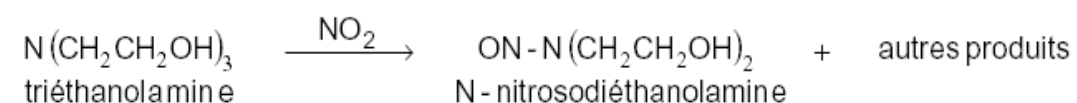
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{\text{éch}} = \frac{D_{12} \cdot S}{L} = \frac{Q}{C \cdot t}$$

$D_{\text{éch}}$ 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 NO₂ soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO₂ capté et NO₂⁻ présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO₂ mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :



Après extraction et analyse des ions NO₂⁻ formés, la concentration en NO₂ (en $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) 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 NO₂ 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 NO₂⁻ formé à partir du NO₂ réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphthalène 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 NO₂⁻ (donc celle de NO₂) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de NaNO₂, 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.

➤ Mesure des particules

❖ Principe des micro-capteurs laser

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 PM_{10} et des particules fines $\text{PM}_{2,5}$. La plage de mesure du capteur est de 0 à $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10%.

La figure ci-après représente le micro-capteur.

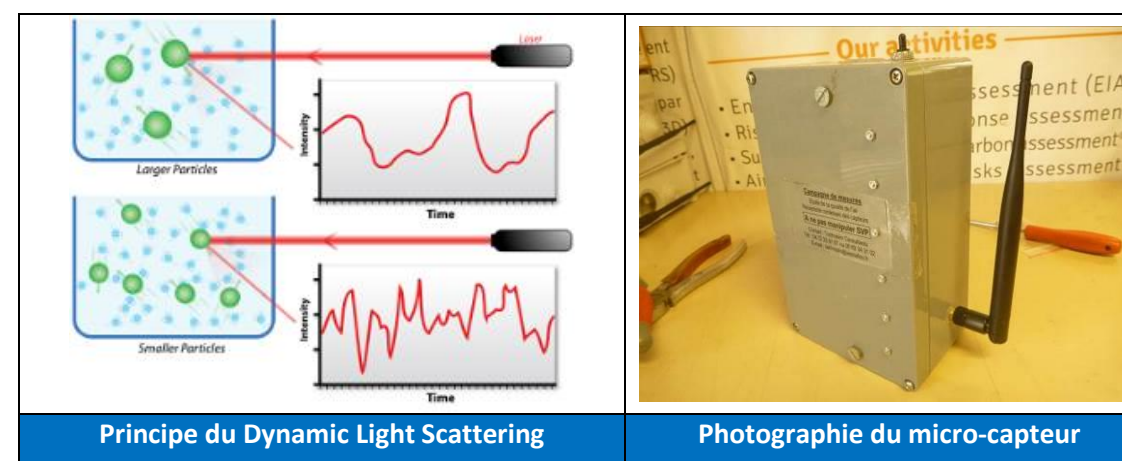


Figure 157 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

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 (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$).

ANNEXE N°8 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

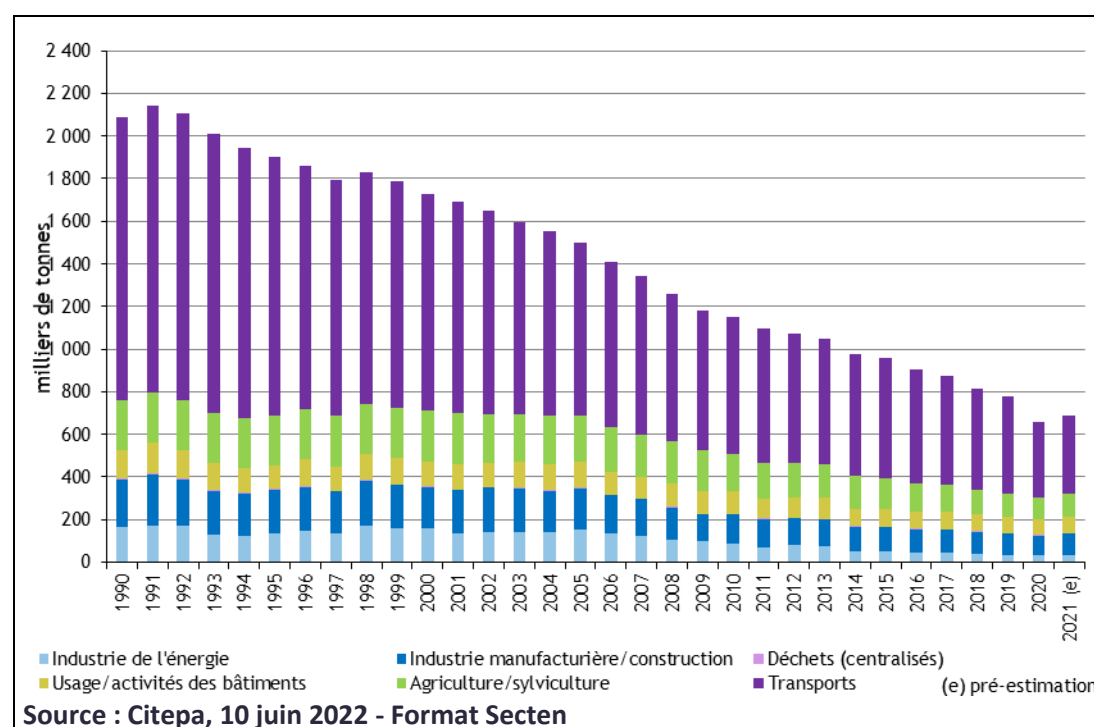
❖ Oxydes d'azote [NOx]

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.



Molécule de monoxyde d'azote Molécule de dioxyde d'azote

❖ Principales sources d'émission



Les transports sont le 1^{er} secteur émetteur de NOx (356 kt soit 54% des émissions de la France métropolitaine en 2020) et majoritairement par le transport routier (90 % des émissions de NOx des transports, en 2020).

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.

❖ 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.

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).

