

PROJET D'AMENAGEMENT « FRICHE QUEBECOR H2D RUE CHANZY » LILLE [Nord/59]



VOLET AIR & SANTE ÉTAT ACTUEL ET ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 221 301 012

V1

12 avril 2022

TechniSim
Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modification	Rédacteurs	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_Duval_Quebecor_Lille_Air_Santé_N1.doc	1	12/04/2022	État actuel et analyse des impacts	Première version	TS IE	RG	RG



Projet d'aménagement « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy »
Lille [Nord/59]

Volet Air & Santé
État actuel et Analyse des impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Préambule	11	10. Analyse des données sanitaires	51
1. Contexte général	12	10.1. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé	51
2. Contexte législatif.....	13	10.1.1. Morbidité et coûts associés.....	52
3. Présentation du projet.....	14	10.1.2. Mortalité.....	52
4. Présentation du volet Air et santé.....	15	10.1.3. Évaluation Quantitative d'Impact Sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Lille	56
4.1. Définition des paramètres d'étude	15	10.2. Données sanitaires	57
4.2. Définition du niveau de l'étude	16	10.2.1. Espérance de vie – mortalité – mortalité prématurée	57
4.3. Contenu de l'étude	17	10.2.2. Cancers	60
État Actuel	18	10.2.3. Maladies de l'appareil respiratoire.....	60
5. Contenu de l'état actuel.....	19	10.2.4. Maladies de l'appareil circulatoire	60
6. Contentieux européen	20	10.2.5. Maladies chroniques.....	61
7. Documents de Planification – Compatibilité du projet	22	10.2.6. Hospitalisations	62
8. Identification des principales sources d'émissions atmosphériques.....	32	10.2.7. Indicateurs sanitaires pour la Métropole Européenne de Lille	62
8.1. Inventaire des émissions	32	10.3. Synthèse	63
8.1.1. Bilan des émissions sur la région Hauts-de-France en 2018.....	32	11. Analyse de la zone d'étude.....	64
8.1.2. Bilan des émissions de la Métropole Européenne de Lille	33	11.1. Recensement des projets « existants ou en préparation »	64
8.2. Secteur des transports	34	11.2. Données météorologiques et topographiques	64
8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire	36	11.3. Occupation des sols	66
8.4. Secteur agricole	38	11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion	67
8.5. Registre des émissions polluantes (secteur industriel).....	38	11.5. Analyse de la population de la zone d'étude – Données INSEE	67
8.6. Synthèse.....	39	11.6. Identification des établissements vulnérables	68
9. Qualité de l'air.....	40	11.7. Synthèse	70
9.1. Bilan de la qualité de l'air en Hauts-de-France en 2020.....	40	12. Mesures <i>in situ</i>	71
9.2. Zones couvertes par le PPA Nord-Pas-de-Calais.....	42	12.1. Déroulement de la campagne de mesure	71
9.3. Zones sensibles pour la qualité de l'air.....	42	12.2. Conditions météorologiques pendant la campagne de mesure	72
9.4. Procédures d'information-recommandation et d'alerte	42	12.3. Résultats des mesures <i>in situ</i>	73
9.4.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral.....	42	12.3.1. Particules PM10 et PM2,5	73
9.4.2. Historique des dépassements	43	12.3.2. Dioxyde d'azote	75
9.5. Données Atmo Hauts-de-France	44	12.4. Synthèse	76
9.5.1. Mesures réalisées par Atmo Hauts-de-France.....	44	Conclusion de l'État Actuel.....	78
9.5.2. Indice ATMO.....	45	13. Perspective d'évolution de l'état actuel	79
9.5.3. Modélisations réalisées par Atmo Hauts-de-France.....	46	14. Conclusion de l'état actuel	79
9.6. Exposition de la population à la pollution atmosphérique	48	Analyse des impacts	85
9.7. Synthèse.....	50	15. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier.....	86
		15.1. Quantification des émissions liées aux activités du chantier	86
		15.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier	88
		15.3. Synthèse	90

16. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation	91	21.2. Effets sur la végétation	166
16.1. Émissions provenant des bâtiments créés	91	21.3. Effets sur la faune	167
16.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire	91	21.4. Effets sur les bâtiments	168
16.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments	98	22. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts	170
16.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air	98	22.1. Mesures d'évitement.....	171
16.2. Impact du trafic lié à l'exploitation du projet	99	22.2. Mesures de réduction.....	171
16.2.1. Indice VK.....	101	22.3. Aménagements du territoire.....	172
16.2.2. Évaluation des consommations énergétiques	101	22.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains	172
16.2.3. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude.....	102	23. Conduite de l'étude et difficultés rencontrées.....	173
16.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique.....	106	Conclusion	174
16.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air	122	Annexes	176
17. Impacts du projet sur la santé	123	Annexe n°1 : Glossaire	177
17.1. Exposition des populations – Indice pollution population.....	123	Annexe n°2 : Fiches descriptives.....	179
17.2. Evaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS]	124	Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure in situ	182
17.2.1. Hypothèses de travail retenues	125	Annexe n°4 : Présentation des documents de planification	186
17.2.2. Contenu et démarche de l'EQRS	125	Annexe n°5 : Données ATMO Hauts-de-France.....	225
17.2.3. Quotients de danger	137	Annexe n°6 : Historique des données sanitaires	226
17.2.4. Excès de risques individuels	141	Annexe n°7 : Présentation des Principales substances émises par le transport routier ...	229
17.2.5. Cas particulier des substances sans aucune VTR et des effets aigus.....	143	Annexe n°8 : Métrologie des polluants mesurés.....	232
17.2.6. Incertitudes relatives à l'EQRS	146	Annexe n°9 : Réglementation des polluants atmosphériques	235
17.3. Synthèse de l'EQRS – Impact du projet sur la santé	147	Annexe n°10 : Lignes directrices de l'OMS.....	237
18. Impacts du projet sur les émissions des gaz à effet de serre	148	Annexe n°11 : Effets sanitaires des polluants atmosphériques.....	238
18.1. Généralités	148	Contact.....	243
18.2. Émissions de GES sur le réseau d'étude.....	151		
19. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique.....	152		
19.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques	152		
19.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre.....	153		
20. Effets de la pollution atmosphérique et des GES sur la santé et le climat.....	154		
20.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique sur la santé.....	154		
20.2. Changements climatiques.....	156		
20.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé	157		
20.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques	162		
20.5. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles ...	163		
20.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques	164		
21. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les batiments.....	166		
21.1. Effets sur les sols.....	166		

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet.....	14	Figure 28 : Comparaison de la proportion des habitants des hauts-de-France exposée aux dépassements des seuils OMS selon la référence de 2005 et de 2021 pour les PM2,5	49
Figure 2 : Plan d'aménagement du projet.....	14	Figure 29 : Comparaison de la proportion des habitants des Hauts-de-France exposée aux dépassements des seuils OMS selon la référence de 2005 et de 2021 pour le NO ₂	49
Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé.....	16	Figure 30 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France).....	53
Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020)..	21	Figure 31 : Poids total de l'exposition à long terme au NO ₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)	53
Figure 5 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : CEREMA).....	22	Figure 32 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France).....	54
Figure 6: Bilan des émissions annuelles pour la région Hauts-de-France (source : Données Atmo Hauts-de-France, Inventaire des émissions A2018_M2020_V2)	32	Figure 33 : Proportion des causes de décès à Lille et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc)	58
Figure 7: Bilan des émissions annuelles pour la Métropole Européenne de Lille (source : Données Atmo Hauts-de-France, Inventaire des émissions A2018_M2020_V2)	33	Figure 34 : Proportion des causes de décès prématurés (avant 65 ans) à Lille et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc).....	59
Figure 8 : Réseaux de transport aux alentours du projet.....	34	Figure 35 : Emplacement des OAP de Lille par rapport au projet actuel (source : PLUi de la Métropole Européenne de Lille).....	64
Figure 9: Carte des trafics 2018 [Source : Préfet de la région Hauts-de-France].....	34	Figure 36 : Rose des vents (source : fr.windfinder.com/).....	65
Figure 10 : Lignes de trains électrifiées [source : SNCF, Atlas du réseau ferré en France, Situation au 1 ^{er} avril 2020]	35	Figure 37 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)	65
Figure 11 : Nombre de trains circulant au diesel sur les lignes en 2017 [Source : Rapport final : verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France, Benoit Simian, député, Novembre 2018]	35	Figure 38 : Topographie de la zone d'étude (source : fr-fr.topographic-map.com).....	65
Figure 12 : 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]	36	Figure 39 : Occupation des sols de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018).....	66
Figure 13 : Environnement du projet par typologie de bâtiments.....	37	Figure 40 : Occupation du sol détaillée en 2018 (source : Urban Atlas)	66
Figure 14 : Mix énergétique du résidentiel & tertiaire en région Hauts-de-France en 2017 (Source : Observatoire Climat Hauts-de-France)	37	Figure 41 : Jardins familiaux/partagés/communautaires recensés dans la zone d'étude	67
Figure 15 : Parcelles agricoles en 2020 autour du projet.....	38	Figure 42 : Population en 2015 dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200 m de côté (données carroyées INSEE publiées en 2019).....	67
Figure 16 : Installations classées pour la Protection de l'Environnement sur la zone d'étude (Source : Géorisques)	38	Figure 43 : Localisation des lieux vulnérables et assimilés à proximité du projet.....	69
Figure 17 : Périmètre du PPA Nord-Pas-de-Calais (source : Atmo Hauts-de-France)	42	Figure 44 : Tube passif et micro-capteur laser.....	71
Figure 18 : Emplacement des zones sensibles selon le SRCAE de l'ex-région Nord-Pas-de-Calais.....	42	Figure 45 : Emplacements des points de mesure <i>in situ</i>	71
Figure 19 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département du Nord du 1 ^{er} janvier 2017 au 2 mars 2022 inclus.....	43	Figure 46 : Résultats des mesures en continu pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°2 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes).....	73
Figure 20 : Localisation des stations de mesure Atmo Hauts-de-France par rapport au projet.....	44	Figure 47 : Résultats des mesures en continu pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°6 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes).....	73
Figure 21 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2020 (source : Atmo HDF).....	46	Figure 48 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote.....	75
Figure 22 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2020 (source : Atmo HDF).....	46	Figure 49 : Résultats des mesures <i>in situ</i>	77
Figure 23 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ , 2020 (source : Atmo HDF).....	46	Figure 50 : Synthèse des enjeux de la zone d'étude.....	84
Figure 24 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en O ₃ , 2020 (source : Atmo HDF)	47	Figure 51: Contribution des émissions des engins mobiles non-routiers dans les émissions nationales pour l'année 2019	88
Figure 25 : Carte stratégique Air de la Métropole Européenne de Lille (sur 3 ans : 2014-2016) – édition 2018 (source : Atmo HdF)	47	Figure 52 : Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP - France métropolitaine	91
Figure 26 : Zoom sur la zone d'étude - Carte stratégique Air de la Métropole Européenne de Lille (sur 3 ans : 2014-2016) – édition mars 2018 (source : Atmo HdF)	48	Figure 53: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 - France métropolitaine	92
Figure 27 : Comparaison des seuils de référence OMS 2005 et 2021 pour la qualité de l'air (Source : Atmo HdF)	49	Figure 54: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 - France métropolitaine	92
		Figure 55: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1 - France métropolitaine	93
		Figure 56: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie - France métropolitaine	93

Figure 57 : Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	94	Figure 85: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation actuelle.....	119
Figure 58 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique.....	95	Figure 86: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence.....	119
Figure 59 : Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	96	Figure 87: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence avec le projet.....	119
Figure 60 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux.....	97	Figure 88: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence.....	120
Figure 61: Origines des émissions issues du trafic routier.....	99	Figure 89: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence avec le projet.....	120
Figure 62 : Brins considérés / Réseau d'étude.....	99	Figure 90: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote.....	123
Figure 63: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	101	Figure 91: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10.....	124
Figure 64 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	101	Figure 92: Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS.....	131
Figure 65 : Emissions des polluants (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	104	Figure 93: Recommandations de l'OMS pour la qualité de l'air.....	144
Figure 66: Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO ₂) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	104	Figure 94 : Évolution climatique en Hauts-de-France - données 2017 (Source : Observatoire Climat HdF).....	148
Figure 67: Émissions de particules PM10 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	105	Figure 95 : Consommation d'énergie finale par secteur en Hauts-de-France en 2017 (Source : Observatoire Climat HdF).....	149
Figure 68: Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	105	Figure 96 : Contributions par secteur aux émissions directes de GES en Région HdF pour l'année 2017 (Source : Observatoire Climat HdF).....	149
Figure 69: Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	105	Figure 97 : Évolution des émissions directes de GES du secteur résidentiel en région Hauts-de-France entre 2009 et 2017 (Source : Observatoire Climat HdF).....	149
Figure 70: Émissions des HAP sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	105	Figure 98 : Évolution des émissions directes de GES du secteur tertiaire en région Hauts-de-France entre 2009 et 2017 (Source : ORC HdF).....	150
Figure 71: Émissions des métaux sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....	106	Figure 99: Évolution des émissions de GES en équivalent CO ₂ du transport routier (Source : Citepa, avril 2021 - Format SECTEN).....	150
Figure 72: Modélisation lagrangienne d'un panache.....	107	Figure 100 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2021 ; Ministère de la Transition Écologique).....	150
Figure 73: Rose des vents utilisée pour les simulations.....	107	Figure 101 : Évolution des émissions directes de GES du secteur des transports en région Hauts-de-France entre 2009 et 2017 (Source : Observatoire du Climat HDF).....	151
Figure 74: Emplacements des récepteurs.....	108	Figure 102: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude.....	151
Figure 75: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation actuelle.....	113	Figure 103 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France).....	156
Figure 76: Cartographie des concentrations en en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence.....	113	Figure 104 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2020 en France métropolitaine (source : Santé Publique France).....	157
Figure 77: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence avec le projet.....	113	Figure 105 : Caractéristiques de l'exposition à la chaleur pour l'été 2020 par rapport aux autres vagues de chaleur survenues en région Hauts-de-France depuis 1999 (croisement données de température et de population) (Source : Santé Publique France).....	158
Figure 78: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Mise en service +20 ans - Situation de référence avec le projet.....	114	Figure 106 : Zones du territoire de France métropolitaine où les records de températures ont été battus en septembre 2020.....	158
Figure 79: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote 5 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence.....	114	Figure 107 : Sévérité de la vague de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte entre le 07/08 et le 16/08/2020, France métropolitaine [Santé Publique France].....	159
Figure 80: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation actuelle.....	117	Figure 108 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- 2020 (source : météoFrance).....	160
Figure 81: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence.....	117	Figure 109 : 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	
Figure 82: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence avec le projet.....	117		
Figure 83: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence.....	118		
Figure 84: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence avec le projet.....	118		

haut) et WRF de l'IPSL (en bas); échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr)	161	Figure 141 : Limites de la ZPA du Grand Lille.....	216
Figure 110 : Calendrier pollinique en en région Hauts-de-France (source : Pollinair)	162	Figure 142 : 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]	226
Figure 111 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1 ^{er} janvier 2022 en France métropolitaine.....	163	Figure 143 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA).....	230
Figure 112 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques.....	164	Figure 144 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)	232
Figure 113 : 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).....	165	Figure 145 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu	234
Figure 114 : 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)	165		
Figure 115 : Températures enregistrées lors de la période de mesure	183		
Figure 116 : Pressions enregistrées lors de la période de mesure.....	183		
Figure 117 : Origine des vents lors de la campagne de mesure.....	184		
Figure 118 : Rose des vents annuelle pour la station Lille Aéroport (source : fr.windfinder.com/).....	184		
Figure 119 : Répartition des vitesses des vents moyens pendant la campagne de mesure selon l'échelle de Beaufort.....	185		
Figure 120 : Précipitations enregistrées lors de la période de mesure.....	185		
Figure 121 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : CEREMA).....	186		
Figure 122 : Zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE Nord Pas de Calais	189		
Figure 123 : Périmètre du PPA Nord-Pas-de-Calais (source : Atmo Hauts-de-France)	190		
Figure 124 : Calendrier prévisionnel de la révision et mise en œuvre du ou des prochain(s) PPA dans le Nord et le Pas-de-Calais.....	190		
Figure 125 : Périmètre du futur PPA du Nord et du Pas-de-Calais en cours de révision	191		
Figure 126 : EPCI ayant obligation de réaliser un PCAET dans les Hauts-de-France.....	192		
Figure 127 : Avancement des démarches PCAET dans les Hauts-de-France au 1 ^{er} juin 2021 (source : DREAL Hauts de France)	193		
Figure 128 : Carte des territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV au 10-10-2017 en Hauts-de-France.....	197		
Figure 129 : Périmètre des CRTE dans le département du Nord (Source : Agence Nationale de la Cohésion des Territoires).....	199		
Figure 130 : État d'avancement des 843 CRTE en France au 17 janvier 2022	199		
Figure 131 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO ₂ équivalent tels que définis dans la SNBC 2 (Source : Ministère de transition écologique et solidaire)	201		
Figure 132 : Bioclimatisme - utilisation des végétaux.....	207		
Figure 133 : Bioclimatisme – exposition des ouvertures des bâtiments.....	208		
Figure 134 : Bioclimatisme et aménagement.....	208		
Figure 135: Zones concernées par les dépassements en PM10 – début du contentieux européen	209		
Figure 136 : Zones concernées par les dépassements en NO ₂ au début du contentieux européen	209		
Figure 137 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020	210		
Figure 138 : Collectivités retenues pour le programme « Ville respirables en 5 ans ».....	212		
Figure 139 : Les différents certificats qualité de l'air en fonction du type de véhicule	213		
Figure 140 : Zones environnementales en France au 05 novembre 2021 (ZCR et ZPA)	214		

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic	15	Tableau 28 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	75
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti.....	16	Tableau 29: Synthèse de l'état actuel.....	80
Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019	17	Tableau 30: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction.....	87
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 31: Données trafic considérées – Trafic moyen journalier annuel	100
Tableau 5 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte (Source : Atmo Hauts-de-France).....	43	Tableau 32: Indices VK sur le réseau d'étude	101
Tableau 6 : Caractéristiques des stations de mesure Atmo Hauts de France.....	44	Tableau 33 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités.....	103
Tableau 7 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1 ^{er} janvier 2021.....	45	Tableau 34: Évolution des émissions pour les principaux polluants sur le réseau - par polluant.....	104
Tableau 8 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Lille en 2021 (source Atmo HdF).....	45	Tableau 35 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul pour les composés faisant l'objet d'une réglementation.....	109
Tableau 9 : Indicateurs d'exposition aux PM _{2,5} – 2017 (source : Atmo Hauts-de-France).....	48	Tableau 36: Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation.....	109
Tableau 10 : Indicateurs d'exposition à l'ozone – 2017 (source : Atmo Hauts-de-France)	48	Tableau 37 : Concentrations maximales relevées au niveau des lieux vulnérables	109
Tableau 11 : 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)	52	Tableau 38 : Concentrations maximales relevées au niveau des aménagements projetés	110
Tableau 12 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM _{2,5} et au NO ₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)	54	Tableau 39: Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle.....	111
Tableau 13 : Impact des PM ₁₀ et du NO ₂ à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95 %).....	55	Tableau 40: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle	112
Tableau 14 : Impact de la diminution des concentrations de PM _{2,5} et de NO ₂ sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %).....	56	Tableau 41: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – percentile horaire 99,8... ..	112
Tableau 15 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération de Lille (2008-2010) – Impacts à court terme	56	Tableau 42: Résultats des modélisations pour les particules PM ₁₀ – moyenne annuelle.....	115
Tableau 16 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération de Lille (2008-2010) – Impacts à long terme.....	56	Tableau 43: Résultats des modélisations pour les particules PM ₁₀ – percentile journalier 90,2	115
Tableau 17 : Statistiques Insee de la mortalité et de l'espérance de vie en France, en région Hauts-de-France et dans le Nord - Données 2020	57	Tableau 44: Résultats des modélisations pour les particules PM _{2,5} – moyenne annuelle.....	116
Tableau 18 : Nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée en fonction des motifs d'admission et de l'âge en France et dans le Nord pour l'année 2019.....	62	Tableau 45:Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française.....	121
Tableau 19 : Indicateurs sanitaires pour le département du Nord et la métropole Européenne de Lille – période 2009-2015 – Open Data OR2S.....	62	Tableau 46: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote	123
Tableau 20 : Valeurs climatologiques à la station Météo-France « Lille-Lesquin »	64	Tableau 47: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM ₁₀	123
Tableau 21 : Caractéristiques des ménages habitant dans la zone d'étude en 2015 (données carroyées publiées en 2019)	68	Tableau 48 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées– Exposition CHRONIQUE	127
Tableau 22 : Population par grandes tranches d'âges sur les carreaux d'appartenance de la zone d'étude en 2015 (données carroyées publiées en 2019)	68	Tableau 49: Scénario d'exposition « nourrisson » et paramètres considérés.....	132
Tableau 23 : Liste des établissements vulnérables de la zone d'étude	69	Tableau 50: Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés	132
Tableau 24 : Typologie des points de mesure.....	71	Tableau 51: Scénarios d'exposition « résident » et paramètres considérés	132
Tableau 25 : Résultats des mesures en particules PM ₁₀ et PM _{2,5} au point n°2.....	73	Tableau 52: Scénario d'exposition « résident enfant » et paramètres considérés	133
Tableau 26 : Résultats des mesures en continu des particules PM ₁₀ et PM _{2,5} au point n°6....	74	Tableau 53: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Nourrisson » (effets à seuils).....	135
Tableau 27 : Résultats des mesures en PM _{2,5} de la station Atmo HdF Lille Leeds	74	Tableau 54: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Enfant » (effets à seuils)	135
		Tableau 55: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Résident » (effets à seuils).....	136
		Tableau 56: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Résident Enfant » (effets sans seuils).....	137
		Tableau 57: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Résident » (effets sans seuils).....	137
		Tableau 58: Quotients de dangers par composés – scénario « Nourrisson »	138
		Tableau 59: Quotients de dangers par composés – scénario « Enfant »	139
		Tableau 60: Quotients de dangers par composés – scénario « Résident »	140
		Tableau 61: Quotients de dangers pour le cadmium – effets cancérigènes	140
		Tableau 62: Excès de risques individuel – Scénario Résident Enfant	142
		Tableau 63: Excès de risques individuel – Scénario résident.....	142

Tableau 64: Concentrations maximales calculées au niveau des récepteurs ponctuels – dioxyde d'azote, particules PM10, particules PM2,5, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone.....	145
Tableau 65: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré ...	151
Tableau 66 : Classes de densité.....	152
Tableau 67 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en € ₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)	153
Tableau 68 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude.....	153
Tableau 69 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier sur le réseau d'étude	153
Tableau 70 : Répartition des décès en excès pendant l'épisode du 7 au 16 août 2020 par tranches d'âge sur les périodes de dépassement effectif des seuils d'alerte et mortalité relative – Hauts-de-France [Santé Publique France, données extrapolées]	159
Tableau 71: Principaux pollens allergisants	163
Tableau 72 : Vitesse du vent moyen journalier durant la campagne de mesure	184
Tableau 73 : Échelle de Beaufort.....	185
Tableau 74 : Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques.....	191
Tableau 75: Concentrations en NO ₂ relevées par Atmo Hauts-de-France.....	225
Tableau 76: Concentrations en PM _{2,5} relevées par Atmo Hauts-de-France.....	225
Tableau 77: Concentrations en PM ₁₀ relevées par Atmo Hauts-de-France.....	225
Tableau 78: Concentrations en O ₃ relevées par Atmo Hauts-de-France	225
Tableau 79: Concentrations en BTEX relevées par Atmo Hauts-de-France	225
Tableau 80 : Critères nationaux de la qualité de l'air.....	235

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Cette étude Air et Santé s'inscrit dans le cadre de l'aménagement « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy », au sein de la commune de Lille dans le département du Nord [59].