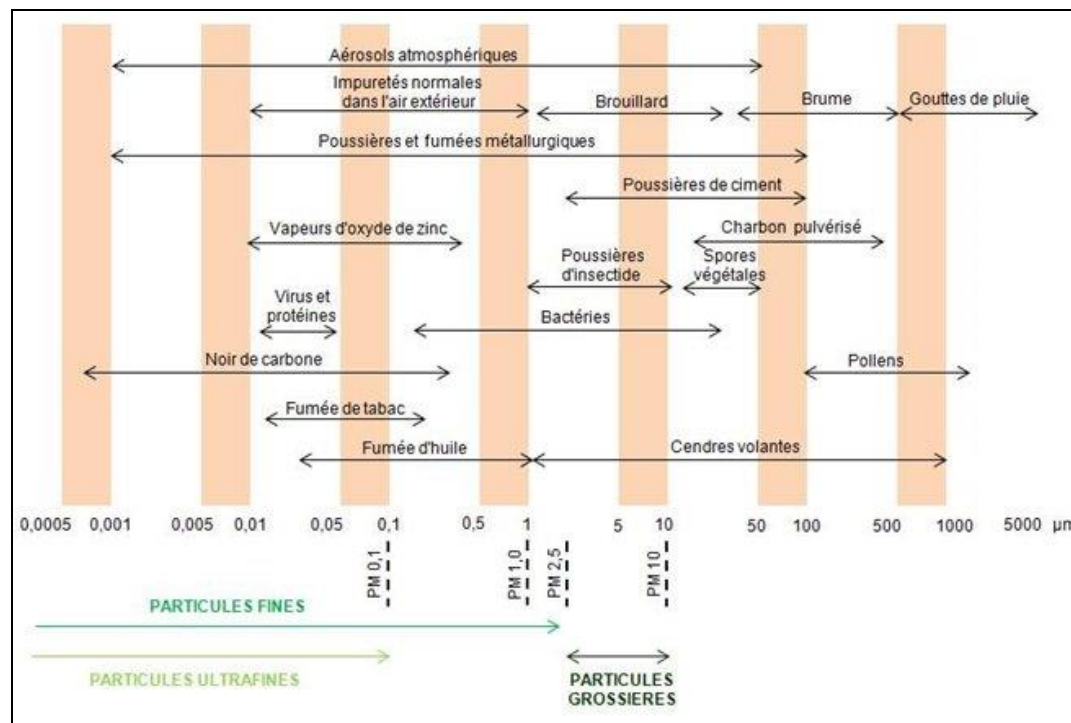
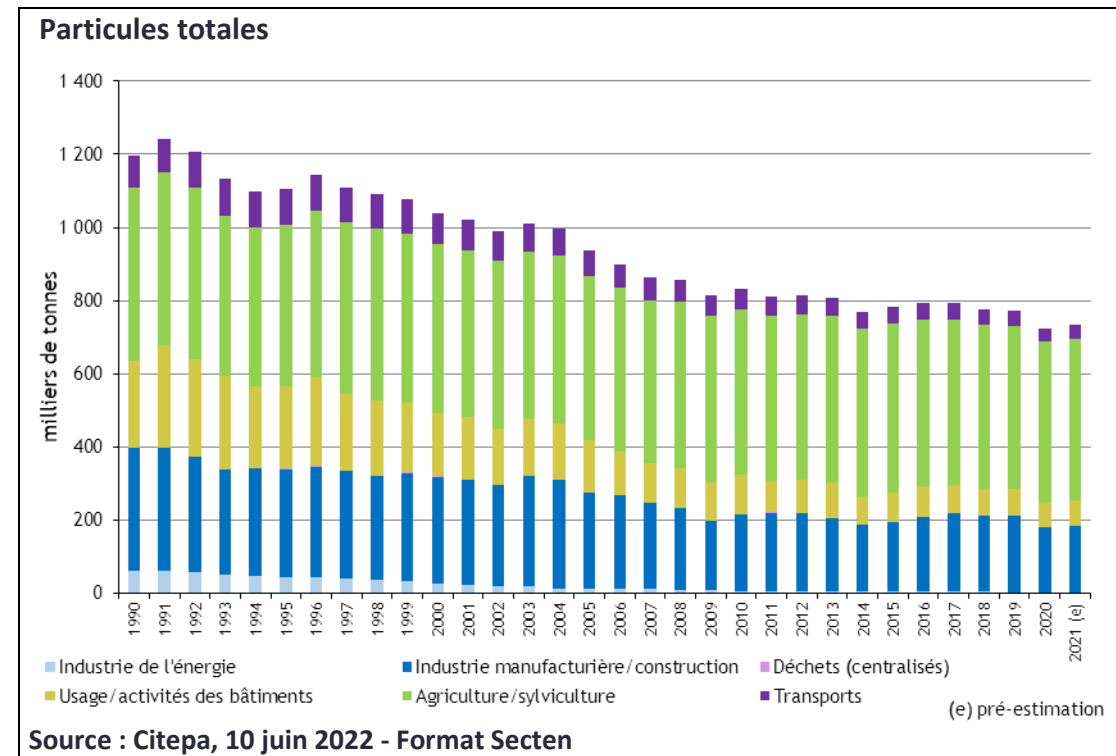


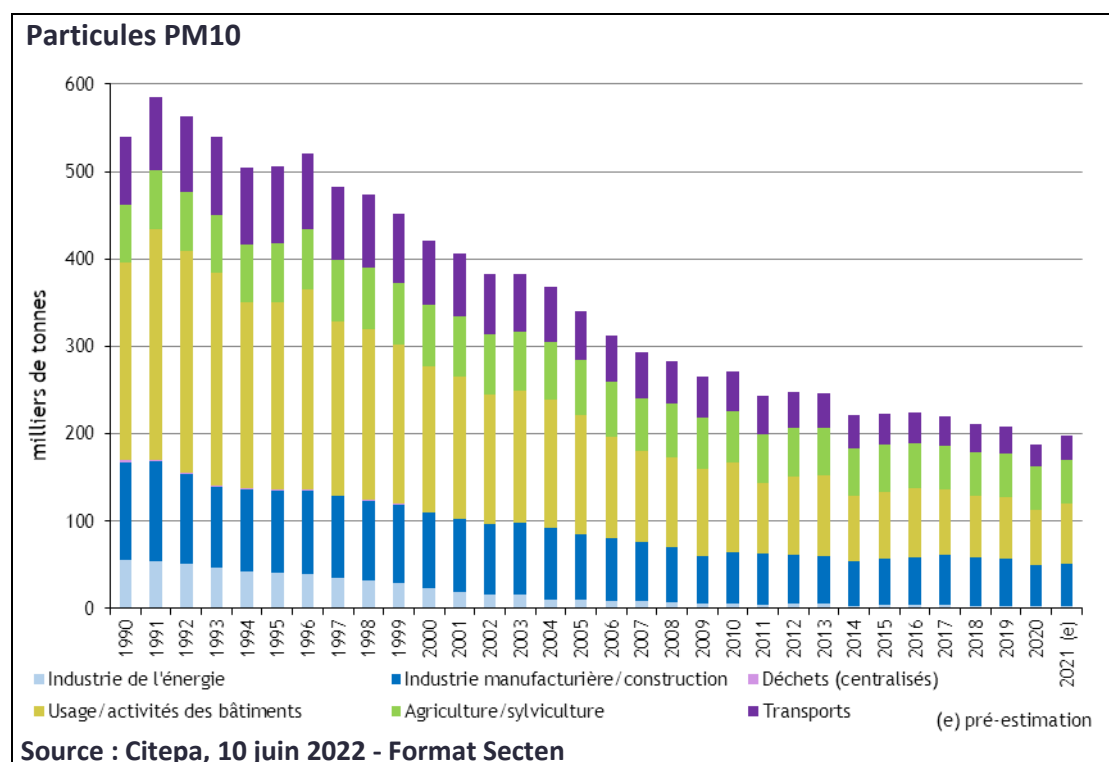
Figure 158 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA)

❖ **Principales sources d'émission**



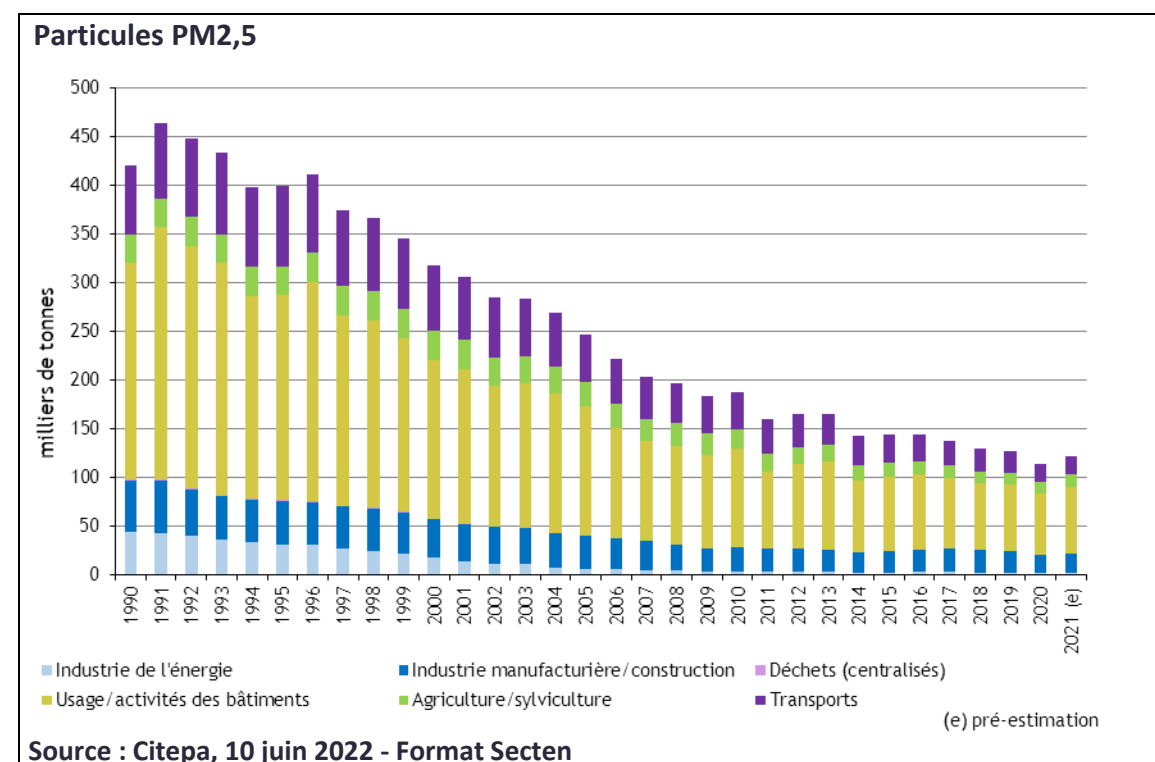
Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2020. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 61 % 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 (9 %) du fait de la consommation de bois ;
- les transports (5 %).



Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2020 sont :

- Le résidentiel / tertiaire (34 %), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul ;
- L'agriculture / sylviculture (27 %), en particulier les élevages et le labour des cultures ;
- L'industrie manufacturière/construction (25 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction ;
- Les transports (13 %) ;
- La transformation d'énergie 1 %.



Les émissions par ordre d'importance en 2020 sont induites par :

- Le résidentiel / tertiaire avec 56 % des émissions totales de la France métropolitaine ;
- L'industrie manufacturière/construction 17 % ;
- Les transports 15 % ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture 10 % ;
- La transformation d'énergie 2 %.

❖ 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°9 : 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/m ³ . En moyenne horaire : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 200 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 400 µg/m ³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m ³ 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/m ³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. En moyenne horaire : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	En moyenne annuelle : 50 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 300 µg/m ³ .	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m ³ .	En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m ³ .
Plomb (Pb)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 0,25 µg/m ³ .			
Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m ³ .				

Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m ³ . En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	En moyenne annuelle : 30 µg/m ³ .	En moyenne journalière : 50 µg/m ³ .	En moyenne journalière : 80 µg/m ³ .	
Benzène (C ₆ H ₆)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 5 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 2 µg/m ³ .			

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/m ³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m ³ .h	En moyenne horaire : 180 µg/m ³ .	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m ³ sur 1 heure Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m ³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m ³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m ³ .	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m ³ 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/m ³ .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
				Concentration initiale	Objectif de réduction	
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.	<= à 8,5 µg/m³	0%	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				>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.