La première partie du rapport constitue l'état 'actuel' relatif à la qualité de l'air de la zone d'étude.

La seconde partie analyse les impacts du projet sur la qualité de l'air et sur la santé.

L'étude est 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.

Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement urbain (opération immobilière) et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note précitée est adaptable afin de répondre également à une problématique d'aménagement urbain, en sus de l'aspect routier. 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 l'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 (transport, 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, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014. ISBN : 978-2-9549609-0-6

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

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre 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 aux textes précités, et également avec l'appui des documents suivants :

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

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet est sis sur le territoire de la commune de Lille, délimité par les rues de Chanzy (Hellemmes) au Nord, Jean-Jaurès (Hellemmes) à l'Est, Ferdinand Mathias au Sud et de l'Innovation à l'Ouest (cf. planche immédiatement suivante).



Figure 1 : Localisation du projet

Le projet vient s'implanter sur la friche d'une ancienne imprimerie. L'opération consiste en la requalification de la friche Quebecor-H2D (construction de 46 000 m² de logements et 1 000 m² d'activités), ainsi que l'implantation d'un jardin (Le Jardin des Saules), d'une bande forestière (Forêt Diagonale) et d'une nouvelle voie de circulation.



Figure 2 : Plan d'aménagement du projet

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

D'une manière générale, en accord avec l'article R.122-5 du code de l'environnement qui définit le contenu de l'étude d'impact, il sera réalisé dans cette étude :

- Un examen de l'état initial de la zone d'étude vis-à-vis de la qualité de l'air et des populations susceptibles d'être affectées par le projet ;
- Une analyse des impacts directs et indirects du projet sur la qualité de l'air et la santé des populations, en phase chantier et en phase exploitation - à court, moyen et long termes ;
- Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projet connus.

À l'égard de l'impact du projet sur la circulation automobile, 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 » ainsi que le **guide méthodologique** du CEREMA sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières – précisent le contenu des volets Air & Santé et constituent les documents de référence servant à qualifier les impacts consécutifs aux modifications de trafic induites par l'aménagement.

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES D'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. Deux cas de figure sont distingués pour les trafics :

- **Supérieurs à 5 000 véhicules/jour** : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
- **Inférieurs à 5 000 véhicules/jour** : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.

- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, c'est-à-dire les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet d'une :
 - Étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
 - 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 lui-même, la variation de trafic est examinée à l'**Heure de Pointe** la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du **Trafic Moyen Journalier Annuel**.

❖ Définition de la bande d'étude

Une bande d'étude 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 ainsi 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 de composés étudiés (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 dépend du trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée, et est définie en fonction des données explicitées dans le tableau immédiatement 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 Air & Santé (Note technique du 22 février 2019).

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

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

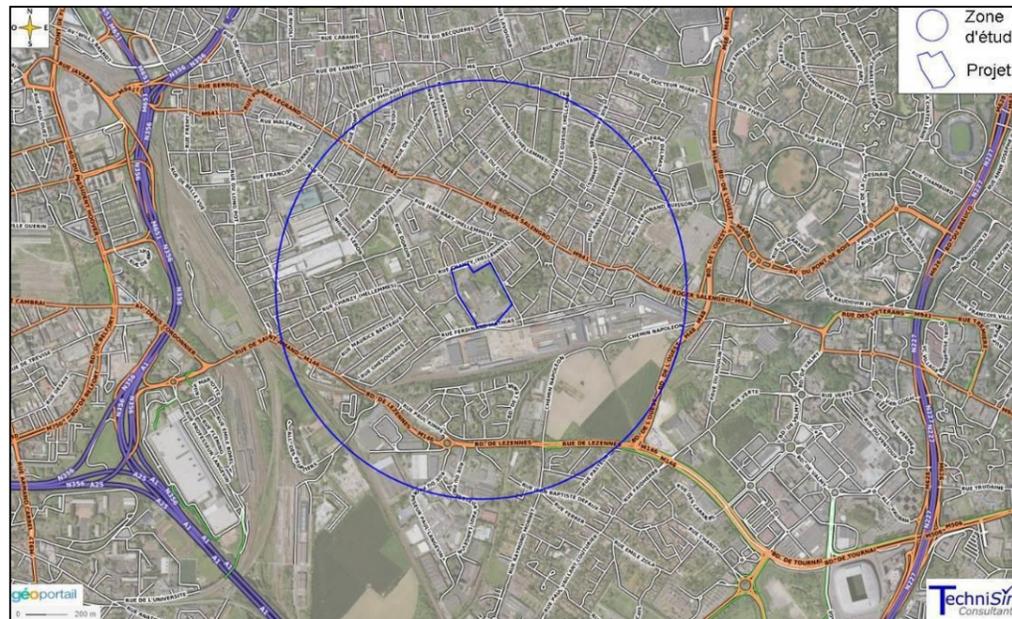


Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

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

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

Le niveau d'étude permet de déterminer les polluants à prendre en compte en fonction du degré de précision de l'étude.

Le tableau qui va suivre précise les quatre niveaux ainsi déterminés.

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

Compte tenu de la nature du projet, de la densité de la zone d'étude (**7 060 hab./km²**), de la proximité d'axes routiers importants et de l'existence du Plan de Protection de l'Atmosphère 'Nord Pas-de-Calais' incluant la ville de Lille, 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 « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy » sur le territoire de la commune de Lille 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 ;
- Calcul de l'Indice Pollution-Population (IPP) pour le NO₂ et les particules PM10 ;
- 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.

Regardant une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte sont ceux reportés dans le tableau ci-dessous.

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
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Nickel
		Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO ₂)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO ₂) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale <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.

❖ Particules PM10

De 2009 à 2011, la France a reçu plusieurs avertissements de la Commission européenne (mise en demeure, avis motivé, saisine de la Cour de justice de l'Union européenne) pour le non-respect des normes sanitaires de qualité de l'air fixées pour les PM10., au sein de dix zones : Paris, Lyon, Grenoble, Marseille, Martinique, Rhône-Alpes (vallée de l'Arve), Paca-ZUR (zone urbaine régionale), Nice, Toulon, Douai-Béthune-Valenciennes.

En février 2013, la Commission européenne a adressé à la France une mise en demeure. Il est reproché à la France de non seulement, ne pas se conformer aux niveaux réglementaires de concentrations de particules dans l'air mais aussi de ne pas mettre en place des plans d'action répondant aux ambitions de la directive.

En avril 2015, la France avait reçu un dernier avis motivé, la phase suivante étant une assignation de la France devant la Cour européenne de justice, avec le risque de se voir imposer de lourdes amendes pour non-respect des normes pour les PM10 pour 10 zones : Douai-Béthune-Valenciennes, Grenoble, Lyon, Marseille, la Martinique, Nice, Paris, Toulon, la zone urbaine régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur et la zone urbaine régionale de Rhône-Alpes.

Pour information, la Commission européenne a décidé le 30 octobre 2020 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.

❖ Dioxyde d'azote

En février 2014, la Commission Européenne a engagé une procédure contentieuse contre la France, avec demande de renseignements, sur les zones concernées par des dépassements récurrents des valeurs réglementaires de dioxyde d'azote et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NOx).

En mai 2015, elle a informé les autorités françaises que la réponse apportée en 2014 ne l'avait pas satisfaite.

Concernant la pollution au dioxyde d'azote, la France a été à nouveau mise en demeure par la Commission Européenne, le 18 juin 2015, pour non-respect des valeurs limites

annuelles et pour insuffisance des plans d'action pour 19 zones en France : Marseille, Toulon, Paris, Clermont-Ferrand, Montpellier, la zone urbaine régionale de Languedoc-Roussillon, la zone urbaine régionale de Poitou-Charentes, Toulouse, Reims, Grenoble, Strasbourg, Rennes, Lyon, la vallée de l'Arve, Nice, Rouen, Saint Étienne, Bordeaux, et Tours.

Le 15 février 2017, la Commission européenne adressait un dernier avertissement à la France pour ne pas avoir remédié à ses infractions répétées en matière de pollution au dioxyde d'azote.

Faisant suite aux dépassements répétés des valeurs limites de qualité de l'air fixées et manquement à l'obligation de prendre des mesures appropriées pour écourter le plus possible les périodes de dépassement, la Commission a finalement saisi le 17 mai 2018 la Cour de justice de l'Union européenne de recours contre la France (et aussi l'Allemagne, la Hongrie, l'Italie, la Roumanie et le Royaume-Uni).

Cette étape de la procédure fait suite au sommet ministériel sur la qualité de l'air convoqué par le commissaire Vella le 30 janvier 2018 dans un ultime effort pour trouver des solutions au sérieux problème de pollution atmosphérique qui affecte neuf États membres.

Dans un arrêt rendu jeudi 24 octobre 2019, la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) a condamné la France aux dépens 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 (Marseille, Toulon, Paris, Auvergne-Clermont-Ferrand, Montpellier, Toulouse Midi-Pyrénées, ZUR Reims Champagne-Ardenne, Grenoble Rhône-Alpes, Strasbourg, Lyon Rhône-Alpes, ZUR Vallée de l'Arve Rhône-Alpes et Nice pour le dépassement de la valeur limite annuelle ainsi que Paris et Lyon Rhône-Alpes pour celui de la valeur limite horaire).

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 du Luxembourg pourront alors décider d'une amende.

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, le plus élevé jamais retenu par une juridiction administrative française à l'encontre de l'État, pourra être révisé par la suite, y compris à la hausse, si la décision de juillet 2017 n'a toujours pas été pleinement exécutée.

À la date du 03 décembre 2020, la Commission européenne a invité la France, par une lettre de mise en demeure, à exécuter l'arrêt rendu par la Cour de justice de l'Union européenne le 24 octobre 2019 (C-636/18). Dans cet arrêt, la Cour a constaté que la France n'avait pas respecté les 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 a donc demandé à la France de prendre et de 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. À défaut, cette dernière pourrait renvoyer l'affaire devant la Cour de justice de l'Union européenne et proposer que des sanctions financières soient infligées au pays.

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

❖ Situation contentieuse en décembre 2020

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air³ est schématisée ci-après.

La commune de Lille n'est pas située dans une zone en contentieux.

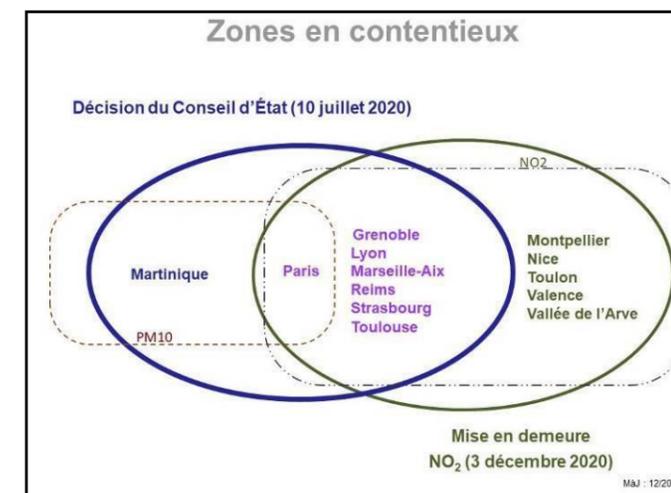


Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020)

❖ 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 – COMPATIBILITÉ DU PROJET

Des moyens politiques et stratégiques sont 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, soit :

- Échelle nationale : Code de l'environnement, Plan Climat, Plan National Santé-Environnement, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques, Stratégie Nationale Bas Carbone ;
- Échelle régionale : Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires, Plan Régional Santé-Environnement ;
- Échelle intercommunale ou locale : Plan de protection de l'Atmosphère ; Plan Climat Air Énergie Territorial, Plan de Déplacement Urbain, Plan Local d'Urbanisme.

Les principaux outils dans lesquels le projet s'articule sont disponibles 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.

L'articulation des divers plans et schémas entre eux est représentée graphiquement immédiatement ci-après.

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

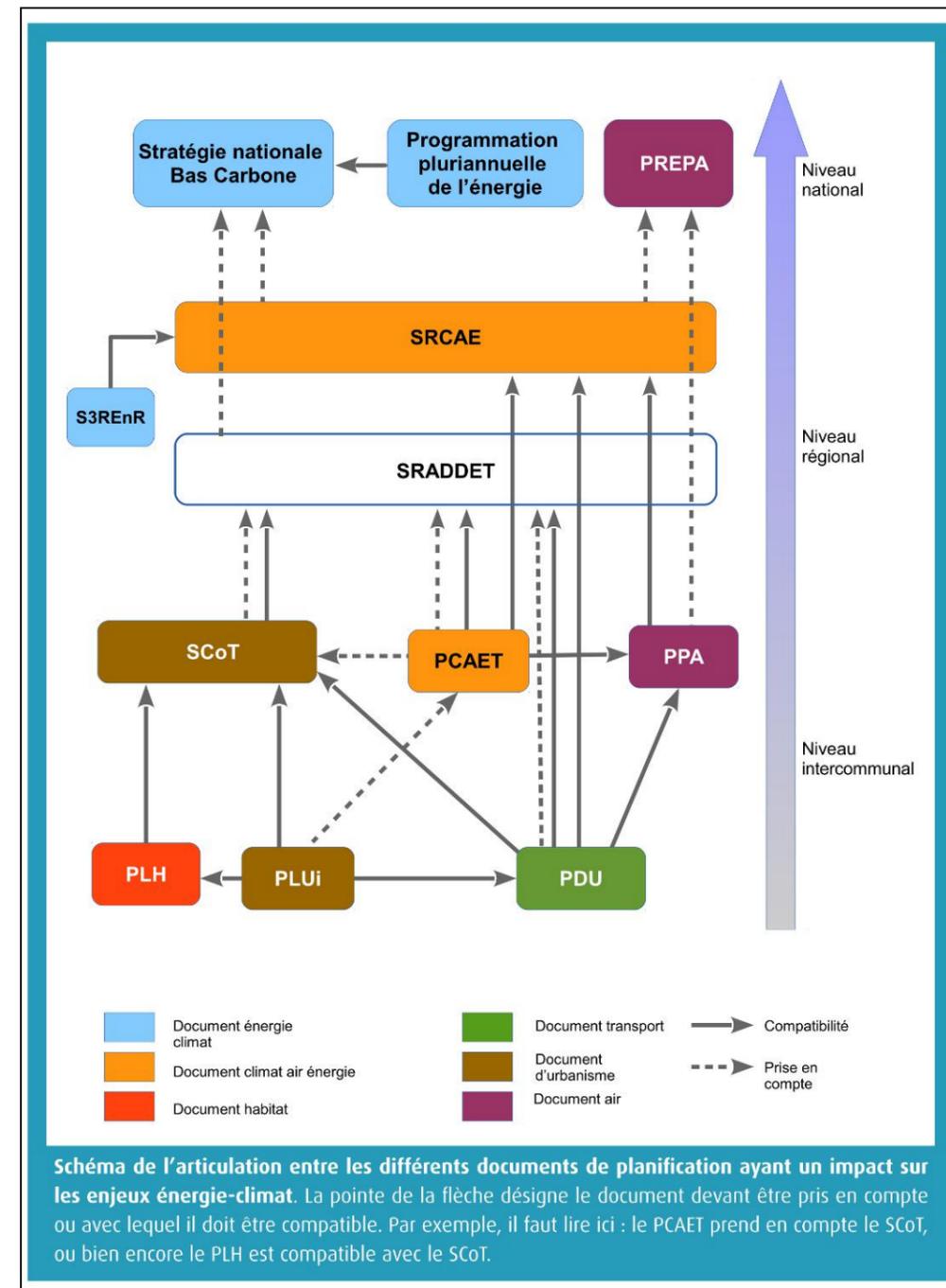


Figure 5 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : CEREMA)

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 thème AIR du DOCUMENT																		
Réduction des émissions polluantes																					
Loi d'Orientation des Mobilités (2019)	Territoire national	<p>La Loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'Orientation des Mobilités 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 cette 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 	Non concerné																		
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 	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/ GES.																		
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%	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/ GES.
Polluants	À partir de 2020	À partir de 2030																			
Dioxyde de soufre	-55%	-77%																			
Oxydes d'azote	-50%	-69%																			
Composés organiques volatils	-43%	-52%																			
Ammoniac	-4%	-13%																			
Particules PM2,5	-27%	-57%																			