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.

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 cancérigène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³

* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.

ANNEXE N°10 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2021 (Concentrations)
PM _{2.5} (µg/m ³)	Année	5
	24 heures ^a	15
PM ₁₀ (µg/m ³)	Année	15
	24 heures ^a	45
NO ₂ (µg/m ³)	Année	10
	24 heures ^a	25
O ₃ (µg/m ³)	Pic saisonnier ^b	60
	8 heures ^a	100
SO ₂ (µg/m ³)	24 heures ^a	40
CO (mg/m ³)	24 heures ^a	4

a 99ème percentile (3 à 4 jours de dépassement par an).

b Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O₃ a été la plus élevée.

ANNEXE N°11 : DONNEES TRAFICS CONSIDEREES

Brin	Fil de l'eau (2018)				Projet Mise en Service (2025)			
	TMJA				TMJA			
	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]
1	510	50	12697	50	530	50	13194	50
2	23	50	575	50	53	50	1307	50
3	563	50	14016	50	607	50	15110	50
4	532	50	13246	50	605	50	15069	50
5	544	50	13545	50	591	50	14702	50
6	19	50	467	50	65	50	1617	50
7	23	30	579	30	15	30	377	30
8	-	-	-	-	54	50	1340	50
9	5950	90	46321	110	5078	90	50535	110

VL = VP + VUL

Brin	Longueur (m)	Nom de la voie
1	604	D368 (Rue des granettes - Figuerolles)
2	601	D48C (D48F - D368)
3	194	D368 (Figuerolles - Fortunés)
4	155	D368 (Vignerolles - Fortunés)
5	1064	D368 (Vignerolles - D20)
6	218	Chemin de Figuerolles
7	144	Fortunés
8	75	Route des capeaux (futur projet)
9	2448	A55

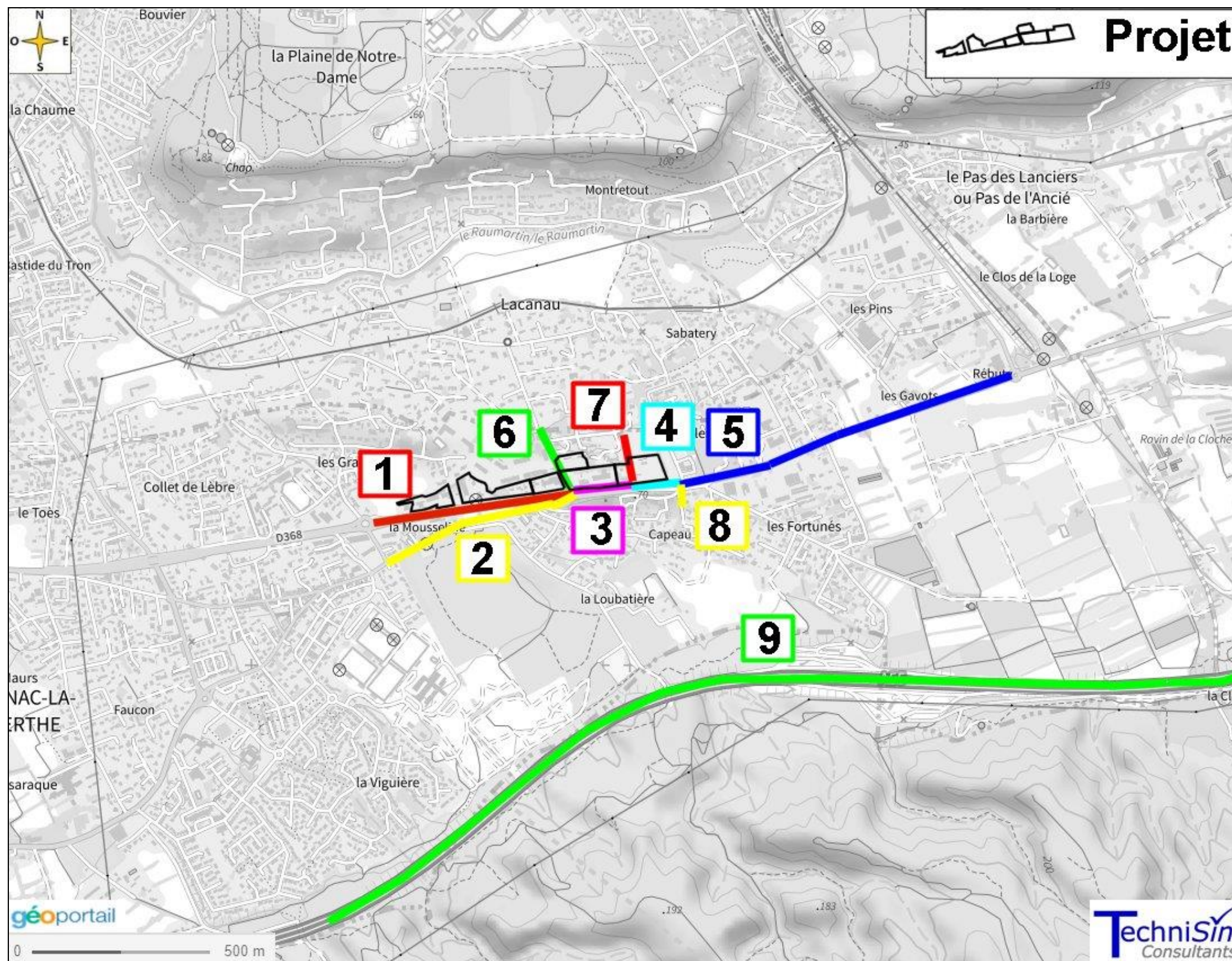


Figure 159 : Brins routiers

ANNEXE N°12 : EFFETS SANITAIRES DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

COMPOSES	N°CAS	Toxicité aiguë	Toxicité subchronique et chronique
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Les oxydes d'azote sont des irritants respiratoires puissants qui peuvent provoquer de graves lésions pulmonaires. Ils induisent une vaso- et une bronchodilatation	L'inhalation répétée peut provoquer des lésions de l'épithélium bronchique et alvéolaire. Une atteinte hépatique est décrite chez certaines espèces.
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Le dioxyde de soufre produit une irritation sévère de la muqueuse du tractus respiratoire avec lésions cellulaires et œdèmes laryngotrachéal et pulmonaire. Il provoque de graves lésions irréversibles pour la peau et les yeux.	L'inhalation répétée provoque une atteinte bronchique chronique ; en cas d'ingestion, une altération de l'état général des animaux est notée avec une atteinte organique diffuse.
Monoxyde de carbone	630-08-0	Le monoxyde de carbone est un asphyxiant chimique qui interfère avec la distribution de l'oxygène aux tissus et aux organes. Les organes ayant un besoin élevé en oxygène tels que ceux du système nerveux central et du système cardiovasculaire seront donc les premiers affectés.	L'apparition d'effets toxiques résultant d'une exposition prolongée à de faibles concentrations de monoxyde de carbone n'est pas encore clairement établie dans la documentation scientifique et demeure un sujet de controverse. Le système nerveux central et le système cardiovasculaire seraient, tout comme pour les effets aigus, les cibles.
Particules diesel	-		<p>Le dépôt des particules en suspension dans le système respiratoire dépend des propriétés physico-chimiques de l'aérosol (la taille, la forme, la surface, le caractère...). Après leur dépôt, les particules et particulièrement les particules inférieures à 0,1 µm semblent transloquer facilement vers des sites extrapulmonaires et atteignent alors différents organes cibles.</p> <p>Les effets des particules sont dus à la fois par leurs dépôts dans le système respiratoire, mais aussi par les polluants qu'elles transportent (imbrûlés, HAP, etc.). Elles peuvent en effet véhiculer sur leur surface des substances toxiques capables de passer la barrière air/sang au niveau des alvéoles pulmonaires.</p> <p>Les principaux effets toxicologiques des polluants, en particulier sur les mécanismes de stress oxydatif ainsi que sur l'appareil cardio-vasculaire, sont mis en évidence par plusieurs études biologiques. D'autres études ont aussi montré que la fonction respiratoire diminuait lors d'une exposition chronique à long-terme aux particules. En augmentant le stress oxydatif, elles aggravent l'inflammation des BPCO (Broncho-Pneumopathies Chroniques Obstructives) et conduisent à leur exacerbation. De même, l'inflammation alvéolaire serait à l'origine d'une inflammation systémique contribuant à augmenter la coagulabilité sanguine elle-même responsable de l'initialisation et la progression de l'athérosclérose à l'origine de maladies cardiaques ischémiques aiguës et d'accidents vasculaires cérébraux. De plus, des lésions anatomo-pathologiques des bronches et des bronchioles ainsi qu'un épaississement de la paroi artérielle ont été aussi associés à une exposition chronique aux particules. Les effets de la pollution aérienne sur la variabilité de la fréquence cardiaque ont été mis en évidence pour la pollution particulaire.</p>
Dioxines et furanes	-	Une exposition brève de l'homme à de fortes concentrations en dioxines peut entraîner des lésions dermiques, comme la chloracné (ou acné chlorique), la formation de taches sombres sur la peau et une altération de la fonction hépatique.	<p>Une fois que les dioxines ont pénétré dans l'organisme, elles s'y maintiennent longtemps à cause de leur stabilité chimique et de leur capacité à être absorbée par les tissus adipeux, dans lesquels elles sont stockées. On estime que leur demi-vie, le temps nécessaire pour perdre la moitié de son activité dans l'organisme, va de 7 à 11 ans.</p> <p>Le fœtus en développement est le plus sensible à l'exposition à la dioxine. Le nouveau-né, dont les systèmes organiques se développent rapidement, pourrait également être plus vulnérable à certains effets.</p>