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
<p>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]</p>	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 création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/ GES.
<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 	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/ GES.
<p>SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2020)</p>	Région Hauts-de-France	<p>Lors de la séance plénière du 30 juin 2020, la Région Hauts-de-France a adopté son projet de Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), transmis au Préfet de Région, ce dernier l'a approuvé par arrêté préfectoral le 4 août 2020.</p> <p>La stratégie régionale prend corps à travers 4 lignes directrices détaillées ci-dessous :</p> <p>Ligne directrice 1 : Attractivité économique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Axe 1 : Soutenir les excellences régionales <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser la diversification économique des territoires en articulation avec les écosystèmes territoriaux • Déployer l'économie circulaire • Conforter les pôles d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation et développer leur accessibilité • Soutenir le développement et la transformation des filières professionnelles de l'habitat • Axe 2 : Affirmer un positionnement de hub logistique <ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la part modale du fluvial et du ferroviaire dans le transport de marchandises • Optimiser l'implantation des activités logistiques • Favoriser des formes de logistique urbaine et de desserte du dernier km plus efficaces 	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/ GES.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		<p>Ligne directrice 2 : Atouts inter-territoires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Axe 1 : Faire du Canal Seine-Nord Europe (CSNE) un vecteur de développement économique, industriel et un support d'aménités <ul style="list-style-type: none"> • Faire du CSNE un maillon structurant du Hub logistique Hauts-de-France en veillant notamment à la complémentarité et la mise en réseau des sites et infrastructures • Optimiser l'usage de la voie d'eau par une mobilisation des terrains nécessaires au développement économique, touristique et récréatif du Canal • Tirer parti de la voie d'eau comme ossature des mobilités alternatives et des loisirs notamment en facilitant l'accès aux berges et aux quais • Garantir un cadre de vie de qualité et un maintien de la biodiversité aux abords du Canal • Axe 2 : Assurer un développement équilibré et durable du littoral <ul style="list-style-type: none"> • Assurer des conditions d'un accueil respectueux des équilibres sociaux, économiques et environnementaux sur le littoral • Valoriser les portes d'entrées en réduisant l'impact environnemental des flux • Encourager la gestion intégrée du trait de côte <p>Ligne directrice 3 : Modèle d'aménagement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Axe 1 : Garantir un système de transport fiable et attractif <ul style="list-style-type: none"> • Proposer des conditions de déplacements soutenables (en transports en commun et sur le réseau routier) • Améliorer l'accessibilité à la métropole lilloise • Faciliter les échanges avec l'Ile-de-France, en particulier grâce à la liaison Roissy-Picardie • Encourager des solutions de mobilité pour tous les publics et les territoires les plus vulnérables • Développer les pôles d'échanges multimodaux • Tendre vers un système intégré de transport à l'échelle des Hauts de France • Favoriser le développement des pratiques alternatives et complémentaires à la voiture individuelle • Axe 2 : Favoriser un aménagement équilibré des territoires <ul style="list-style-type: none"> • Rééquilibrer l'offre commerciale en faveur des centres villes et des centres bourgs • Produire du logement à la hauteur des besoins et en cohérence avec l'ossature régionale • Réduire la consommation des surfaces agricoles, naturelles et forestières • Privilégier le renouvellement urbain à l'extension urbaine • Développer des modes d'aménagement innovants et prenant en compte les enjeux de biodiversité et de transition énergétique • Améliorer l'accessibilité des services au public - une articulation du SRADDET et des SDAASP • Soutenir l'accès au logement • Développer les stratégies numériques dans les territoires • Développer de nouvelles formes de travail grâce à un écosystème numérique, en particulier dans les territoires peu denses et isolés <p>Ligne directrice 4 : Gestion de ressources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Axe 1 : Encourager la sobriété et organiser les transitions <ul style="list-style-type: none"> • Réduire les consommations d'énergies et les émissions de gaz à effet de serre • Améliorer la qualité de l'air en lien avec les enjeux de santé publique et de qualité de vie • Développer l'autonomie énergétique des territoires et des entreprises • Expérimenter et développer des modes de production bas carbone • Réhabiliter thermiquement le bâti tertiaire et résidentiel • Encourager l'usage de véhicules moins émetteurs de gaz à effet de serre et de polluants, dont électriques et/ou gaz • Maintenir et restaurer les services systémiques fournis par les sols notamment en termes de piège à carbone • Adapter les territoires au changement climatique • Réduire nos déchets à la source, transformer nos modes de consommation, inciter au tri et au recyclage • Collecter, valoriser, éliminer les déchets 	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		<ul style="list-style-type: none"> Axe 2 : Valoriser les cadres de vie et la nature régionale <ul style="list-style-type: none"> Garantir des paysages et un cadre de vie de qualité et œuvrer à la reconquête des chemins ruraux Valoriser les ressources remarquables du territoire et l'accueil de nouvelles activités dans les espaces ruraux peu denses et isolés Maintenir et développer les services rendus par la biodiversité 	
SRCAE Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (2012)	Ex-Région Nord-Pas-de-Calais	Le SRCAE du Nord-Pas-de-Calais a été approuvé par arrêté du Préfet de région le 20 novembre 2012 et par délibération de l'assemblée plénière du Conseil Régional le 24 octobre 2012. <i>Compte tenu des critères de densité de population et /ou de présence d'écosystèmes protégés ainsi que des niveaux d'émissions de polluants atmosphériques, la commune de Lille fait partie de la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air au sens du SRCAE.</i> Le SRADDET Hauts-de-France étant entré en vigueur, ce dernier se substitue au SRCAE.	-
PPA Plan de Protection de l'Atmosphère (2014)	Ex-Région Nord-Pas-de-Calais	Le PPA interdépartemental Nord-Pas-de-Calais a été approuvé le 27 mars 2014 par arrêté interpréfectoral. Il s'articule autour de 14 mesures réglementaires et de 8 mesures d'accompagnement, décrites ci-dessous. Mesures réglementaires <ul style="list-style-type: none"> Imposer des valeurs limites d'émissions pour toutes les installations fixes de combustion dans les chaufferies collectives ou les installations industrielles Limiter les émissions de particules dues aux équipements individuels de combustion au bois Rappeler l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts Rappeler l'interdiction du brûlage des déchets de chantiers Rendre progressivement obligatoires les Plans de Déplacements Entreprises, Administration et Établissements Scolaires Organiser le covoiturage dans les zones d'activités de plus de 5 000 salariés Réduire de façon permanente la vitesse et mettre en place la régulation dynamique sur plusieurs tronçons sujets à congestion en région Nord - Pas-de-Calais Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les documents d'urbanisme Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impact Améliorer la connaissance des émissions industrielles Améliorer la surveillance des émissions industrielles Réduire et sécuriser l'utilisation des produits phytosanitaires – Actions Certiphyto et Eco phyto Diminuer les émissions en cas de pic de pollution : mise en œuvre de la procédure interpréfectorale d'information et d'alerte de la population Inscrire des objectifs de réduction des émissions dans les nouveaux plans de déplacements urbains (PDU) et plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi) à échéance de la révision pour les PDUi existants Mesures d'accompagnement <ul style="list-style-type: none"> Promouvoir la charte « CO₂, les transporteurs s'engagent » en région Nord - Pas-de-Calais » Développer les flottes de véhicules moins polluants Promouvoir les modes de déplacements moins polluants Sensibilisation des particuliers concernant les appareils de chauffage Information des professionnels du contrôle des chaudières sur leurs obligations Promouvoir le passage sur banc d'essai moteur des engins agricoles Sensibiliser les agriculteurs et former dans les lycées professionnels Placer les habitants en situation d'agir dans la durée en faveur de la qualité de l'air Lors de la journée nationale pour la qualité de l'air du 16 septembre 2020, le comité de pilotage du PPA Nord-Pas-de-Calais a acté le lancement de la révision du document pour poursuivre l'action collective en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air. La réunion du vendredi 2 avril 2021 visait à présenter le périmètre retenu pour la révision (resserré autour des agglomérations de plus de 250 000 habitants) et à préciser le déroulé et le calendrier de la démarche (le travail de révision se déroulera sur 2021 et 2022).	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/GES.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLEMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (2021)	Métropole Européenne de Lille	<p>La ville de Lille fait partie de l'intercommunalité Métropole Européenne de Lille dont le PCAET a été adopté en février 2021 par le Conseil métropolitain et porte sur la période 2021-2026.</p> <p>Les objectifs 2030-2050 du Plan Climat Air Énergie Territorial de la MEL sont, par thématique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Énergie et gaz à effet de serre <ul style="list-style-type: none"> Gaz à effets de serre : -45% en 2030 par rapport à 1990, -32% en 2030 par rapport à 2015 et neutralité carbone en 2050 ; Consommations d'énergie : -16% en 2030 par rapport à 2016, -39% en 2050 par rapport à 2016 ; Production locale d'énergies renouvelables : x 2,7 entre 2016 et 2030 (de 1TWh à 2,3 TWh) ; Accroître la capacité de séquestration carbone en développant les boisements et espaces naturels. Qualité de l'air <ul style="list-style-type: none"> Réduire les émissions de polluants atmosphériques notamment dans les secteurs du transport routier (44%), de l'industrie (36%), du résidentiel (36%) et du tertiaire (38%) ; Réduire de 45% les émissions d'oxydes d'azote, 42% les émissions de particules fines et 34% les émissions de composés organiques volatils (PM10 et PM2,5) ; Réduire les émissions d'ammoniac dans le secteur de l'agriculture. Adaptation au changement climatique <ul style="list-style-type: none"> Améliorer la connaissance et la gestion des risques associés au changement climatique (pics de chaleur, inondations, retrait-gonflement des argiles...) ; Préserver la ressource en eau, en qualité et en quantité ; Atténuer les effets des épisodes caniculaires et des îlots de chaleur urbains, en réintroduisant la nature et l'eau dans les milieux urbanisés et en développant le boisement. 	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/GES.
TEPCV Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (2015 et 2016)	Métropole Européenne de Lille Ville de Lille	<p><i>Lille est labellisée TEPCV au titre de la 'Métropole Européenne de Lille' (MEL) et de la commune.</i></p> <p>La MEL a été lauréate en février 2015, sur la base de son projet de territoire contribuant à la transition énergétique : le Plan Climat-Énergie Territorial (PCET) adopté en octobre 2013. La commune de Lille a été lauréate en 2016.</p> <p>Les actions mises en œuvre par la commune de Lille portaient sur la rénovation énergétique de bâtiments municipaux.</p>	Non concerné
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><i>La commune de Lille ne fait pas partie d'un territoire labellisé CTE.</i></p>	Non concerné
CRTE Contrat de Relance et de Transition Écologique (2021)	Métropole Européenne de Lille	<p>Conclu pour une durée de 6 ans, le CRTE de la MEL approuvé par le Conseil Métropolitain comporte 26 actions réparties en 3 axes. Pour sa phase de relance, sur la période 2021-2026, le CRTE représente un volume d'investissement prévisionnel de 472,9 M€ dont 223,5 M€ de crédits portés par la MEL. L'axe et les actions associées concernant la transition énergétique sont donnés ci-dessous.</p> <p>Axe 1 - Transition énergétique, écologique et durable du territoire métropolitain Cet axe s'articule autour de la mise en œuvre du Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) de la MEL et de la volonté du Gouvernement d'évoluer vers une société décarbonée d'ici 2030.</p> <ul style="list-style-type: none"> Orientation 1 : améliorer la performance énergétique et environnementale du bâti résidentiel et tertiaire et lutter contre la précarité énergétique <ul style="list-style-type: none"> Action 1 : rénover énergétiquement les logements sociaux Action 2 : soutenir la rénovation énergétique des copropriétés Action 3 : rénover les résidences universitaires de la cité scientifique de Villeneuve d'Ascq Action 4 : rénover énergétiquement le patrimoine métropolitain et les bâtiments publics de l'état Orientation 2 : préserver la ressource en eau et la biodiversité, développer la nature en ville et 	La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/GES.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		<p>l'agriculture urbaine</p> <ul style="list-style-type: none"> • Action 5 : protéger la ressource en eau • Action 6 : préserver la biodiversité, reconquérir les cours d'eau et développer la trame verte et bleue ainsi que la végétalisation en ville • Action 7 : favoriser l'accessibilité pour tous à une alimentation de qualité et développer l'agriculture urbaine <ul style="list-style-type: none"> • Orientation 3 : réduire la demande en énergie, moderniser les infrastructures d'assainissement et de gestion des déchets <ul style="list-style-type: none"> • Action 8 : réduire la demande en énergie par une meilleure efficacité énergétique des équipements et par un recours accru aux énergies renouvelables • Action 9 : moderniser les infrastructures d'assainissement et de gestion des déchets • Orientation 4 : s'appuyer sur la requalification des logements vacants, le traitement des friches et espaces dégradés pour limiter l'artificialisation des sols <ul style="list-style-type: none"> • Action 10 : lutter contre l'artificialisation des sols par le traitement des friches • Action 11 : requalifier les logements vacants, dégradés ou en situation de blocage • Orientation 5 : développer les mobilités actives et les transports collectifs <ul style="list-style-type: none"> • Action 12 : renforcer l'offre de transports en commun sur le territoire de la MEL par la mise en œuvre du SDIT • Action 13 : poursuivre le déploiement des bornes de recharge pour véhicules électriques • Action 14 : développer l'utilisation du vélo • action 15 : mettre en place une zone à faible émission (ZFE) et engager l'expérimentation éco-bonus. 	
<p>PLUi Plan Local d'Urbanisme intercommunal (2019)</p>	<p>Métropole Européenne de Lille</p>	<p>Le PLU métropolitain intercommunal (PLUi) de la Métropole Européenne de Lille (MEL) a été approuvé au conseil du 12 décembre 2019. C'est un outil qui traduit l'ambition des 87 communes qui le composent : construire un territoire dynamique, solidaire et attractif où la qualité de vie est partagée par tous. Le PLUi se substitue aux documents d'urbanisme communaux locaux (PLU, POS, cartes communales).</p> <p>❖ Logement/Urbanisme Les objectifs d'habitation et d'urbanisme du PLUi concernant Lille sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soutenir un développement urbain optimisé limitant la consommation foncière et l'étalement urbain <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser la mobilisation du foncier en renouvellement urbain • Intensifier l'usage du foncier à proximité des axes de transports structurants existants et à venir • Accompagner le développement des entreprises par le maintien et le développement d'une offre économique diversifiée <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser la mixité des fonctions urbaines, maintenir et développer l'accueil d'activités économiques • Affirmer les centralités de la métropole comme lieu prioritaire de développement des fonctions économiques métropolitaines <ul style="list-style-type: none"> • Renforcer le cœur métropolitain pour accroître l'attractivité et le rayonnement de la métropole • Maîtriser le développement de l'offre commerciale intermédiaire. <ul style="list-style-type: none"> • Rationaliser les implantations dans les centralités commerciales complémentaires et contenir le développement commercial diffus <p>❖ Déplacements/Transports Les objectifs de déplacement et de transport du PLUi concernant Lille (et plus particulièrement la zone d'étude) sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer l'accessibilité du territoire <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser l'interconnexion des réseaux structurants de déplacements (TER, métro, tramway, autoroutier) • Favoriser l'ouverture multimodale du territoire <ul style="list-style-type: none"> • Renforcer les liaisons ferroviaires avec l'ensemble de la région Hauts-de-France 	<p>La création de nouveaux logements permet un renouvellement du parc habitable par des logements mieux isolés, moins énergivores et émettant moins de polluants/GES.</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la fluidité de la circulation sur le réseau routier <ul style="list-style-type: none"> • Renforcer la robustesse du réseau routier magistral • Apporter une réponse graduée permettant le report modal sur l'ensemble du territoire métropolitain <ul style="list-style-type: none"> • Conforter les possibilités de parcours en transport en commun (TRAM + métro + tram) et favoriser le report modal grâce à la mise en œuvre d'un réseau de parc relais et le développement du maillage doux. • Limiter le stationnement à destination pour inciter l'usage des transports en commun • Améliorer le maillage en transport en commun <ul style="list-style-type: none"> • Conforter les pôles d'échange multimodaux existants <p>Par ailleurs, le PLUi intègre des OAP thématiques dont certaines concernent directement ou indirectement la qualité de l'air. Les actions concernées sont listées ci-dessous :</p> <p>OAP « Santé et Risques » ; sous-catégorie « amélioration de la qualité de l'air » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participer à la réduction des déplacements motorisés • Développer la présence du végétal • S'inscrire dans la transition énergétique <p>OAP « Changement climatique et transition énergétique » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maitriser et limiter l'impact du modèle de développement • Anticiper l'augmentation des risques naturels et la fragilisation des ressources • Lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) • Favoriser la production des énergies renouvelables et de récupération (EnRR) • Développer de nouveaux circuits de récupération d'énergies fatales et de valorisation énergétique des déchets organiques • Accompagner le développement des réseaux d'énergie en dehors des zones de proximité des réseaux de chaleur urbain (RCU) il convient de recourir à des solutions collectives de production et distribution de l'énergie • Articuler les développements urbains avec les réseaux existants ou en projet • Développer la conception bioclimatique des aménagements et constructions 	
<p>PDU Plan de Déplacements Urbains (2011)</p>	<p>Métropole Européenne de Lille</p>	<p>Le PDU 2010-2020 de la Métropole Européenne de Lille a été adopté en avril 2011 et se décline en 6 axes subdivisés en thématiques, actions où se répartissent les 170 fiches actions :</p> <p><u>Axe 1 : Ville intense et mobilité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir un développement et des formes urbaines durables • Développer une politique d'espaces publics de qualité qui invite à se déplacer autrement <p><u>Axe 2 : Réseaux de transports collectifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser les transports collectifs pour les échanges de Lille Métropole avec l'extérieur • Consolider et développer le réseau « armature » de transports collectifs urbains lourds • Améliorer les performances des autres modes collectifs alternatifs à la voiture, en complément des réseaux lourds • Faciliter l'intermodalité et l'accès au réseau de transports collectifs <p><u>Axe 3 : Partage de la rue et modes alternatifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Inciter et favoriser un usage raisonné de la voiture pour se donner les moyens d'un partage de la rue favorable aux modes alternatifs • Faire de la marche à pied un mode de déplacement à part entière • Une ambition métropolitaine pour le vélo • Une politique de stationnement communautaire au service des objectifs du PDU <p><u>Axe 4 : Transport de marchandises</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Des alternatives à la route pour le transport de marchandises en lien avec le territoire 	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		<p>métropolitain</p> <ul style="list-style-type: none"> Les livraisons de marchandises en ville <p>Axe 5 : Environnement, santé et sécurité des personnes</p> <ul style="list-style-type: none"> Se déplacer mieux pour préserver l'environnement et la santé Voyager en sécurité <p>Axe 6 : Mise en œuvre, suivi et évaluation</p> <ul style="list-style-type: none"> Partager les valeurs du PDU à travers le territoire de LMCU et au-delà Observer les pratiques de déplacements et évaluer la mise en œuvre des actions du PDU <p>La délibération 18 C 0290 du conseil métropolitain (séance du 15 juin 2018) a acté la révision du PDU. Ce processus est en cours d'élaboration.</p>	
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 dénommé certificat qualité de l'air (Crit'Air).</p> <p><i>En l'état actuel, Lille est couverte par la ZPA du Grand Lille et fera partie de la future ZFE de la MEL.</i></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 : Maîtriser 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 	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHERENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		<ul style="list-style-type: none"> • 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 <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. 	
PRSE 3 Plan Régional Santé Environnement (2018)	Région Hauts-de-France	Déclinant au niveau régional le 3 ^e Plan National Santé Environnement, le troisième PRSE Hauts-de-France (2017-2021) a été adopté en juin 2018. Ce plan est structuré autour de 28 fiches-actions réparties sur 6 axes stratégiques parmi lesquelles : AXE 1. Impulser une dynamique santé-environnement sur les territoires AXE 2. Périnatalité et petite enfance AXE 3. Alimentation et eau de consommation AXE 4. Environnements intérieurs, habitat et construction <ul style="list-style-type: none"> • Action 18 : Expérimenter un bâtiment exemplaire à usage d'habitation avec performance énergétique, confort des occupants et qualité de l'air intérieur • Action 20 : Promouvoir les bénéfices d'un environnement intérieur des logements de qualité AXE 5. Environnements extérieur et sonore <ul style="list-style-type: none"> • Action 24 : Favoriser le changement de comportement pour améliorer la qualité de l'air extérieur AXE 6. Amélioration des connaissances	Non concerné

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

En Hauts-de-France, les inventaires (ou cadastres) d'émissions sont réalisés par l'Aasqa Atmo Hauts-de-France.

Le dernier inventaire porte sur l'année 2018 et est basé sur la méthodologie 2020⁴.

Les émissions au format PCAET sont calculées pour plusieurs polluants selon plusieurs secteurs :

- **Agriculture** (agriculture, sylviculture et aquaculture hors utilisation des terres, leurs changements et la forêt)
- **Industrie hors branche énergie** (Industrie manufacturière, construction)
- **Transport routier**
- **Autres transports** (maritime, aérien, ferroviaire, fluvial)
- **Résidentiel**
- **Tertiaire** (tertiaire, commercial et institutionnel)
- **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.
- **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)

Les données peuvent être extraites selon d'autres formats de restitution tels que SECTEN, SNAP.

⁴ <https://myemissair.atmo-hdf.fr/>

8.1.1. Bilan des émissions sur la région Hauts-de-France en 2018

L'histogramme suivant illustre le bilan 2018 des émissions de polluants pour la région Hauts-de-France.

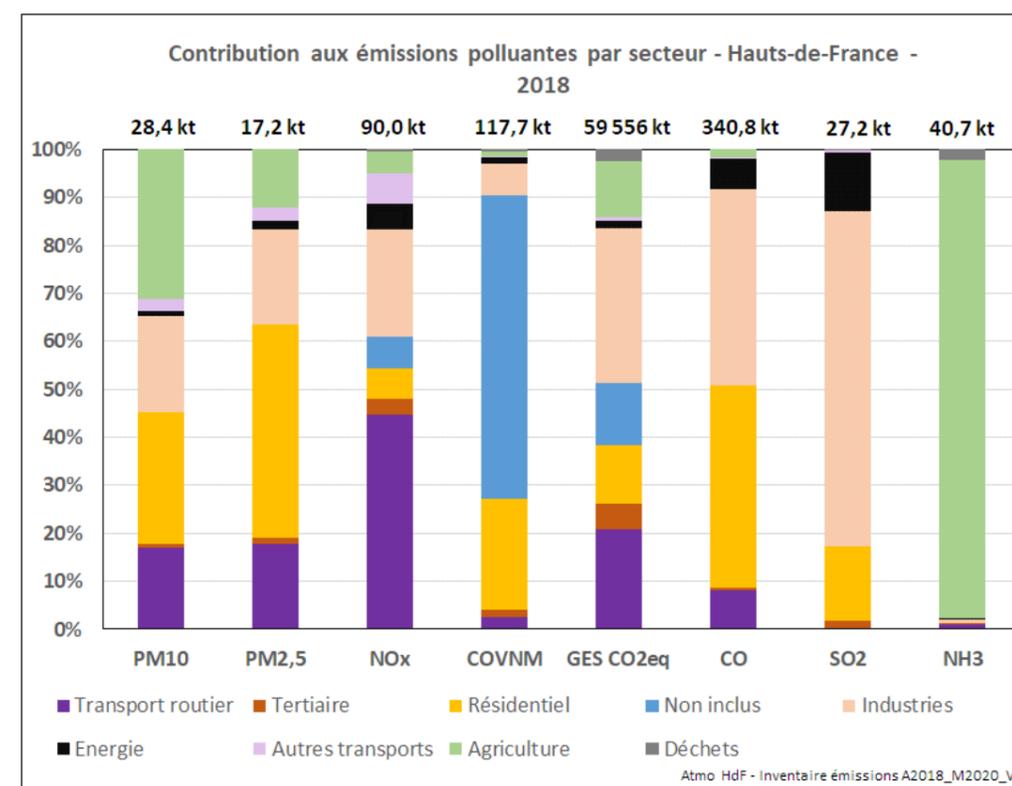


Figure 6: Bilan des émissions annuelles pour la région Hauts-de-France (source : Données Atmo Hauts-de-France, Inventaire des émissions A2018_M2020_V2)

En 2018, la répartition des émissions de polluants concernant la région Hauts-de-France est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport routier est l'émetteur majoritaire (44,6 %), suivi par les industries (22,3 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : les émetteurs non inclus sont les principaux émetteurs (63,5 %), suivi par le résidentiel (23,0 %) et les industries (6,5 %).
- **Particules PM10** : les principaux émetteurs sont l'agriculture (31,0 %) et le résidentiel (27,5 %) suivis par les industries (19,9 %) et le transport routier (17,0 %).
- **Particules PM2,5** : le secteur résidentiel est le contributeur principal (44,4 %), suivi par les industries (19,9 %), le transport routier (17,8 %) et l'agriculture (12,1 %).

- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : l'industrie est le contributeur majoritaire (69,6 %), suivi par le résidentiel (15,6 %), et l'énergie (12,4 %).
- **Ammoniac (NH₃)** : l'agriculture est l'émetteur largement prépondérant (95,6 %), suivi par les déchets (2,1 %).
- **Monoxyde de carbone** : le secteur résidentiel (42,2 %) et les industries (40,9 %) sont les principaux contributeurs suivis par le transport routier (8,1 %).
- **Gaz à Effet de Serre (GES)** : l'industrie est le principal contributeur (32,3 %), suivi par le transport routier (20,8 %), les émetteurs non inclus (12,9 %), le résidentiel (12,2 %) et le tertiaire (5,4 %).

Dans la région Hauts-de-France, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2018 sont l'**industrie** (SO₂, PM10, PM2,5, NO_x, CO, COVNM), le **transport routier** (NO_x, PM10, PM2,5, CO), le **secteur résidentiel** (CO, PM10, PM2,5, SO₂, COVNM, NO_x), les **émetteurs non inclus** (COVNM, NO_x) et l'**agriculture** (NH₃, PM10, PM2,5).

8.1.2. Bilan des émissions de la Métropole Européenne de Lille

L'histogramme ci-après illustre le bilan 2018 des émissions de polluants pour la Métropole Européenne de Lille (MEL) comportant 95 communes et plus d'un million d'habitants.

En 2018, la répartition des émissions de polluants concernant la Métropole Européenne de Lille est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NO_x)** : le transport routier est l'émetteur majoritaire (62,8 %), suivi par les industries (12,1 %) et le résidentiel (9,2 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le résidentiel est le principal émetteur (59,0 %), suivi par les émetteurs non inclus (13,2 %), les industries (10,9 %) et le transport routier (7,5 %).
- **Particules PM10** : le principal émetteur est le secteur résidentiel (42,3 %), suivi par le transport routier (32,8 %) et les industries (10,4 %).
- **Particules PM2,5** : le secteur résidentiel est l'émetteur majoritaire (54,9 %), suivi par le transport routier (27,8 %) et les industries (7,8 %).
- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : le secteur résidentiel est le principal contributeur (54,9 %), suivi par l'énergie (35,7 %), et le tertiaire (4,2 %).
- **Ammoniac (NH₃)** : l'agriculture est l'émetteur majoritaire (81,8 %), suivi par l'énergie (5,2 %) et le transport routier (5,0 %).
- **Monoxyde de carbone** : le secteur résidentiel est l'émetteur majoritaire (71,4 %), suivi par le transport routier (17,6 %) et les industries (6,1 %).

- **Gaz à Effet de Serre (GES)** : le transport routier est le principal contributeur (35,5 %), suivi par le résidentiel (26,8 %), les industries (12,7 %) et le tertiaire (12,0 %).

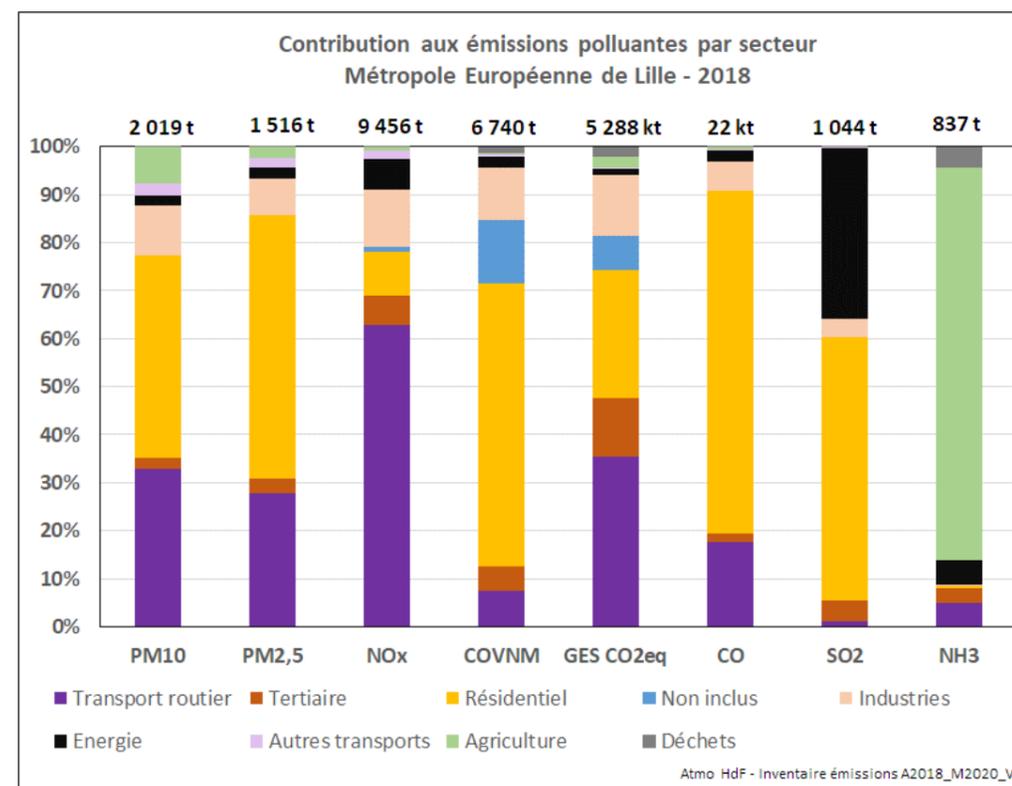


Figure 7: Bilan des émissions annuelles pour la Métropole Européenne de Lille (source : Données Atmo Hauts-de-France, Inventaire des émissions A2018_M2020_V2)

Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2018 au sein de la MEL sont le **secteur résidentiel** (COVNM, CO, PM10, PM2,5, SO₂, NO_x), le **transport routier** (NO_x, PM10, PM2,5, CO, COVNM), l'**industrie** (PM10, PM2,5, NO_x, COVNM, CO, SO₂), les **émetteurs non inclus** (CONVM), l'énergie (SO₂, NO_x) et l'**agriculture** (NH₃, PM10).

8.2. SECTEUR DES 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 engendrer des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser.

La planche suivante repère les réseaux de transport aux alentours du projet.

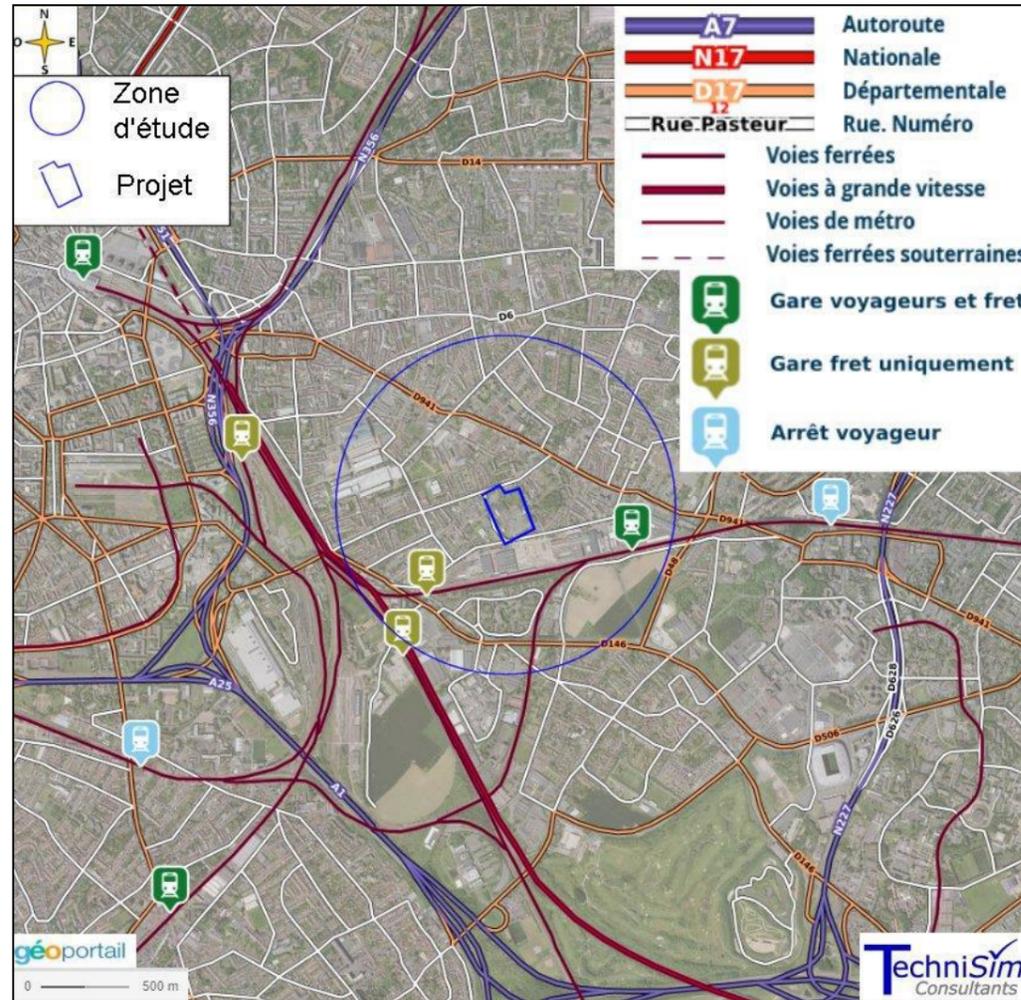


Figure 8 : Réseaux de transport aux alentours du projet

À l'échelle de la zone d'étude, les transports routier et ferroviaire contribuent aux émissions du secteur des transports.

❖ Transport routier

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

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

La planche suivante indique les trafics en TMJA sur les axes principaux autour du projet.

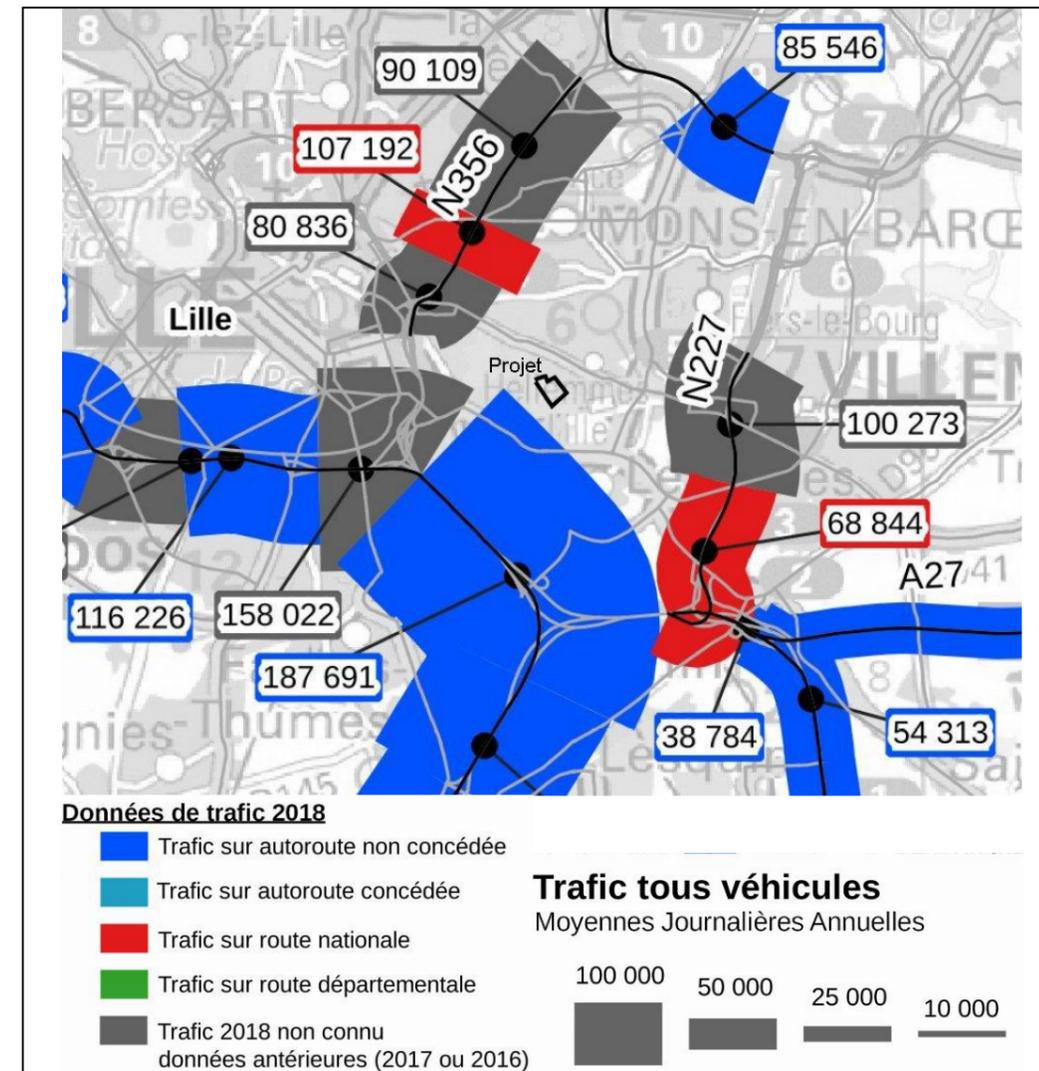


Figure 9: Carte des trafics 2018 [Source : Préfet de la région Hauts-de-France]

Les données qui vont suivre proviennent des cartes TMJA des Hauts-de-France et des données ouvertes de la Métropole Européenne de Lille⁵.

Ainsi, les principales voies routières aux alentours du projet sont les suivantes :

- La Route Nationale N356 (107 192 véh. /jour dont 8 357 PL en 2018) ;
- La Rue Roger Salengro (TMJA inconnu) ;
- La Rue Chanzy (5 660 véh. /jour dont 232 PL en 2020) ;
- La Rue Ferdinand Mathias (2 744 véh. / jour dont 24 PL en 2017) ;
- Le Boulevard de Lézennes M146 (12 239 véh. / jour dont 409 PL en 2021) ;
- L'autoroute A1 (187 691 véh./j dont 15 234 PL en 2018) mais est située plus à distance du projet.

❖ **Transport ferroviaire**

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

Le projet est situé à proximité du Technicentre de la SNCF, entre les gares de Lézennes et Hellemmes. Les voies ferrées sont situées au Sud et à l'Ouest du projet.

Ces voies sont des voies électrifiées. Peu de trains roulant au diesel circulent sur ces lignes (cf. figures suivantes).

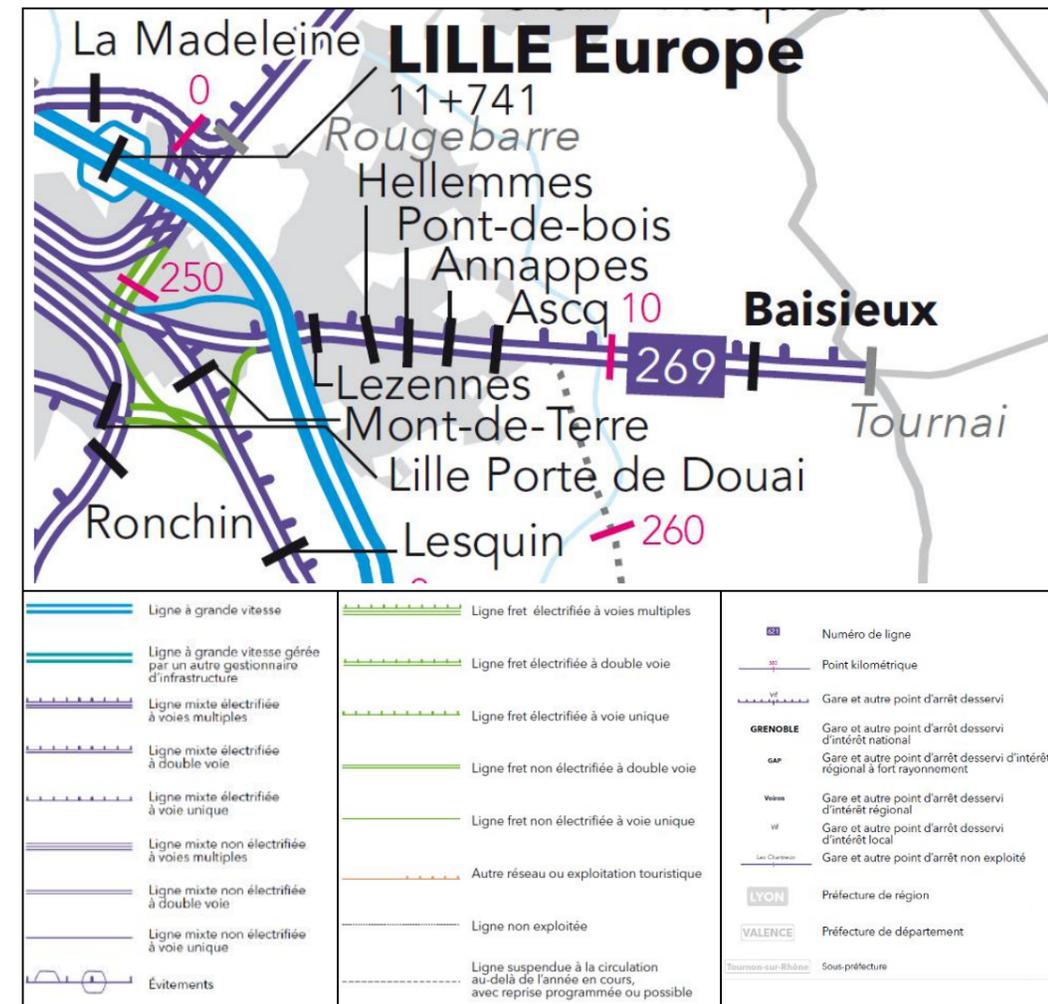


Figure 10 : Lignes de trains électrifiées [source : SNCF, Atlas du réseau ferré en France, Situation au 1^{er} avril 2020]

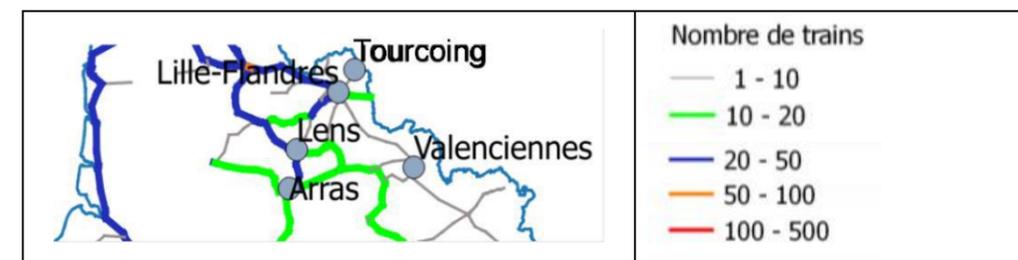


Figure 11 : Nombre de trains circulant au diesel sur les lignes en 2017 [Source : Rapport final : verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France, Benoit Simian, député, Novembre 2018]

Les émissions du transport ferroviaire ressortent comme minoritaires en comparaison des émissions du transport routier (schéma suivant).