COMPOSES	N°CAS	Toxicité aiguë	Toxicité subchronique et chronique
Acroléine	107-02-8	La toxicité aiguë de l'acroléine est très élevée. À la suite d'une exposition par inhalation, les symptômes observés comprennent une irritation des voies respiratoires et du système gastro-intestinal ainsi qu'une dépression du système nerveux central. Par voie orale, une hausse de la mortalité est rapportée ; des lésions sont observées au niveau du foie et de l'estomac. L'acroléine est fortement irritante pour toutes les muqueuses ; administrée pure, elle est caustique. Aucun potentiel sensibilisant n'est rapporté.	À la suite d'expositions répétées à l'acroléine, on observe une réduction du poids corporel, des modifications histopathologiques du nez, des voies respiratoires supérieures et des poumons (inflammation, hémorragie, métaplasie, hyperplasie, œdème). La sévérité des effets respiratoires s'accroît avec la concentration en acroléine. Par voie orale, l'estomac est le principal organe atteint. L'acroléine est difficile à tester en mutagenèse du fait de sa grande réactivité qui l'empêche d'atteindre sa cible et d'une forte cytotoxicité qui gêne l'expression de la mutation. In vitro, l'acroléine induit des résultats positifs au test d'Ames (sans activation métabolique) et est à l'origine d'échanges de chromatides sœurs, de cassures simple-brin et d'adduits à l'ADN, dans les cellules de mammifères. Aucun effet génotoxique n'est rapporté in vivo. Même si les quelques études disponibles ayant évalué le potentiel cancérigène de l'acroléine possèdent des limitations méthodologiques qui rendent difficile leur interprétation (nombre d'animaux trop faible, durée d'exposition trop courte, pureté et stabilité des solutions inconnues...), il semble que l'acroléine ne soit pas cancérigène. L'acroléine, par voie générale, n'agit ni sur la fertilité ni sur le développement des fœtus à des doses non toxiques pour les mères.
Ammoniac	7664-41-7	Chez l'homme, l'ammoniac est un gaz provoquant des irritations sévères voire des brûlures au niveau des muqueuses. Ces irritations sévères sont également observées au niveau oculaire, provoquant un larmolement, une hyperhémie conjonctivale, des ulcérations conjonctivales et cornéennes, une iritis.	La seule étude disponible chez l'homme rapporte uniquement une aggravation des symptômes respiratoires lors d'une exposition professionnelle. Chez l'animal, l'ammoniac induit des irritations nasales, une inflammation pulmonaire, des altérations histologiques hépatiques et une calcification des tubules rénaux.
Arsenic	7440-38-2	Les premiers symptômes d'une intoxication suite à l'ingestion de composés inorganiques d'arsenic ou à la déglutition des particules inhalées sont effets gastro-intestinaux. Des dommages au système nerveux tels qu'une encéphalopathie, des maux de tête, de la léthargie, de la confusion mentale, des hallucinations, une attaque et un coma peuvent également survenir suite à l'ingestion de 2 mg As/kg ou plus. Une neuropathie périphérique symétrique peut également se manifester suite à une exposition aiguë à de fortes concentrations. Lors de l'ingestion de forte dose (8 mg As/kg ou plus), des effets sur le système respiratoire tels que la détresse respiratoire et une bronchite hémorragique peuvent survenir ainsi qu'un collapsus et la mort. Des symptômes plus sévères sur le système digestif (hématémèse, hémopéritoine, hémorragie gastro-intestinale et de la nécrose) ont également été rapportés dans plusieurs cas. L'ingestion d'arsenic peut également conduire à des effets sur le système cardiovasculaire.	L'exposition répétée à de faibles doses de composés inorganiques d'arsenic est typiquement caractérisée par une neuropathie périphérique symétrique sensitive et motrice et des changements électrophysiologiques. Dans plusieurs cas, une faiblesse musculaire se développe. Des nausées, des vomissements, de la diarrhée et des douleurs abdominales ont été observés chez des travailleurs exposés à de faibles doses de façon chronique. Des symptômes plus sévères sur le système digestif (vomissements sanglants, hémorragie gastro-intestinale et de la nécrose) ont également été rapportés. Plusieurs études chez l'humain exposé par la voie orale à des composés inorganiques d'arsenic rapportent des effets hépatiques. Suite à l'ingestion répétée d'arsenic, des changements caractéristiques de la peau incluant une hyperkératose généralisée et la formation de verrues ou de cors hyperkératotiques avec des zones d'hyperpigmentation entremêlées de petites zones d'hypopigmentation ont été observés au niveau du visage, du cou et du dos. Des études rapportent une relation entre l'exposition répétée à de l'arsenic via l'eau de consommation et une augmentation de l'incidence de maladies cardiovasculaires et des troubles de circulation cardiaque.
Benzène	71-43-2	La toxicité aiguë du benzène est faible par voie orale, inhalatoire ou cutanée mais il provoque des irritations persistantes sur la peau et l'œil.	Comme pour la plupart des solvants organiques, le benzène provoque des troubles digestifs et neurologiques, avec en cas d'ingestion, une pneumopathie d'inhalation. Le benzène est irritant pour la peau et induit des lésions oculaires superficielles. Les expositions répétées peuvent provoquer des troubles neurologiques (syndrome psycho-organique) et digestifs. La toxicité est avant tout hématologique : thrombopénie, leucopénie, aplasie médullaire mais surtout des hémopathies malignes et des lymphopathies. L'union européenne a classé le benzène cancérigène pour l'homme. Des effets génotoxiques sont observés en cas d'exposition professionnelle. Des effets sur la fonction de reproduction sont rapportés ; les effets sur la grossesse mal caractérisés en dehors d'une fréquence accrue d'avortements.
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Les effets aigus ont été peu étudiés et sont discrets. Il est légèrement irritant pour la peau.	Il existe peu de données concernant des expositions au B[a]P seul. En effet, il n'est pas utilisé à l'état pur dans l'industrie. On le retrouve essentiellement dans des mélanges complexes à côté d'autres HAP. On ne dispose pas de donnée sur d'éventuels effets sur la fonction de reproduction. Le B[a]P est un cancérigène local et systémique pour de nombreuses espèces animales par voie inhalatoire, orale, cutanée et intratrachéale, par injection et par exposition transplacentaire. Il a été classé cancérigène catégorie 2 au niveau de l'Union européenne ; le CIRC l'a réévalué et introduit récemment dans le groupe 1 des agents cancérigènes pour l'homme

COMPOSES	N°CAS	Toxicité aiguë	Toxicité subchronique et chronique
1,3 - Butadiène	106-99-0	L'exposition aiguë par inhalation massive de gaz peut provoquer des irritations respiratoires, oculaires, et des signes neurologiques non spécifiques, pouvant aller jusqu'au coma. Le contact cutané avec le gaz peut entraîner des brûlures par le froid.	Il n'existe pas de données chez l'Homme sur l'exposition répétée isolée au 1,3-butadiène. Les données sur d'éventuels effets génotoxiques sont contradictoires. Une association entre le niveau d'exposition et le risque de mortalité par leucémie est décrite dans l'industrie du styrène-butadiène. Dans l'industrie du 1,3-butadiène monomère, une augmentation significative de la mortalité due aux cancers lymphatiques et hématopoïétiques a été rapportée. Aucune donnée sur la reprotoxicité n'est disponible chez l'homme. Ce sont principalement les effets cancérogènes chez l'homme qui ont été étudiés lors d'expositions professionnelles. Les autres aspects de la toxicologie humaine ont en revanche fait l'objet de peu de publications.
Cadmium	7440-43-9	La toxicité aiguë du cadmium se traduit selon la voie d'exposition par une atteinte digestive importante (avec possibles complications hépatiques et rénales), ou par des troubles respiratoires (toux, œdème pulmonaire). L'exposition chronique est responsable d'une atteinte rénale (tubulopathie chronique avec protéinurie), et de manifestations respiratoire (emphysème), osseuse (ostéomalacie) et dentaire ainsi que cardio-vasculaire (hypertension). Un excès de cancers pulmonaire et prostatique est noté dans plusieurs études de suivi professionnel. Les études ne permettent pas de conclure sur un effet du cadmium pour la reproduction chez l'homme.	Le cadmium est un toxique cumulatif : l'élimination très lente du produit explique l'évolution progressive des manifestations pathologiques, même après l'arrêt de l'exposition. Les principaux organes atteints sont les reins, les poumons et le tissu osseux. Certaines manifestations constituent davantage des signes d'exposition (d'ailleurs inconstamment retrouvés) que d'intoxication proprement dite. Les enquêtes épidémiologiques ont mis en évidence une augmentation significative de la mortalité par maladies respiratoires chez des travailleurs exposés, de façon répétée ou prolongée, à de très fortes concentrations de fumées (plusieurs mg Cd/m ³). Les poussières respirables sont beaucoup moins nocives à cet égard. La survenue de cas de rhinite, d'hyposmie et de bronchite chronique est également rapportée. Les études cytogénétiques réalisées chez des travailleurs exposés au cadmium ont une signification limitée par le petit nombre de sujets étudiés, l'absence de groupe témoin correctement apparié et l'exposition simultanée à d'autres métaux lourds (zinc et plomb notamment). Elles ne permettent pas d'évaluer correctement le pouvoir génotoxique du métal chez l'homme. Plusieurs études épidémiologiques ont évalué le lien entre l'exposition professionnelle par inhalation au cadmium et le développement de cancers pulmonaires et prostatiques, et de manière plus limitée rénaux et hépatiques.
Chrome	7440-47-3	L'ingestion de sels de chrome entraîne une inflammation massive du tube digestif suivie d'une nécrose s'étendant de la bouche au jéjunum (douleurs abdominales, vomissements, diarrhées, hématuries). L'ingestion de fortes doses de chrome VI induit des vertiges, une sensation de soif, des douleurs abdominales, des diarrhées hémorragiques et dans les cas les plus sévères un coma et la mort. Un syndrome hépatorénal, une coagulopathie sévère ou une hémolyse intravasculaire peuvent également survenir	Le chrome III est un composé naturel de l'organisme, mais il possède également une action toxique. Il n'y a pas d'étude rapportant les effets du chrome (III) seul chez l'homme. Cependant il a été montré que lors d'exposition au chrome sous la forme hexavalente ce dernier est tout ou partiellement réduit en chrome trivalent. Le contact répété avec la peau et les muqueuses et l'inhalation chronique d'atmosphères chargées d'aérosols de trioxyde de chrome entraînent des pathologies connues depuis longtemps. Au niveau cutané, on observe des ulcérations caractéristiques (pigeonneaux), peu étendues mais profondes, qui siègent surtout sur la face dorsale des mains ou sur la face latérale des doigts ; leur guérison est lente et laisse souvent des cicatrices rétractiles. Elles peuvent survenir à n'importe quel endroit du corps où il y a un contact cutané avec le chrome. On note également des dermatites eczématiformes. Au niveau des voies respiratoires, des atrophies, des ulcérations de la muqueuse nasale sont fréquentes, surtout en cas d'hygiène personnelle insuffisante avec apport du chrome au niveau du nez par les doigts. Elles aboutissent souvent à des perforations de la cloison. C'est pourquoi dans l'industrie de l'électrometallurgie, des cas ont été observés pour des niveaux atmosphériques très faibles (inférieur à 0,004 mg/m ³ de trioxyde de chrome). On peut observer également des rhinites chroniques avec saignement de nez, des laryngites et des pharyngites et aussi des ulcérations bronchiques et des bronchites rebelles. De rares cas d'asthme ont été décrits lors d'exposition à du chrome VI, dont plusieurs dans le cadre d'usine d'électrolyse. Il est possible enfin de rencontrer des effets digestifs (œsophagites, gastro-entérites, ulcères gastroduodénaux) et des néphrites tubulaires. Les atteintes rénales semblent survenir aux mêmes niveaux d'exposition que les atteintes pulmonaires.