⁵ <https://opendata.lillemetropole.fr/>

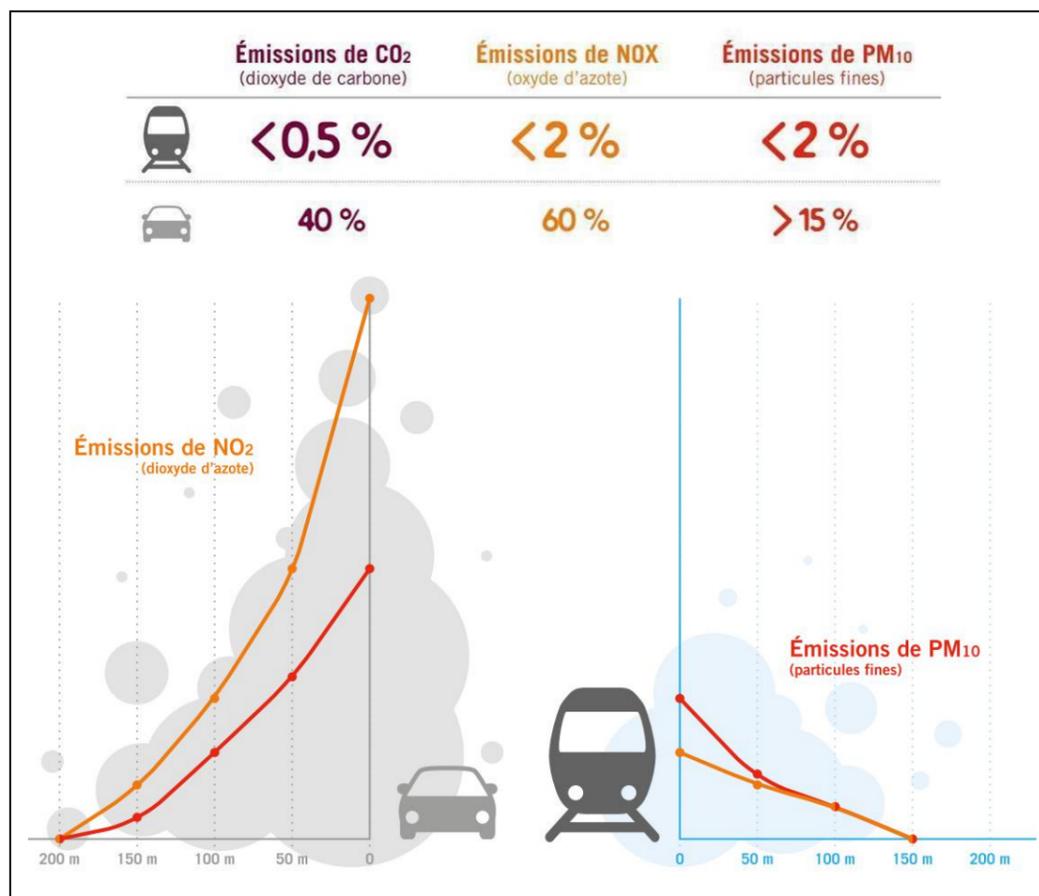


Figure 12 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015]

❖ Transport aérien

Les aéroports sont émetteurs de CO₂, CH₄, N₂O, HFC (Hydrofluorocarbures) ; NO_x ; COV (Composés Organiques Volatils) et particules.

Aucun aéroport ou aérodrome n'est présent à proximité **immédiate** de la zone étudiée. L'aéroport le plus proche est l'aéroport de Lille-Lesquin, à environ 5,3 km à vol d'oiseau au Sud du projet.

❖ Transport fluvial

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

Aucune voie navigable n'est recensée sur la zone d'étude.

Concernant les réseaux de transport, la zone d'étude, en termes de qualité de l'air est susceptible d'être impacté essentiellement par le transport routier : Route Nationale N356 (107 192 véh. /jour dont 8 357 PL en 2018) ; Rue Roger Salengro (TMJA inconnu) ; Rue Chanzy (5 660 véh. /jour dont 232 PL en 2020) ; Rue Ferdinand Mathias (2 744 véh. / jour dont 24 PL en 2017) ; Boulevard de Lézennes M146 (12 239 véh. / jour dont 409 PL en 2021) et Autoroute A1 (187 691 véh./j dont 15 234 PL en 2018 mais est située plus à distance du projet).

Le transport ferroviaire est également contributeur, mais en moindre mesure comparativement 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 solvants⁶.

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.

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

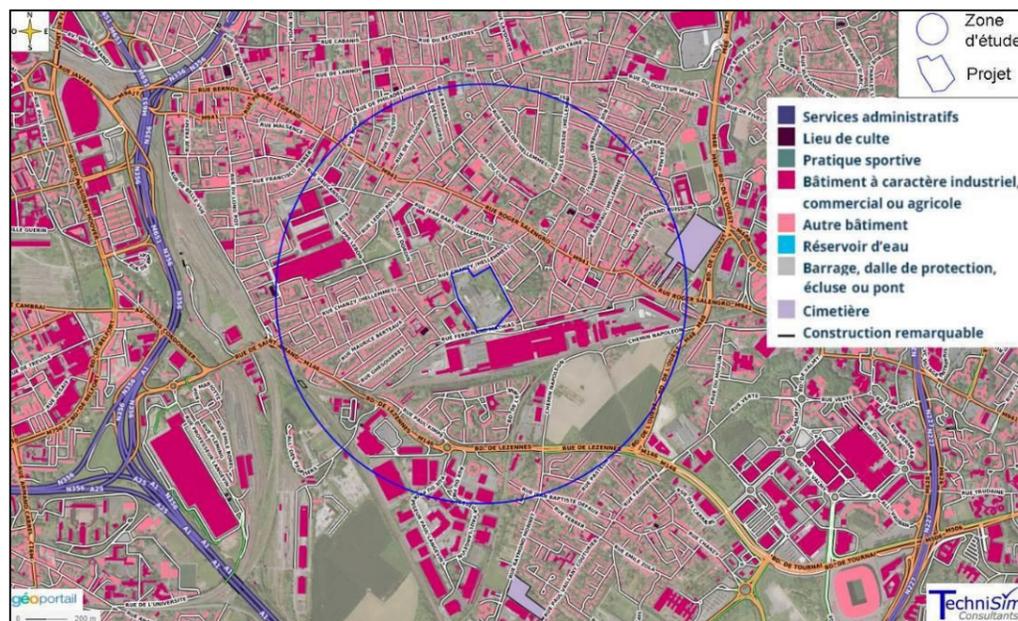


Figure 13 : Environnement du projet par typologie de bâtiments

En l'état actuel, l'emprise projet ne comporte aucun bâtiment.

La zone d'étude comporte en majorité des bâtiments à caractère industriel / commercial / agricole et « d'autres bâtiments » (principalement résidentiel), ainsi que quelques lieux de cultes.

En 2017, d'après les données de l'Observatoire Climat des Hauts-de-France, le mix énergétique des secteurs résidentiel et tertiaire (total de 62,4 TWh de consommation d'énergie finale) de la région était le suivant :

- Produits pétroliers (7,76 % du résidentiel et 33,24 % du tertiaire) ;
- Gaz (37,33 % du résidentiel) ;
- Électricité (28,48 % du résidentiel et 62,05 % du tertiaire) ;
- Bois (19,85 % du résidentiel) ;
- Chauffage urbain (2,56 % du résidentiel et 4,71 % du tertiaire) ;
- Autres (4,02 % du résidentiel).

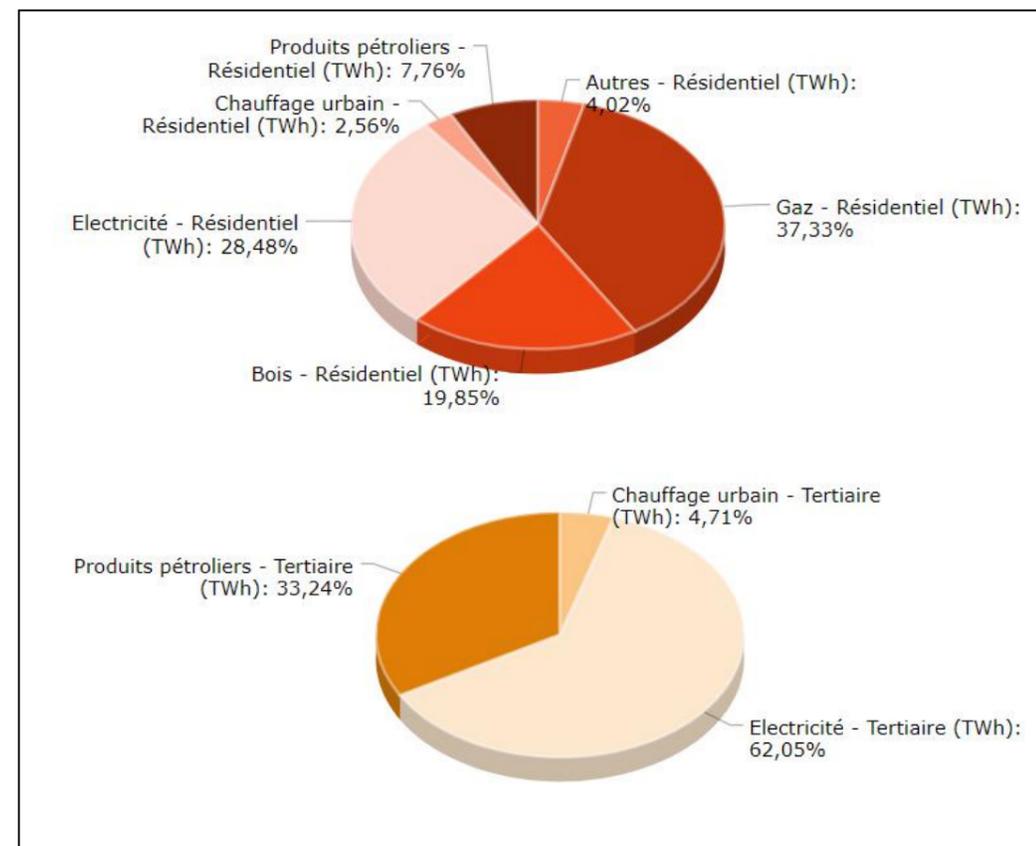


Figure 14 : Mix énergétique du résidentiel & tertiaire en région Hauts-de-France en 2017 (Source : Observatoire Climat Hauts-de-France⁷)

Concernant les secteurs résidentiel et tertiaire, la zone d'étude est susceptible d'être impactés par les émissions des bâtiments aux alentours, notamment par l'utilisation de produits pétroliers ou de bois pour le chauffage, le cas échéant.

⁷ <http://www.observatoireclimat-hautsdefrance.org/Les-indicateurs/Consommation-d-energie-finale/Bilan-consommation-d-energie-finale-par-type-et-par-secteur>

8.4. SECTEUR AGRICOLE

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

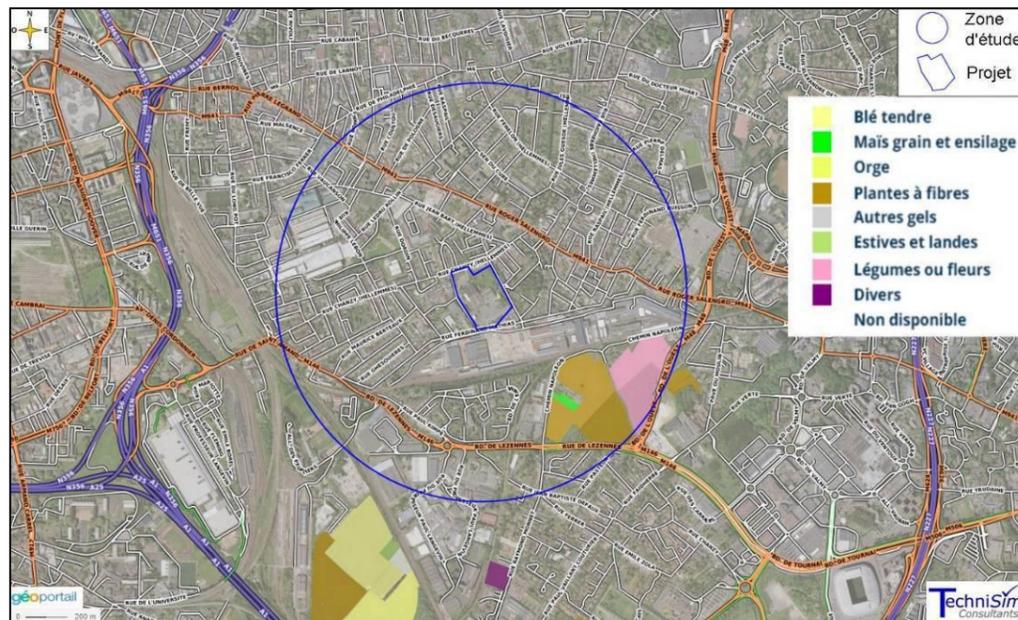


Figure 15 : Parcelles agricoles en 2020 autour du projet

Selon le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2020, des parcelles de maïs, de lin et de pommes de terre de consommation sont présentes au Sud-Est de la zone d'étude. Ces parcelles sont situées au-delà la zone de retombées particulières (100 m autour du projet).
Le secteur agricole est un contributeur minoritaire aux émissions de polluants atmosphériques sur la zone d'étude.

8.5. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

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

Néanmoins, quelques ICPE sont présentes sur la zone d'étude et sont susceptibles de générer des polluants atmosphériques en fonction de leurs activités (notamment le Technicentre SNCF).

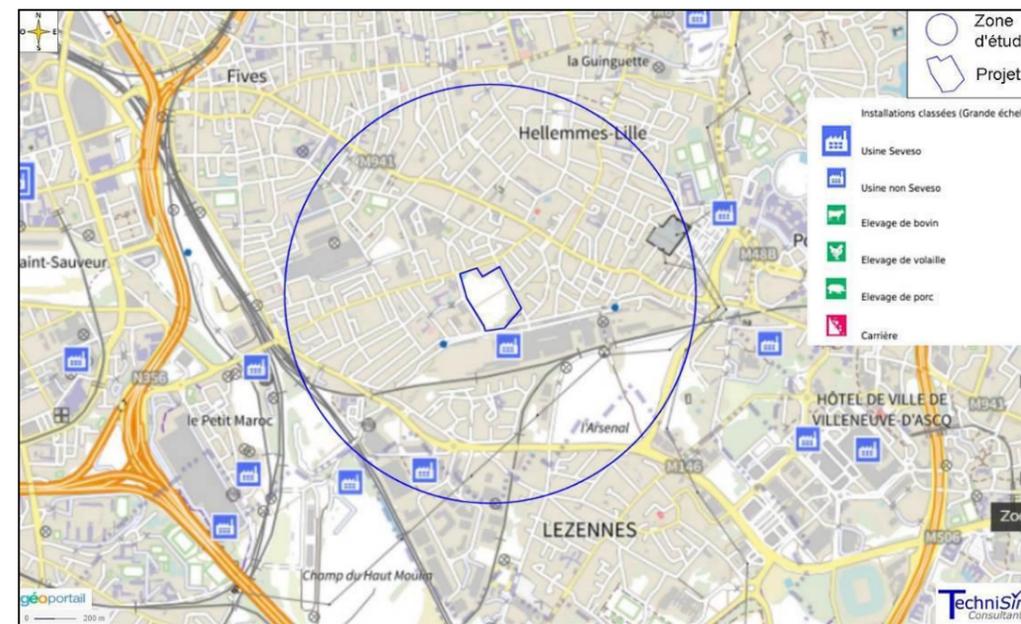


Figure 16 : Installations classées pour la Protection de l'Environnement sur la zone d'étude (Source : Géorisques)

8.6. SYNTHÈSE

Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2018 au sein de la MEL sont le **secteur résidentiel** (COVNM, CO, PM10, PM2,5, SO₂, NO_x), le **transport routier** (NO_x, PM10, PM2,5, CO, COVNM), **l'industrie** (PM10, PM2,5, NO_x, COVNM, CO, SO₂), les **émetteurs non inclus** (CONVM), l'énergie (SO₂, NO_x) et **l'agriculture** (NH₃, PM10).

Les principaux axes routiers de la zone d'étude sont la Route Nationale N356 (107 192 véh. /jour dont 8 357 PL en 2018), la Rue Roger Salengro (TMJA inconnu), la Rue Chanzy (5 660 véh. /jour dont 232 PL en 2020), la Rue Ferdinand Mathias (2 744 véh. / jour dont 24 PL en 2017), le Boulevard de Lézennes M146 (12 239 véh. / jour dont 409 PL en 2021) et l'autoroute A1 (187 691 véh./j dont 15 234 PL en 2018, mais est située plus à distance du projet).

- Le projet est situé à proximité du Technicentre de la SNCF, entre les gares de Lézennes et Hellemmes. Les voies ferrées sont situées au Sud et à l'Ouest du projet.

Ces voies sont des voies électrifiées. Peu de trains roulant au diesel circulent sur ces lignes.

-Il n'y a aucune voie navigable dans la zone d'étude.

-Aucun aéroport/aérodrome n'est installé au sein de la zone d'étude.

-Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie tels que l'utilisation du bois ou de produits pétroliers comme combustibles.

- Selon le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2020, des parcelles de maïs, de lin et de pommes de terre de consommation sont présentes au Sud-Est de la zone d'étude.

Ces parcelles sont situées au-delà la zone de retombées particulières (100 m autour du projet).

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

Néanmoins, quelques ICPE sont présentes sur la zone d'étude et sont susceptibles de générer des polluants atmosphériques en fonction de leurs activités (notamment le Technicentre SNCF).

À l'échelle de la zone d'étude, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. En outre, le transport ferroviaire, l'agriculture et l'industrie contribuent également mais en moindre mesure.

9. QUALITÉ DE L'AIR

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

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

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

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

Le rôle essentiel de ces organismes est l'information du public sur la qualité de l'air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l'air ont une compétence régionale, mais déployable à l'échelle locale.

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

Concernant la région Hauts-de-France, l'organisme en charge de cette mission est l'association Atmo Hauts-de-France.

9.1. BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN HAUTS-DE-FRANCE EN 2020

L'année 2020 a été une année très particulière, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont entraîné une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps.

Depuis 2010, la qualité de l'air dans les Hauts-de-France s'améliore. **En 2020, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l'exception de l'ozone qui continue d'augmenter.**

En 2020, les Hauts-de-France enregistrent 28 jours d'épisodes de pollution, soit 23 de moins qu'en 2019, dont 1 jour d'alerte (5 en 2019). Ces épisodes sont principalement liés aux particules PM10 avec 20 jours. 3 jours d'épisodes sont dus à l'ozone et 5 jours sont associés simultanément aux particules et à l'ozone. Contrairement à 2019, aucun épisode de pollution n'est lié au dioxyde de soufre.

À l'exception de l'ozone (en augmentation assez constante depuis 10 ans), la baisse tendancielle des niveaux de pollution chronique pour le dioxyde d'azote et les particules fines PM2,5 se poursuit (les particules fines PM10 ont diminué mais restent stables depuis 2014) et l'intensité de dépassement des normes se réduit d'année en année.

En 2020, l'hiver et l'automne (doux, humide et venteux) ont favorisé la baisse des concentrations en particules et en dioxyde d'azote. Les pics de forte chaleur ont participé à la formation de l'ozone durant l'été.

❖ Dioxyde d'azote (NO₂)

De 2010 à 2020, les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont globalement en baisse dans la région, pour toutes les conditions de mesures (urbaine-périurbaine, proximité industrielle, proximité automobile). Depuis 2018, une nouvelle mesure en condition rurale est réalisée. Elle montre que les concentrations en dioxyde d'azote ont diminué de 25 % entre 2018 et 2020.

Aucun épisode de pollution au dioxyde d'azote n'est constaté dans les Hauts-de-France depuis 2010, et les valeurs réglementaires sont respectées depuis 2012.

❖ Particules PM10

Depuis 2010, les concentrations moyennes annuelles en particules PM10 sont globalement en baisse sur la région pour toutes les configurations (urbaine-périurbaine, rurale, proximité automobile, proximité industrielle).

Malgré une tendance à l'amélioration au cours des dernières années, les seuils d'information-recommandation et d'alerte pour les particules PM10 sont encore régulièrement dépassés. En revanche, les valeurs limites réglementaires (concentration moyenne annuelle et nombre de jours dépassant le seuil journalier) et l'objectif de qualité sont respectés sur l'ensemble de la région. Néanmoins les anciennes recommandations annuelles et journalières de l'OMS étaient encore dépassées.

❖ Particules fines PM2,5

Identiquement aux PM10, depuis 2009, les concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 sont globalement en baisse sur la région pour toutes les conditions de mesures (urbaine-périurbaine, rurale, proximité automobile). Aucune surveillance en proximité industrielle n'a eu lieu.

La valeur limite annuelle et la valeur cible annuelle sont respectées. En revanche, les niveaux moyens annuels demeurent toujours supérieurs à l'ancienne recommandation annuelle de l'OMS correspondant à l'objectif de qualité de la réglementation française. L'ancienne recommandation journalière de l'OMS est elle aussi encore dépassée.

❖ Ozone (O₃)

Depuis 2010, les concentrations moyennes annuelles en ozone sont globalement en hausse sur la région, dans toutes les conditions de mesures (urbaine-périurbaine et rurale). Après une baisse en 2016, liée à un été moins chaud et moins ensoleillé que les années précédentes, les concentrations moyennes annuelles ont atteint un maximum en 2018 et 2020 (rurale) et en 2020 (urbaine-périurbaine).

L'objectif à long terme de protection de la santé (seuil de 120 µg/m³ à ne pas dépasser en moyenne glissante sur 8h) est dépassé pour toutes les stations en 2020. L'intensité de ces dépassements est très dépendante des conditions météorologiques estivales, notamment la température et l'ensoleillement. L'ozone est le seul polluant pour lequel les tendances annuelles ne présentent pas d'amélioration.

❖ Benzène

Depuis 2010, les concentrations moyennes annuelles en benzène mesurées sont stables et respectent les valeurs réglementaires pour les conditions urbaine-périurbaine, proximité automobile et proximité industrielle.

La valeur limite annuelle (fixée à 5 µg/m³) et l'objectif de qualité (2 µg/m³) sont respectés pour toutes les stations de mesures.

❖ Benzo(a)pyrène

Depuis 2010, les concentrations moyennes annuelles en B(a)P restent relativement faibles en conditions de fond et en proximité automobile, excepté en 2017. En revanche, en conditions de proximité industrielle, les concentrations fluctuent d'une année à l'autre. Le point de mesures en condition rurale installé en 2013 et 2014 n'a pas été maintenu.

La valeur cible européenne fixée à 1 ng/m³ est respectée sur l'ensemble des stations de mesure d'Atmo Hauts-de-France.

❖ Monoxyde de carbone (CO)

Entre 2010 et 2020, les concentrations moyennes annuelles en monoxyde de carbone étaient globalement en baisse pour les conditions urbaine-périurbaine, proximité automobile et proximité industrielle. Depuis 2018, la station de Grande-Synthe enregistre une légère augmentation avec une valeur supérieure à la limite de détection.

La valeur limite est respectée pour toutes les stations mesurant le monoxyde de carbone.

❖ Métaux lourds (Plomb, Cadmium, Nickel, Arsenic)

Les concentrations moyennes mesurées sont très inférieures aux valeurs réglementaires en ce qui concerne le plomb, le cadmium et l'arsenic.

En revanche, la valeur cible pour le Nickel est dépassée sur le site d'Isbergues Vandaele.

❖ Dioxyde de soufre (SO₂)

Depuis 2011, toutes les moyennes annuelles se situent en dessous de la limite de détection.

Des épisodes de pollution au dioxyde de soufre localisés sur le Dunkerquois ont lieu depuis 2016, avec quelques dépassements du seuil d'information-recommandation en 2016, 2018 et 2019.

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

Dans son bilan annuel, Atmo Hauts-de-France a évalué l'impact des mesures de confinement sur la qualité de l'air de la région :

• **Impact sur les oxydes d'azote (NOx)**

Les concentrations de dioxyde d'azote ont nettement diminué pendant le 1^{er} confinement avec un effet plus marqué en proximité du trafic. Les concentrations moyennes journalières ont été inférieures de l'ordre de 49 % en moyenne en proximité automobile en mars/avril 2020, comparées à la même période en 2019 en lien avec la baisse du trafic. Les concentrations en proximité automobile se sont visiblement rapprochées de celles de fond.

Le déconfinement s'est traduit par une légère hausse des concentrations de dioxyde d'azote. Les niveaux de concentrations sont restés cependant plus faibles que les années précédentes à la même période.

Des tendances similaires ont été observées pendant le 2^e confinement, mais dans une moindre mesure. L'écart entre les typologies est resté beaucoup plus notable que pour le 1^{er} confinement.

• **Impact sur les particules PM10**

Pas de réelle tendance sur les concentrations en particules. Les niveaux de particules en situation de fond et en proximité automobile sont restés proches durant toute la période du 1^{er} confinement et ne mettent pas en exergue l'impact du confinement / déconfinement. On note toutefois une diminution du carbone suie (traceur dans les particules du trafic routier) en proximité automobile en lien avec la baisse du trafic.

Lors du déconfinement, on constate également une légère hausse sur les particules, en proximité automobile. Tout comme lors du 1^{er} confinement, les concentrations en particules sont restées similaires aux niveaux historiques pour le 2^e confinement.

Le maintien des concentrations peut s'expliquer par la formation de particules secondaires, phénomène récurrent au printemps et à l'automne, et l'apport de particules en provenance d'autres pays – régions.

9.2. ZONES COUVERTES PAR LE PPA NORD-PAS-DE-CALAIS

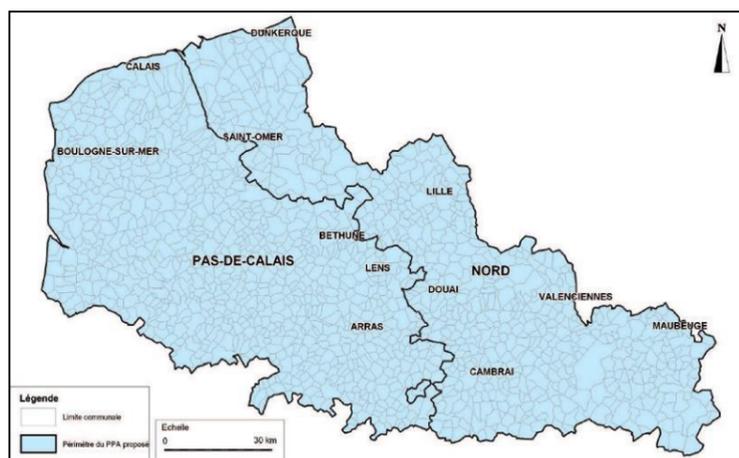


Figure 17 : Périmètre du PPA Nord-Pas-de-Calais (source : Atmo Hauts-de-France)

La zone d'étude est couverte par le PPA de l'ex-région Nord-Pas-de-Calais.

9.3. 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 mise en œuvre d'une méthodologie nationale d'identifications des zones sensibles doit permettre de déterminer dans le cadre du SRCAE les zones sur lesquelles les orientations visant à améliorer la qualité de l'air doivent être renforcées.

Le résultat de cette méthodologie en Nord-Pas-de-Calais est illustré sur la carte ci-après.

Au sens du SRCAE, la zone d'étude est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air de l'ex-région Nord-Pas-de-Calais.

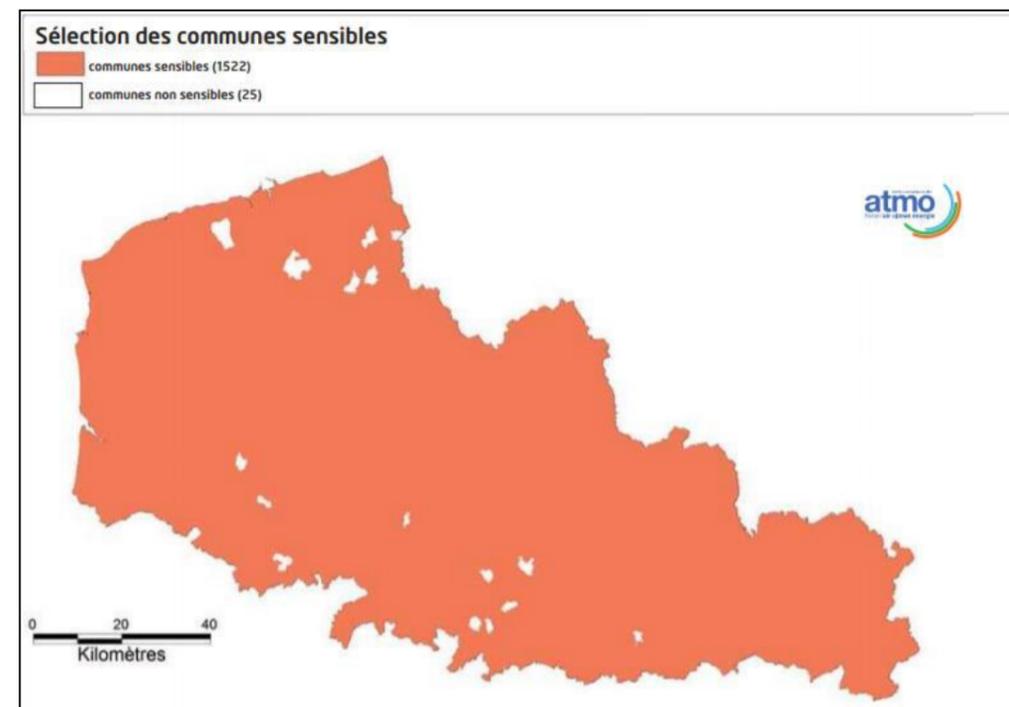


Figure 18 : Emplacement des zones sensibles selon le SRCAE de l'ex-région Nord-Pas-de-Calais

9.4. 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 de dégradation de l'environnement.

9.4.1. 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), au dioxyde de soufre (SO₂) et à l'ozone (O₃).

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).

La caractérisation d'un épisode de pollution 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, à partir, soit :

- 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**, lorsqu'au moins 10% de la population d'une des plusieurs zones sont concernés par un dépassement de seuil (PM10, ozone, NO₂) ;
- de **mesures constatant le dépassement du seuil**, dans le cas du dioxyde d'azote NO₂ et du dioxyde de soufre SO₂ lorsque le dépassement de seuil est constaté par la mesure d'une station de fond (caractéristique de la qualité de l'air ambiante).

Les seuils d'information-recommandations et les seuils d'alerte font référence aux niveaux de concentration dans l'air des polluants visés.

Ces seuils sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte (Source : Atmo Hauts-de-France)

Seuils définis par l'article R.22-1 du code de l'environnement	Niveau d'information et de recommandation (NIR)	Niveau d'alerte (NA)
Ozone (O ₃) Moyenne horaire	180 µg/m ³	Seuil 1 : 240 µg/m ³ pendant 3h consécutives
		Seuil 2 : 300 µg/m ³ pendant 3h consécutives
		Seuil 3 : 360 µg/m ³
Dioxyde d'azote (NO ₂) Moyenne horaire	200 µg/m ³	400 µg/m ³ pendant 3h consécutives ou persistance : 200 µg/m ³ plus de 2 jours consécutifs (J-1, J et J+1)
Dioxyde de soufre (SO ₂) Moyenne horaire	300 µg/m ³	500 µg/m ³ pendant 3h consécutives
Particules PM10 Moyenne journalière	50 µg/m ³	80 µg/m ³ (seuil admis par le CSHPF) ou persistance : 50 µg/m ³ plus de 2 jours consécutifs (J et J+1)

9.4.2. Historique des dépassements

L'historique ci-après représente le nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département du Nord depuis 2017.

Nota : Les données antérieures à 2017 ne sont pas disponibles.

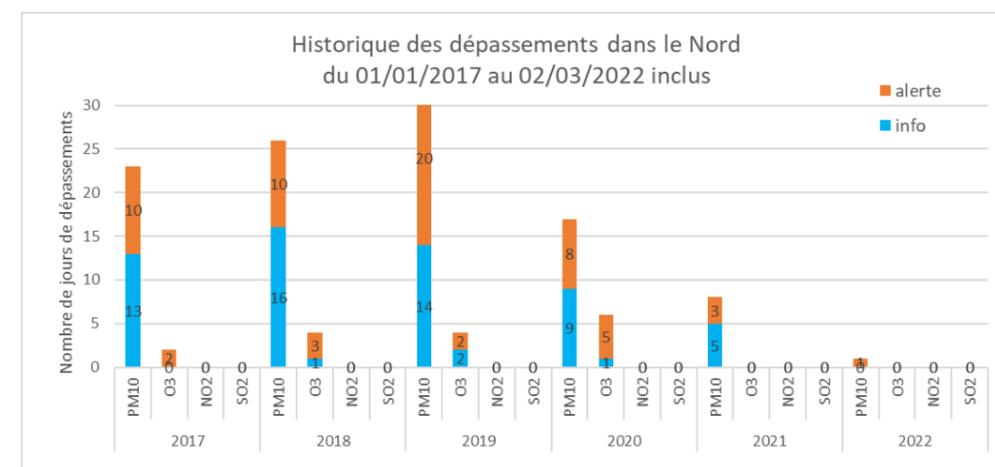


Figure 19 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département du Nord du 1^{er} janvier 2017 au 2 mars 2022 inclus

Il convient de retenir que les déclenchements concernent uniquement les PM10 (période hivernale) et l'ozone (période estivale).

Malgré des conditions caniculaires exceptionnelles en 2019, le département du Nord a été plutôt épargné au niveau des dépassements pour l'ozone.

Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département.

En 2020 le département a connu 17 épisodes de pollution aux PM10 (9 dépassements du seuil d'information/recommandations et 8 dépassements du seuil d'alerte) et 6 épisodes de pollution à l'ozone (1 dépassement du seuil d'information et 5 dépassements du seuil d'alerte). Ces données 2020 sont néanmoins 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.

À l'échelle du département du Nord, les déclenchements du seuil d'information-recommandations et d'alerte sont récurrents pour les PM10 et l'ozone. Malgré la survenue de fortes vagues de chaleur, l'année 2019 n'a pas été particulièrement touchée par l'ozone. Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département. En 2021, le département a connu 8 épisodes de pollution aux PM10 (5 dépassements du seuil d'information et 3 dépassements du seuil d'alerte). En 2022, à la date du 2 mars 2022, le département a connu 1 dépassement du seuil d'alerte pour les PM10

9.5. DONNÉES ATMO HAUTS-DE-FRANCE

9.5.1. Mesures réalisées par Atmo Hauts-de-France

Les stations de mesure de l'Aasqa Atmo Hauts-de-France les plus proches du projet sont les stations « Lille Fives » et « Lille Leeds », dont les caractéristiques sont reportées dans le tableau ci-après et dont la localisation est repérée en figure suivante.

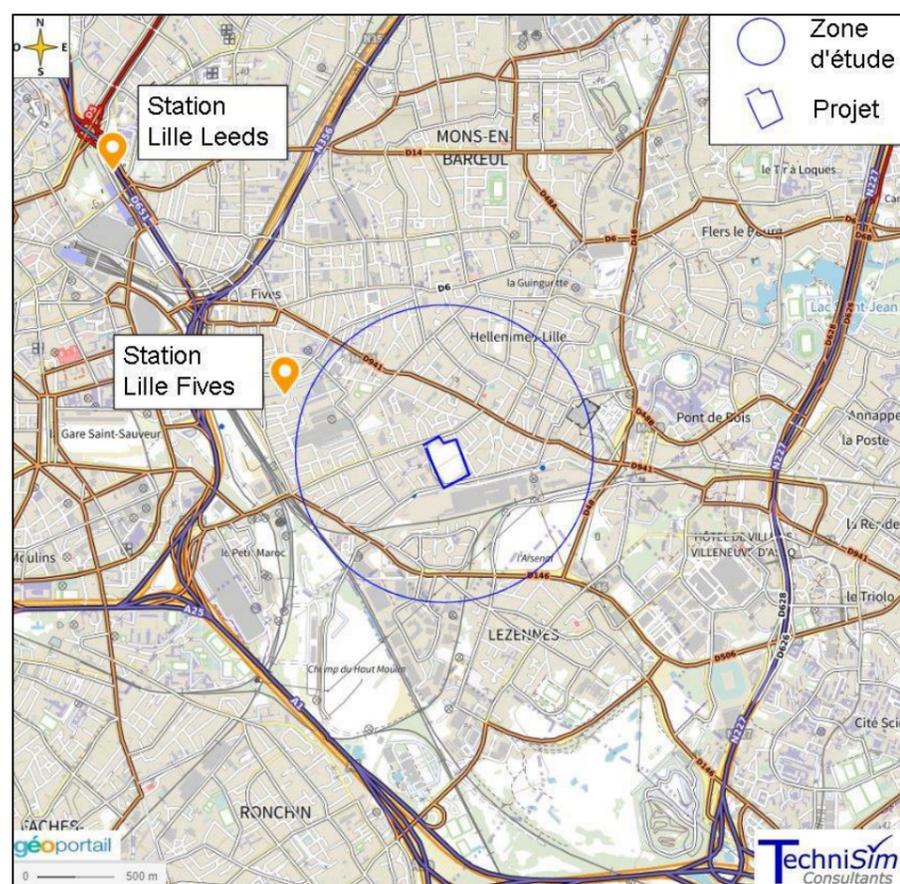


Figure 20 : Localisation des stations de mesure Atmo Hauts-de-France par rapport au projet

Tableau 6 : Caractéristiques des stations de mesure Atmo Hauts de France

Stations	Type	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
Lille FIVES	Urbaine De fond	Groupe Lakanal Campau Rue du long Pot 59800 Lille Fives Latitude : 50° 37' 41" Longitude : 3° 5' 26" Altitude : 27 m	1,1 km	<ul style="list-style-type: none"> NO₂ et NO PM2,5 PM10 O₃
Lille LEEDS	Station de proximité automobile	Boulevard de Leeds 59700 Lille Leeds Latitude : 50° 38' 27" Longitude : 3° 4' 30" Altitude : 22 m	2,8 km	<ul style="list-style-type: none"> NO₂ et NO PM2,5 BTEX

Note :

- 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.

D'après les résultats des stations de mesures « Lille Five » et « Lille Leeds », entre 2015 et 2020 :

- Pour le dioxyde d'azote NO₂**, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 40 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 10 µg/m³. Aucun dépassement du seuil d'information (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'est mesuré.
- Pour les particules fines PM10**, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 40 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 15 µg/m³. La valeur de 50 µg/m³ en moyenne journalière est dépassée chaque année (excepté en 2020), le nombre de dépassements respectant la réglementation (moins de 35 dépassements par an), mais dépassant l'ancienne recommandation de l'OMS (3 dépassements max). La nouvelle recommandation de l'OMS (3 dépassements du seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée chaque année (excepté en 2020).
- Pour les particules fines PM2,5**, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 25 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 5 µg/m³. Les recommandations journalières de l'OMS (ancienne et nouvelle, respectivement 3 dépassements max des seuils de 25 et 15 µg/m³) sont largement dépassées chaque année.
- Pour l'ozone O₃**, des dépassements du seuil d'information (180 µg/m³ en moyenne horaire) sont mesurés en 2018 et 2020, et aucun dépassement du seuil d'alerte (240 µg/m³ en moyenne horaire).
- Pour les BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes)**, les concentrations sont faibles, et respectent chaque année l'objectif de qualité dans le cas du benzène.

9.5.2. Indice ATMO

L'indice français de la qualité de l'air est l'indice « ATMO ». L'arrêté du 10 juillet 2020 (NOR : TRER2017892A) modifiant 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. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais.

Le code couleur s'étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).

Chaque indice est composé de 5 sous-indices étant respectivement représentatif d'un polluant de l'air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10) ;
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5) ;
- Ozone (O₃) ;
- Dioxyde d'azote (NO₂) ;
- Dioxyde de soufre (SO₂).

Le tableau suivant présente les seuils et les couleurs de ce nouvel indice.

Tableau 7 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021

		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

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 ou très mauvaise découle du changement de la méthode de calcul, de l'intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils.

Cela ne résulte pas en tout état de cause d'une dégradation de la qualité de l'air qui tend à s'améliorer depuis vingt ans.

L'historique de l'indice ATMO pour la commune de Lille est donné ci-après.

Tableau 8 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Lille en 2021 (source Atmo HdF)

Indice ATMO 2021	Nombre de jours en 2021	Pourcentage sur la période
Bon	4	1,1%
Moyen	260	71,2%
Dégradé	59	16,2%
Mauvais	38	10,4%
Très Mauvais	1	0,3%
Extrêmement Mauvais	0	0,0%

Selon l'indice ATMO 2021, la qualité de l'air pour la commune de Lille peut être qualifiée de « Bonne » 1,1 % de la période, de « Moyenne » 71,2 % de la période, de « Dégradée » 16,2 % de la période, de « Mauvaise » 10,4 % de la période et de « Très mauvaise » 0,3 % de la période.

9.5.3. Modélisations réalisées par Atmo Hauts-de-France

❖ Modélisation des concentrations annuelles en polluants par Atmo HDF

Les figures suivantes représentent les modélisations en moyenne annuelle des concentrations en PM10, PM2,5 et NO₂ à l'échelle de la zone d'étude pour l'année 2020.

D'après les modélisations Atmo Hauts-de-France, **à l'échelle de la zone d'étude**, la qualité de l'air se révèle plutôt **moyenne**. Bien logiquement, les concentrations sont plus importantes aux abords des axes routiers et sont d'autant plus élevées que l'axe est important (exemple : Autoroute A1).

Au niveau de l'emprise projet, les modélisations d'Atmo Hauts-de-France font ressortir qu'en 2020, les valeurs limites réglementaires annuelles en PM10, PM2,5 et NO₂ sont respectées sur l'ensemble du projet.

L'objectif de qualité pour les PM10 est respecté, celui des PM2,5 semble dépassé, et celui de l'ozone O₃ est dépassé.

Les recommandations annuelles de l'OMS concernant le NO₂, les PM10 et les PM2,5 semblent toutes dépassées.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'emprise projet peut être qualifiée de plutôt moyenne compte tenu des nouvelles recommandations OMS non respectées bien que les valeurs seuils réglementaires le soit sur l'intégralité de l'emprise projet.

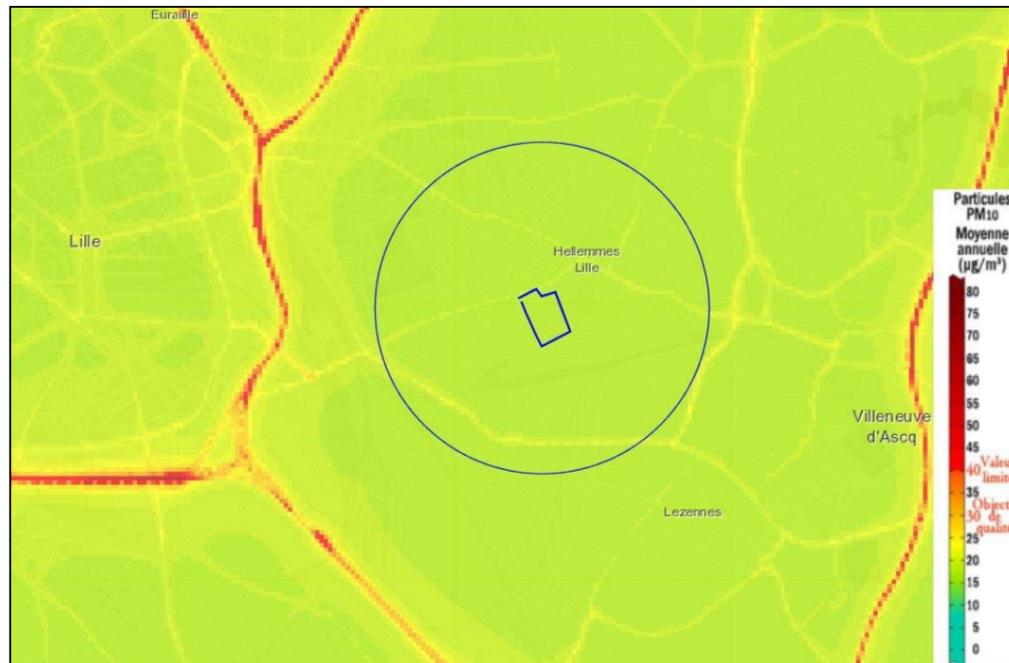


Figure 21 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2020 (source : Atmo HDF)



Figure 22 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2020 (source : Atmo HDF)

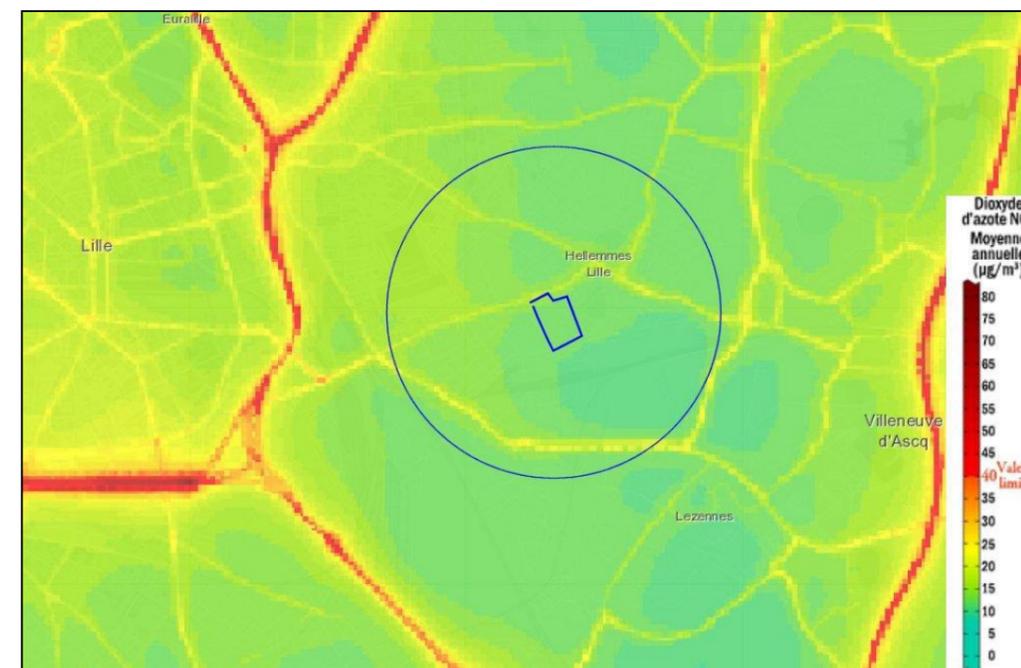


Figure 23 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2020 (source : Atmo HDF)



Figure 24 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en O₃, 2020 (source : Atmo HDF)

❖ Carte Stratégique Air (CSA)

La Carte Stratégique Air est un indicateur cartographique multi-polluants 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 **É**tabli**s**sements **R**ecevant du **P**ublic (ERP) peut être croisée avec ces cartes afin de déterminer lesquels sont implantés 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 qualité de l'air dégradée. 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, ...

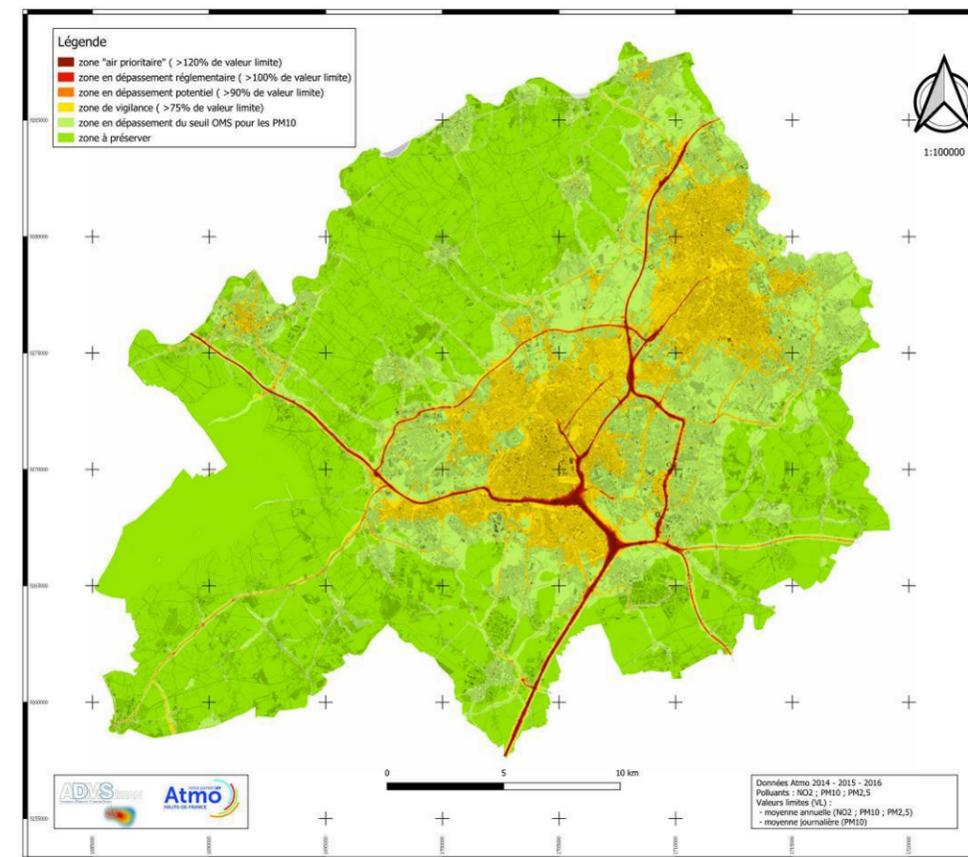


Figure 25 : Carte stratégique Air de la Métropole Européenne de Lille (sur 3 ans : 2014-2016) – édition 2018 (source : Atmo HdF)

La carte stratégique air de la MEL tient compte de 3 polluants (PM10, PM2,5 et NO₂) et a été construite sur 3 années de données (2014 à 2016).

Selon la Carte Stratégique Air, l'emprise projet n'est pas concerné par des dépassements réglementaires. Vraisemblablement, la majeure partie de l'emprise projet se situe en zone en dépassement de l'ancien seuil OMS pour les PM10.

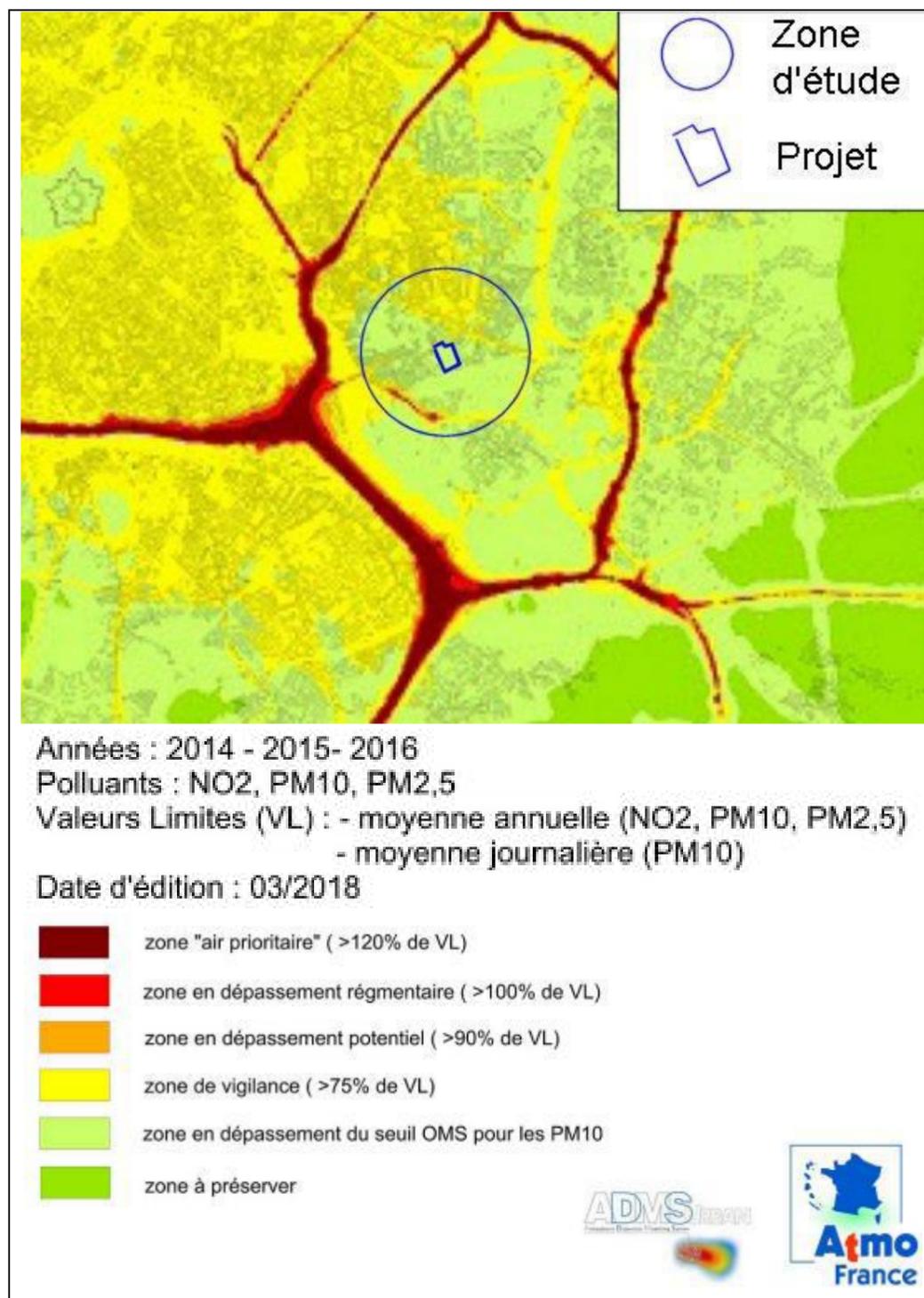


Figure 26 : Zoom sur la zone d'étude - Carte stratégique Air de la Métropole Européenne de Lille (sur 3 ans : 2014-2016) – édition mars 2018 (source : Atmo Hdf)

9.6. EXPOSITION DE LA POPULATION À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

L'exposition chronique correspond à la qualité de l'air à laquelle les populations sont exposées tout au long de l'année.

La commune de Lille fait partie de la zone de surveillance 'Zone Agglomération' (ZAG) de Lille.

❖ ZAG de Lille/Région Hauts-de-France – données 2017

Exposition aux PM_{2,5}

Le tableau suivant présente les indicateurs d'exposition aux PM_{2,5} à diverses échelles.

Tableau 9 : Indicateurs d'exposition aux PM_{2,5} – 2017 (source : Atmo Hauts-de-France)

PM _{2,5} Dépassement valeur limite de 25 µg/m ³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km ²)
ZAG de Lille	1 190 643	879
Hauts-de-France	5 726 420	31 343

Selon l'évaluation des concentrations annuelles en PM_{2,5}, plus d'un million de personnes étaient exposées à des concentrations supérieures à la valeur limite à l'échelle de la ZAG de Lille en 2017.

Exposition à l'ozone

Le tableau suivant indique les indicateurs d'exposition à l'ozone à diverses échelles.

Tableau 10 : Indicateurs d'exposition à l'ozone – 2017 (source : Atmo Hauts-de-France)

O ₃ – AOT végétation	Nombre d'habitants concernés	Superficie cumulée (km ²)
ZAG de Lille	1 077 879	852
Hauts-de-France	4 729 357	24 585
O ₃ - 120 µg/m ³ en moyenne glissante sur 8h	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km ²)
ZAG de Lille	1 190 643	879
Hauts-de-France	6 006 156	31 813

Selon l'évaluation des concentrations annuelles en ozone au niveau de la ZAG de Lille en 2017, plus d'un million de personnes étaient exposées à des dépassements du seuil de protection de la santé.

❖ Impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population en Hauts-de-France

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a présenté de nouvelles recommandations sanitaires concernant les principaux polluants de l'air, le mercredi 22 septembre. Par ces nouvelles valeurs, l'OMS met en lumière l'exposition de la population à la pollution, et alerte sur les mesures à mettre en place afin de réduire la pollution issue des activités humaines. Ces nouvelles lignes directrices de l'OMS viennent remplacer celles présentées en 2005 (cf. figure suivante).

SEUILS SANITAIRES DE L'OMS			
Comparaison des seuils de référence recommandés par l'OMS en 2005 et ceux publiés en 2021.			
Polluants	Durée	Seuils de référence 2005	Seuils de référence 2021
Particules PM2.5 (µg/m³)	Année	10	5
	24 heures*	25	15
Particules PM10 (µg/m³)	Année	20	15
	24 heures*	50	45
Ozone (µg/m³)	Pic saisonnier**	-	60
	8 heures	100	100
Dioxyde d'azote (µg/m³)	Année	40	10
	24 heures*	-	25
Dioxyde de soufre (µg/m³)	24 heures*	20	40
Monoxyde de carbone (µg/m³)	24 heures*	-	4

µg = microgramme

* 99ème centile (3 à 4 jours de dépassement par an)

** Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'ozone sur 8 heures au cours des 6 mois consécutifs où la concentration moyenne d'ozone a été la plus élevée.

Remarque : l'exposition annuelle et l'exposition pendant un pic saisonnier sont des expositions à long terme, tandis que l'exposition pendant 24h et 8h sont des expositions à court terme.

Figure 27 : Comparaison des seuils de référence OMS 2005 et 2021 pour la qualité de l'air (Source : Atmo Hdf)

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

Sur la base d'une année standard (2019) Atmo Hdf a comparé l'exposition de la population de la région Hauts-de-France entre les anciens et nouveaux seuils annuels préconisés par l'OMS pour les PM2,5 et le NO₂ (cf. figures suivantes).

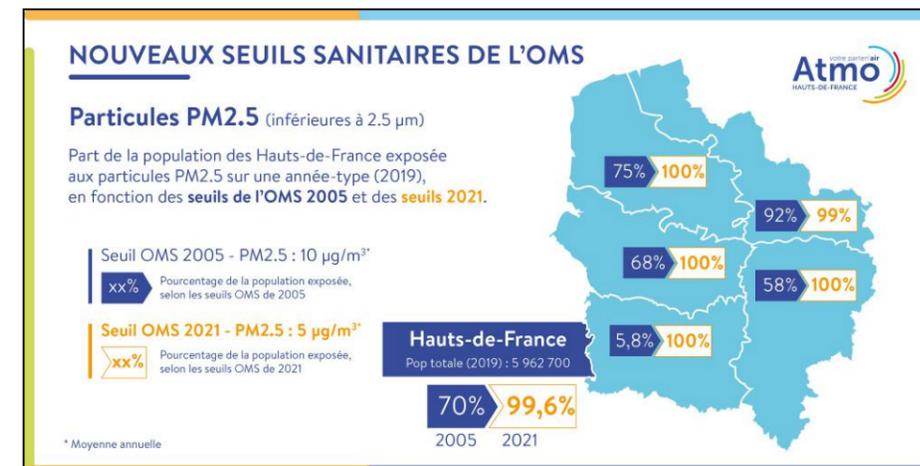


Figure 28 : Comparaison de la proportion des habitants des Hauts-de-France exposée aux dépassements des seuils OMS selon la référence de 2005 et de 2021 pour les PM2,5



Figure 29 : Comparaison de la proportion des habitants des Hauts-de-France exposée aux dépassements des seuils OMS selon la référence de 2005 et de 2021 pour le NO₂

L'abaissement de ces valeurs de référence conduit mécaniquement à placer une grande partie du territoire des Hauts-de-France en situation de dépassement de ces niveaux. En effet :

- 99,6 % de la population régionale est exposée à des niveaux supérieurs aux nouveaux seuils sanitaires OMS pour les PM2,5 alors que 70 % des habitants étaient exposés à des dépassements de l'ancienne recommandation ;
- 95 % la population régionale (localisée aux abords des axes routiers en zone urbaine) est exposée à des niveaux supérieurs aux nouveaux seuils sanitaires OMS pour le NO₂ alors que le taux d'exposition était à peine supérieur à 0% en moyenne annuelle avec la référence de 2005 (correspondant pour rappel au seuil réglementaire).

9.7. SYNTHÈSE

Région Hauts-de-France

Depuis 2010, la qualité de l'air en Hauts-de-France va en s'améliorant.

L'année 2020 est apparue comme une année très singulière, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont entraîné une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps. Il a été observé par Atmo Hauts-de-France que la diminution des niveaux de pollution a été fortement marquée pour le NO₂ et peu significative pour les particules (ces dernières ne provenant pas uniquement des émissions routières).

En 2020, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l'exception de l'ozone qui continue d'augmenter.

Département du Nord

À l'échelle du département du Nord, les déclenchements du seuil d'information-recommandations et d'alerte sont récurrents pour les PM10 et l'ozone.

Malgré la survenue de fortes vagues de chaleur, l'année 2019 n'a pas été particulièrement touchée par l'ozone.

En 2020 le département a connu 17 épisodes de pollution aux PM10 (9 dépassements du seuil d'information/recommandations et 8 dépassements du seuil d'alerte) et 6 épisodes de pollution à l'ozone (1 dépassement du seuil d'information et 5 dépassements du seuil d'alerte). Ces données 2020 sont néanmoins 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.

En 2021, le département a connu 8 épisodes de pollution aux PM10 (5 dépassements du seuil d'information et 3 dépassements du seuil d'alerte).

Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département.

En 2022, à la date du 2 mars 2022, le département a connu 1 dépassement du seuil d'alerte pour les PM10

Zone de Surveillance de la qualité de l'air 'Agglomération de Lille'

Selon l'évaluation des concentrations annuelles au niveau de la ZAG de Lille en 2017, plus de 1,1 million de personnes étaient exposées à des dépassements du seuil de protection de la végétation et du seuil de protection de la santé pour l'ozone O₃ ainsi qu'à des concentrations supérieures à la valeur limite pour les particules PM2,5.

Commune de Lille

-Selon l'indice ATMO 2021, la qualité de l'air pour la commune de Lille peut être qualifiée de « Bonne » 1,1 % de la période, de « Moyenne » 71,2 % de la période, de « Dégradée » 16,2 % de la période, de « Mauvaise » 10,4 % de la période et de « Très mauvaise » 0,3 % de la période.

Zone d'étude

La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air au sens du SRCAE et est sous couvert du PPA Nord-Pas-de-Calais.

D'après les résultats des stations de mesures « Lille Five » et « Lille Leeds », entre 2015 et 2020 :

-**Pour le dioxyde d'azote NO₂**, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 40 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 10 µg/m³. Aucun dépassement du seuil d'information (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'est mesuré.

-**Pour les particules fines PM10**, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 40 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 15 µg/m³.

La valeur de 50 µg/m³ en moyenne journalière est dépassée chaque année (excepté en 2020), le nombre de dépassements respectant la réglementation (moins de 35 dépassements par an), mais dépassant l'ancienne recommandation de l'OMS (3 dépassements max). La nouvelle recommandation de l'OMS (3 dépassements du seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée chaque année (excepté en 2020).

-**Pour les particules fines PM2,5**, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 25 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 5 µg/m³. Les recommandations journalières de l'OMS (ancienne et nouvelle, respectivement 3 dépassements max des seuils de 25 et 15 µg/m³) sont largement dépassées chaque année.

-**Pour l'ozone O₃**, des dépassements du seuil d'information (180 µg/m³ en moyenne horaire) sont mesurés en 2018 et 2020, et aucun dépassement du seuil d'alerte (240 µg/m³ en moyenne horaire).

-**Pour les BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes)**, les concentrations sont faibles, et respectent chaque année l'objectif de qualité dans le cas du benzène.

Périmètre projet

Les modélisations d'Atmo Hauts-de-France font ressortir qu'en 2020, les valeurs limites réglementaires annuelles en PM10, PM2,5 et NO₂ sont respectées sur l'ensemble du projet.

L'objectif de qualité pour les PM10 est respecté, celui des PM2,5 semble dépassé, et celui de l'ozone O₃ est dépassé.

Les recommandations annuelles de l'OMS concernant le NO₂, les PM10 et les PM2,5 semblent toutes dépassées.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'emprise projet peut être qualifiée de plutôt moyenne compte tenu des nouvelles recommandations OMS non respectées bien que les valeurs seuils réglementaires le soit sur l'intégralité de l'emprise projet.

Selon la Carte Stratégique Air, l'emprise projet n'est pas concerné par des dépassements réglementaires. Vraisemblablement, la majeure partie de l'emprise projet se situe en zone en dépassement de l'ancien seuil OMS pour les PM10.

10. ANALYSE DES DONNÉES SANITAIRES

10.1. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA 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 cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
- les impacts à long terme qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

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

La France comptait, en 2006, plus de 4 millions de personnes souffrant d'asthme⁸. À titre d'exemple, 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).

⁸ 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 »

❖ Cas des pics de pollution

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

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

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge... Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air est donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques. L'enjeu économique est également important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros en France (soit deux fois plus que le tabac).

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)⁹.

⁹ <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique>

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 Durable¹⁰ 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. C'est-à-dire :

- 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

¹⁰ CGDD - « Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air » - Avril 2015

10.1.2. Mortalité

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude¹¹ 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 11 : 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 France¹² 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 France¹³.

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

Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO₂ pour les personnes

¹¹ <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021>

¹² 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

¹³ 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

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 présentent 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 %).

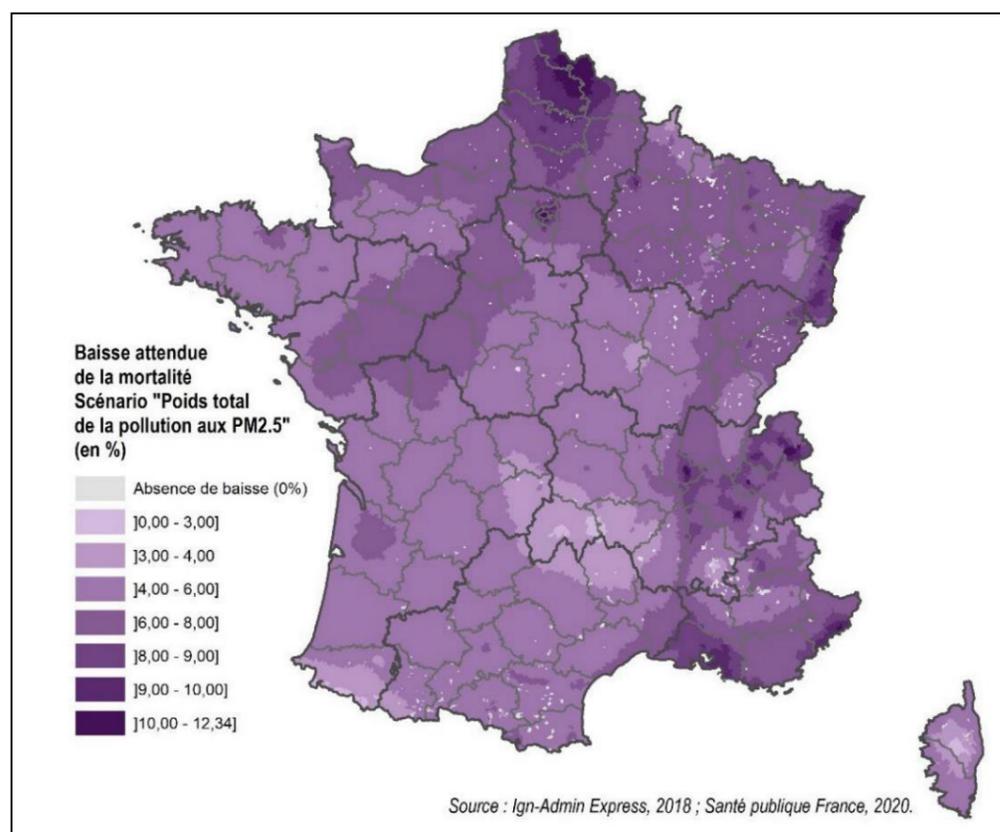


Figure 30 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

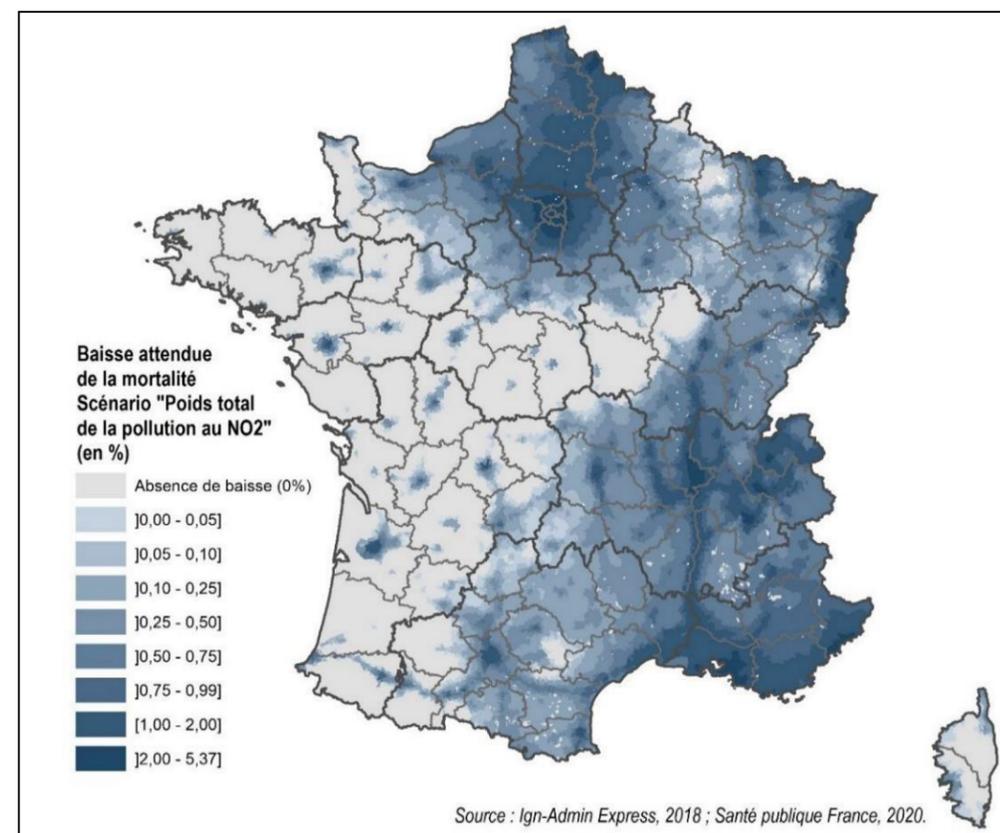


Figure 31 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux 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 %) en France métropolitaine.

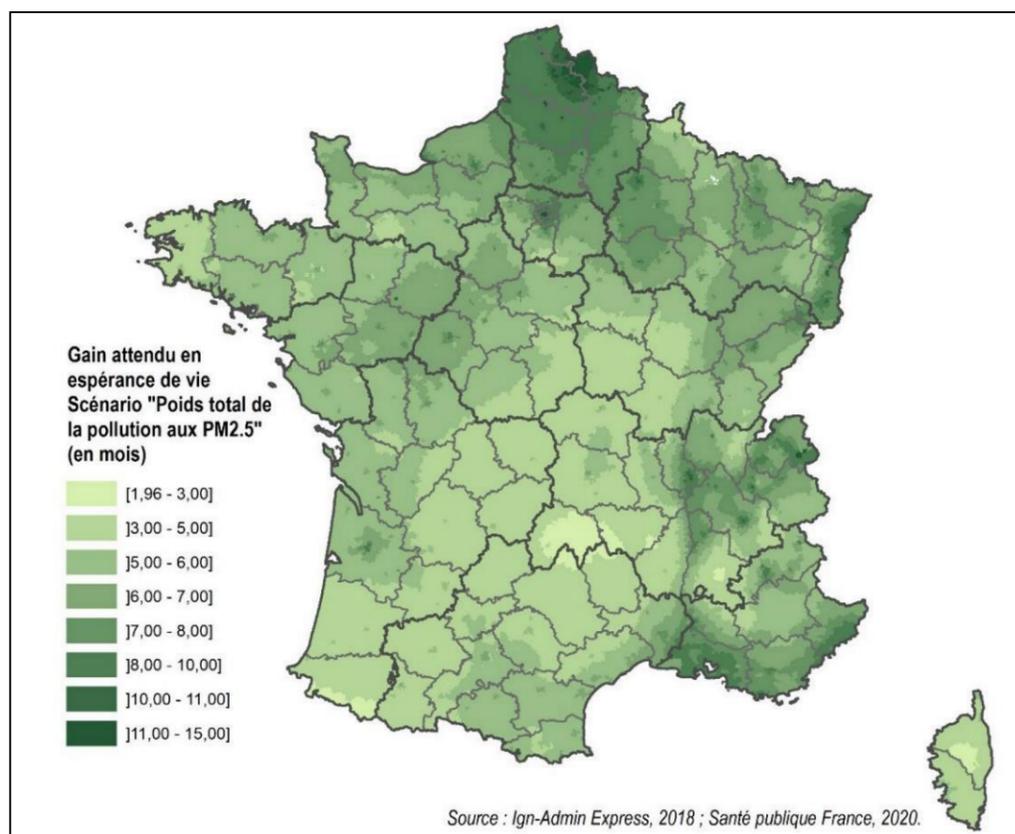


Figure 32 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

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

Tableau 12 : 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 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

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

À l'égard de la commune de Lille (classifiée en commune urbaine compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :
 *aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.
 *au 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 résultats¹⁴ 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, 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 13 : 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

¹⁴<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais>

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

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

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

Tableau 14 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO₂ sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
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]

10.1.3. Évaluation Quantitative d'Impact Sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Lille

Il est désormais reconnu que l'exposition à des polluants de l'air favorise le développement de maladies chroniques graves, pouvant conduire à des décès. L'évaluation quantitative des impacts sanitaires (EQIS) permet de rendre compte de l'impact de la pollution de l'air en calculant le « poids » que représente cette pollution dans la mortalité.

Une étude¹⁵ de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été menée sur l'agglomération de Lille portant sur la période 2008-2010 (Seuils de Référence OMS 2005). Les résultats figurent dans les tableaux *infra*.

Tableau 15 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération de Lille (2008-2010) – Impacts à court terme

COURT TERME		Nombre annuel moyen de décès différés (mortalité non accidentelle)	Nombre annuel moyen d'hospitalisations cardiaques évitées	Nombre annuel moyen d'hospitalisation respiratoires évitées
PM10	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS annuelle (20 µg/m ³)	46	85	156
	Diminution de 5 µg/m ³	22	41	76
Ozone	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS sur 8h (100 µg/m ³)	3	-	3 (plus de 64 ans) 1 (15 à 64 ans)
	Diminution de 5 µg/m ³	12	-	10 (plus de 64 ans) 2 (15 à 64 ans)

Concernant les impacts à court terme, respecter la valeur OMS pour les PM10 et diminuer la pollution dans sa globalité permettrait une économie d'environ 4 890 000 euros par an, comprenant le coût des hospitalisations évitées ainsi que les coûts associés aux décès reportés.

La diminution des niveaux d'ozone de 5 µg/m³ permettrait quant à elle une économie de 1 084 000 euros par an.

Tableau 16 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération de Lille (2008-2010) – Impacts à long terme

LONG TERME		Nombre annuel moyen de décès différés	Nombre annuel moyen de décès cardio-vasculaires différés	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans
PM2,5	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS annuelle (10 µg/m ³)	499	239	11 mois
	Diminution de 5 µg/m ³	228	111	5 mois

Concernant les impacts à long terme, respecter la valeur OMS pour les PM2,5 et diminuer la pollution dans sa globalité permettrait une économie d'environ 1,227 milliards d'euros par an.

¹⁵ InVS – « Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Lille, 2008-2010 » - Janvier 2016

10.2. DONNÉES SANITAIRES

Les données présentées dans cette section proviennent de l'Insee (Institut National de la Statistique et des études économiques), 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 manière générale, la région **Hauts-de-France** a une densité moyenne de population¹⁶ supérieure (188,8 hab./km² en 2018) à celle de la France métropolitaine (105,5 hab./km²). Elle est divisée en six territoires de démocratie sanitaire (Métropole-Flandres, Pas-de-Calais, Hainaut, Somme, Aisne, Oise), eux-mêmes subdivisés en espaces de santé de proximité. En 2021, la densité de médecins en Hauts-de-France est inférieure à celle de la moyenne nationale (393,1 médecins pour 100 000 habitants, contre 453,3 en France)¹⁷. En 2018, la population régionale compte plus de 6 millions d'habitants dont 17,8 % âgés de 65 ans et plus (19,8 % pour la moyenne nationale) et 19,3 % de moins de 15 ans (18,0 % pour la moyenne nationale).

L'indice de vieillissement en 2018 (rapport du nombre d'habitants de 65 ans et plus pour 100 jeunes de moins de 20 ans) est de 68,3 en région Hauts-de-France (moyenne nationale 81,9).

Selon l'INSEE, dans le département du Nord, la part des personnes âgées de 65 ans ou plus passerait de 14,6 % à 23,0 % entre 2013 et 2050. Le département compterait alors 632 000 séniors en 2050, soit 253 000 de plus qu'en 2013. Au niveau national, la région Hauts-de-France présenterait l'indice de vieillissement le plus faible juste derrière l'Île-de-France (respectivement 106 et 92)¹⁸.

En 2018, la densité de population du Nord est de 453,8 hab./km² et celle de la Métropole Européenne de Lille de 1 747,7 hab./km².

À titre de référence, en 2018, la moyenne nationale s'élevait à 105,5 hab./km².

¹⁶ <https://statistiques-locales.insee.fr/>

¹⁷ <https://demographie.medecin.fr>

¹⁸ Projections de populations dans les Hauts-de-France - Insee

10.2.1. Espérance de vie – mortalité – mortalité prématurée

❖ Chiffres clés

Le tableau suivant recense les statistiques de l'INSEE¹⁹ concernant la mortalité et l'espérance de vie pour l'année 2020 en France, en région Hauts-de-France et pour le département du Nord.

Tableau 17 : Statistiques Insee de la mortalité et de l'espérance de vie en France, en région Hauts-de-France et dans le Nord - Données 2020

Données 2020	France		Hauts-de-France		Nord	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Espérance de vie à la naissance	85,1 ans	79,1 ans	83,1 ans	76,6 ans	83,1 ans	76,6 ans
Nombre de décès	667 257		61 568		25 137	
Taux brut de mortalité	9,9 ‰		10,3 ‰		9,7 ‰	
Taux de mortalité standardisé prématurée (< 65 ans)	1,9 ‰		2,5 ‰		2,5 ‰	
Taux de mortalité standardisé des personnes âgées (65 ans et +)	39,6 ‰		45,8 ‰		45,3 ‰	
Taux de mortalité infantile (< 1 an) (2017-2019)	3,8 ‰		3,8 ‰		3,8 ‰	

❖ Espérance de vie à la naissance

Avec une espérance de vie à la naissance de 76,6 ans chez les hommes et 83,1 ans chez les femmes en 2020, le département du Nord se caractérise par une durée de vie moyenne équivalente aux valeurs régionales, et inférieure à celle constatée sur le territoire national (85,1 ans pour les femmes et 79,1 ans pour les hommes). L'espérance de vie est très inégalitaire entre les deux sexes (écart d'environ 6,5 ans pour le département).

❖ Mortalité infantile

La mortalité infantile (nombre de décès d'enfant de moins de 1 an divisé par le nombre d'enfants nés vivants sur 3 années) dans le département du Nord (3,8 ‰) est équivalente aux moyennes régionale et nationale.

¹⁹ <https://statistiques-locales.insee.fr/>

❖ **Mortalité des personnes âgées**

Pour le département du Nord, le taux de mortalité des personnes âgées de 65 ans et plus (45,3 ‰) est supérieur à la moyenne nationale (39,6 ‰), et équivalente à la moyenne régionale (45,8 ‰).

❖ **Mortalité générale**

En 2020, le taux brut de mortalité générale dans le département du Nord (9,7 ‰) est inférieur aux taux moyens régional (10,3 ‰) et national (9,9 ‰).

En 2017, les principales causes de mortalité (figure suivante²⁰) pour Lille (1 452 décès dont 52,4 % de femmes) sont inventoriées ci-dessous :

- Les tumeurs (30,0 %) ;
- Les maladies de l'appareil circulatoire (19,9 %) ;
- Les symptômes et états morbides mal définis (13,4 %) ;
- Les maladies de l'appareil respiratoire (7,0 %).

La répartition des causes de mortalité à Lille est sensiblement équivalente à la répartition en France métropolitaine.

La proportion des décès ayant pour origine des maladies respiratoires à Lille en 2017 (7,0 %) est légèrement inférieure à la moyenne en France métropolitaine (7,4 %).

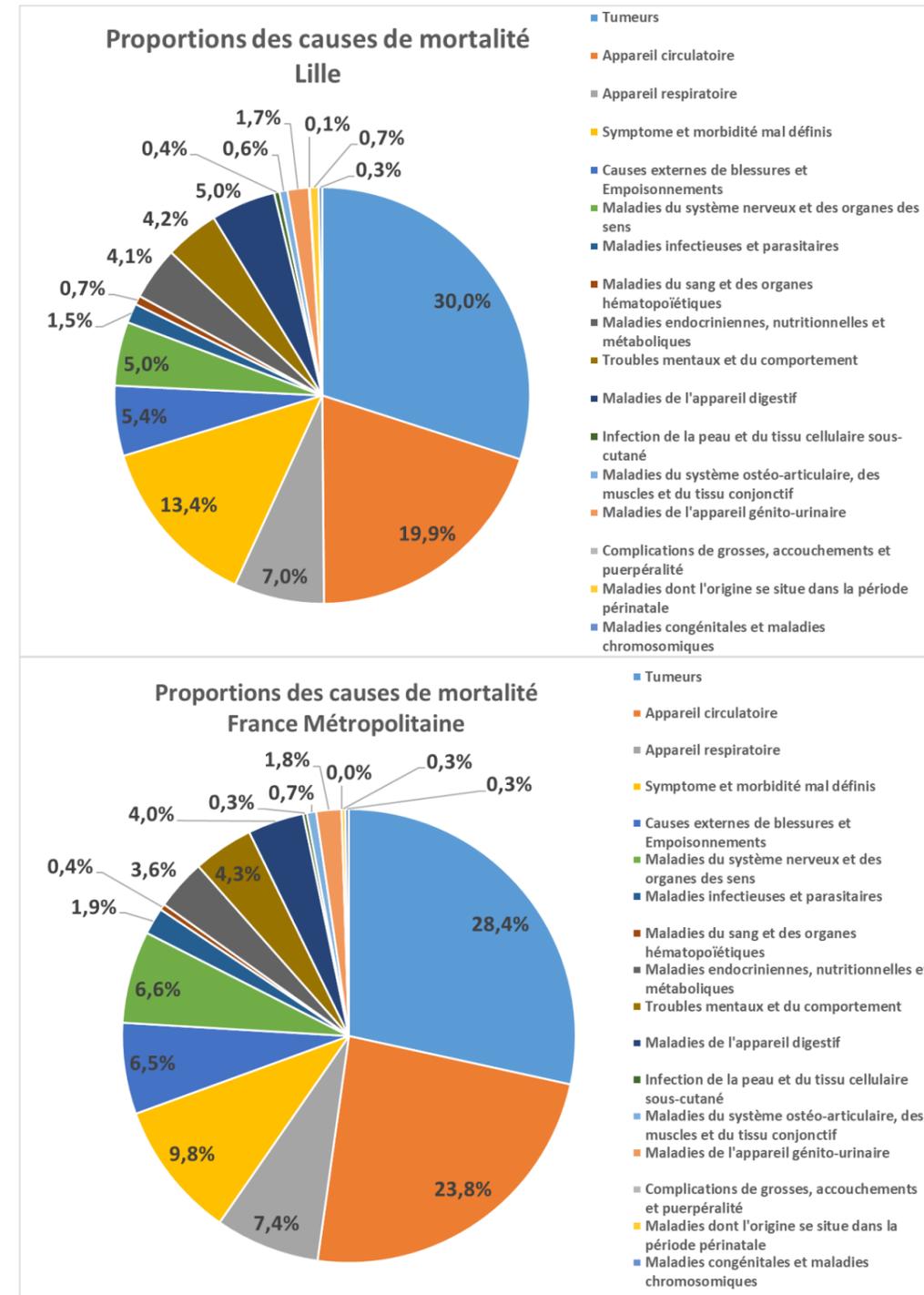


Figure 33 : Proportion des causes de décès à Lille et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc)

²⁰ <http://cepidc-data.inserm.fr/inserm/html/index2.htm>

❖ **Mortalité prématurée**

En 2017, 46,0 % des personnes décédées en France métropolitaine étaient 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.

En 2020, le taux de mortalité prématurée du Nord (2,5 ‰) est égal au taux régional, et est supérieur au taux national (1,9 ‰).

En 2017, à Lille, 4 causes principales (figure suivante²¹) sont à l'origine de près de 73 % des 342 décès prématurés :

- Les tumeurs (36,5 %) ;
- Les symptômes et états morbides mal définis (19,3 %) ;
- Les causes externes de blessure et d'empoisonnement (9,9 %) ;
- Les maladies de l'appareil circulatoire (7,6 %).

La mortalité prématurée représente 23,6 % de la mortalité générale de Lille. 64,9 % des décès prématurés concernaient des hommes.

La répartition des causes de mortalité prématurée à Lille est relativement différente de la répartition métropolitaine.

La proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires à Lille (3,8 %) est supérieure à la moyenne métropolitaine (3,0 %).