COMPOSES	N°CAS	Toxicité aiguë	Toxicité subchronique et chronique
Éthylbenzène	100-41-4	La voie d'exposition principale est la voie inhalatoire, les voies cutanée et orale sont secondaires. L'exposition de volontaires à des vapeurs d'éthylbenzène a causé une irritation transitoire des yeux qui est apparue pour une concentration de 200 ppm. Lorsque la concentration augmente, on observe un larmoiement et une irritation de la muqueuse nasale et du tractus respiratoire supérieur. Cet effet devient intolérable à partir de 5000 ppm. Il peut s'y associer des signes de dépression du système nerveux central (fatigue, ébriété, marche titubante et incoordination motrice). En cas d'ingestion, de fréquentes fausses routes peuvent survenir, provoquant une atteinte bronchique parfois sévère. L'application cutanée peut être à l'origine d'une rougeur et d'une phlyctène.	L'inhalation répétée de concentrations supérieures à 100 ppm entraîne une asthénie, des céphalées et une irritation des yeux et des voies respiratoires. Des anomalies neurologiques fonctionnelles (syndrome psycho-organique) ont été mises en évidence chez des salariés exposés à des mélanges de solvants aromatiques dont l'éthylbenzène. Les contacts cutanés sont à l'origine d'une dermatose liée à une action sur la couche lipidique ; elle se traduit par une peau sèche et craquelée. Dans certaines études, des perturbations hématologiques (leucopénie, lymphopénie) ainsi que des désordres hépatiques sont mentionnés. L'éthylbenzène n'est pas un sensibilisant cutané. Deux études déjà anciennes n'ont pas mis en évidence d'augmentation de cancers chez des sujets exposés à de l'éthylbenzène mais également à du benzène dans un cas, et à du benzène, toluène et styrène dans l'autre. Ces études sont jugées insuffisantes pour évaluer le risque cancérigène de l'éthylbenzène chez l'homme.
Formaldéhyde	50-00-0	Chez l'homme, le formaldéhyde est très irritant par inhalation, pour les yeux, le nez et la gorge à de très faibles concentrations de l'ordre de 0,2 à 1,6 ppm (0,25 à 2 mg.m-3). Par voie orale, il peut être à l'origine de troubles respiratoires importants et de lésions viscérales sévères (estomac, intestin, reins). Le formaldéhyde est faiblement irritant pour la peau à des concentrations inférieures à 1% et corrosif à concentrations élevées.	Les principaux effets observés, chez l'homme, sont des effets locaux au niveau des voies aériennes supérieures avec une irritation des yeux, du nez et de la gorge, et des lésions de l'épithélium nasal. Le formaldéhyde possède également des propriétés de sensibilisation cutanée. Les études menées chez l'animal confirment la sensibilité des voies aériennes supérieures à une exposition chronique de formaldéhyde. L'exposition au formaldéhyde par voie orale n'est pas documentée chez l'homme, cependant les études menées chez l'animal ont montré un excès de mortalité chez le rat, avec des lésions au niveau du tractus digestif.
Mercure	7439-97-6	Chez l'homme, l'exposition unique à de fortes concentrations en mercure élémentaire peut provoquer des céphalées, des convulsions, un électroencéphalogramme anormal, et des troubles respiratoires, pouvant conduire à la mort par asphyxie. L'intoxication aiguë par les sels de mercures inorganiques se traduit surtout par un choc hémodynamique, ainsi que par des insuffisances cardiovasculaires et rénales, des dommages gastro-intestinaux pouvant aller jusqu'à la mort ainsi que des effets respiratoires (œdème pulmonaire). Le mercure sous forme de sels organiques peut également provoquer la mort. Les mêmes organes cibles sont observés chez l'animal.	Chez l'homme, les deux principaux organes cibles du mercure élémentaire et du mercure inorganique sont le système nerveux central et le rein. Ainsi, les principaux symptômes d'intoxication par le mercure sont d'ordre neurologique comme des troubles de la psychomotricité, des troubles cognitifs et des modifications de la personnalité (comme de l'irritabilité, de l'anxiété). Le mercure atteint également les reins (lésions glomérulaires et tubulaires) et induit une protéinurie. Enfin, il est également observé des troubles cardiovasculaires (tachycardie, hypertension artérielle), respiratoires, hépatiques et immunologiques. Le mercure organique atteint essentiellement le cerveau.
Naphtalène	91-20-3	Chez l'homme, le naphtalène induit des anémies hémolytiques, peut affecter le foie et un cas de cataracte bilatérale est également rapporté. Les populations déficientes en G6PD sont particulièrement concernées, notamment les jeunes enfants. Le naphtalène peut induire des irritations cutanées et oculaires.	Chez l'homme, dans les rares cas décrits d'exposition au naphtalène, les effets observés sont des anémies hémolytiques et des cataractes. Chez l'animal, les effets observés confirment ceux décrits chez l'homme : anémie hémolytique et cataracte. Pour des expositions par inhalation, le naphtalène induit des lésions pulmonaires de type inflammation chronique.
Nickel	7440-02-0	L'intoxication aiguë accidentelle par voie orale provoque essentiellement des troubles digestifs (nausées, vomissements, diarrhée, douleurs abdominales), des céphalées et une asthénie associée parfois à une bradycardie et à une légère hypothermie. Ces signes cèdent souvent assez rapidement mais, dans certains cas, peuvent persister quelques jours. Après l'inhalation d'une concentration estimée à plusieurs centaines de mg/m3 pendant une heure et demie, un salarié a présenté une détresse respiratoire sévère qui s'est avérée mortelle au bout de 13 jours. Plusieurs intoxications anciennes, liées à l'inhalation de poussières de nickel, sont rapportées, dont certaines mortelles. L'absorption cutanée est faible et aucun effet général n'est noté par cette voie. Les contacts oculaires n'induisent pas de lésions notables en dehors d'un effet mécanique habituel aux poussières. Le nickel et ses oxydes ne sont pas irritants pour la peau saine.	Le nickel est connu depuis longtemps comme l'allergène le plus courant pour la peau. L'inhalation de sels de nickel a provoqué des cas d'asthme, associés ou non à des rhinites et des urticaires. Ces pathologies surviennent parfois chez des sujets présentant un eczéma. Les expositions au nickel ou ses oxydes sont rarement en cause. Les effets chroniques respiratoires du nickel ont été largement étudiés, certaines études indiquent un excès de bronchites chroniques ou de perturbations des fonctions respiratoires. Toutefois, les salariés étaient toujours exposés à plusieurs polluants (comme dans le soudage) et il n'est pas possible d'incriminer seulement le nickel métal ou ses oxydes dans l'origine de ces pathologies.

COMPOSES	N°CAS	Toxicité aiguë	Toxicité subchronique et chronique
Plomb	7439-92-1	Chez l'homme, l'intoxication aiguë au plomb se traduit par des troubles digestifs, des atteintes rénales (atteinte tubulaire) et hépatiques, des effets sur le système nerveux central ainsi qu'une perturbation de la synthèse de l'hème. Chez les animaux, les mêmes effets sont observés.	Chez l'homme, les principaux effets systémiques sont observés au niveau du système nerveux central et périphérique (encéphalopathie, neuropathies périphériques, troubles mentaux organiques). Une anémie microcytaire hypochrome est aussi observée, de même que des atteintes rénales (néphropathie tubulaire proximale, fibrose interstitielle et atrophie tubulaire, insuffisance rénale avec sclérose glomérulaire), une augmentation de la pression artérielle, des effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants. Les études réalisées chez les animaux donnent des résultats concordants avec les observations chez l'homme.
Toluène	108-88-3	L'exposition aiguë est responsable d'une dépression du système nerveux central, de troubles digestifs et d'une pneumopathie (en cas d'ingestion). Une irritation de la peau et des yeux réversible peut être notée.	L'exposition répétée peut être à l'origine de signes neurologiques centraux (psychosyndrome organique, altération de l'audition et de la vision des couleurs). Des atteintes hépatiques et rénales ont également été rapportées. Une dermatose chronique peut être observée en cas de contact répété. Les tests de génotoxicité sont généralement négatifs et il n'y a pas de donnée suffisante sur un effet cancérigène du toluène chez l'Homme. Une augmentation du nombre de fausses-couches et une fœtotoxicité ont été décrites.
Xylènes	1330-20-7	Les effets observés sont une hyperexcitabilité neurologique puis une dépression du système nerveux central et chez le rat, une cytolysse hépatique. Le xylène provoque une irritation cutanée chez le lapin, et oculaire chez le lapin et le chat, et respiratoire chez la souris.	La toxicité aiguë comprend notamment des troubles digestifs, une dépression du SNC, une pneumopathie d'inhalation (ingestion) ; des effets neurologiques (inhalation). Les xylènes peuvent provoquer une irritation (respiratoire, oculaire, cutanée). La toxicité chronique se caractérise surtout par un syndrome psycho-organique. Les tests de génotoxicité réalisés sont négatifs. Les données disponibles ne permettent pas de statuer formellement sur la cancérigénicité ou sur la reprotoxicité propre des xylènes

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 régionaux est compris dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT ←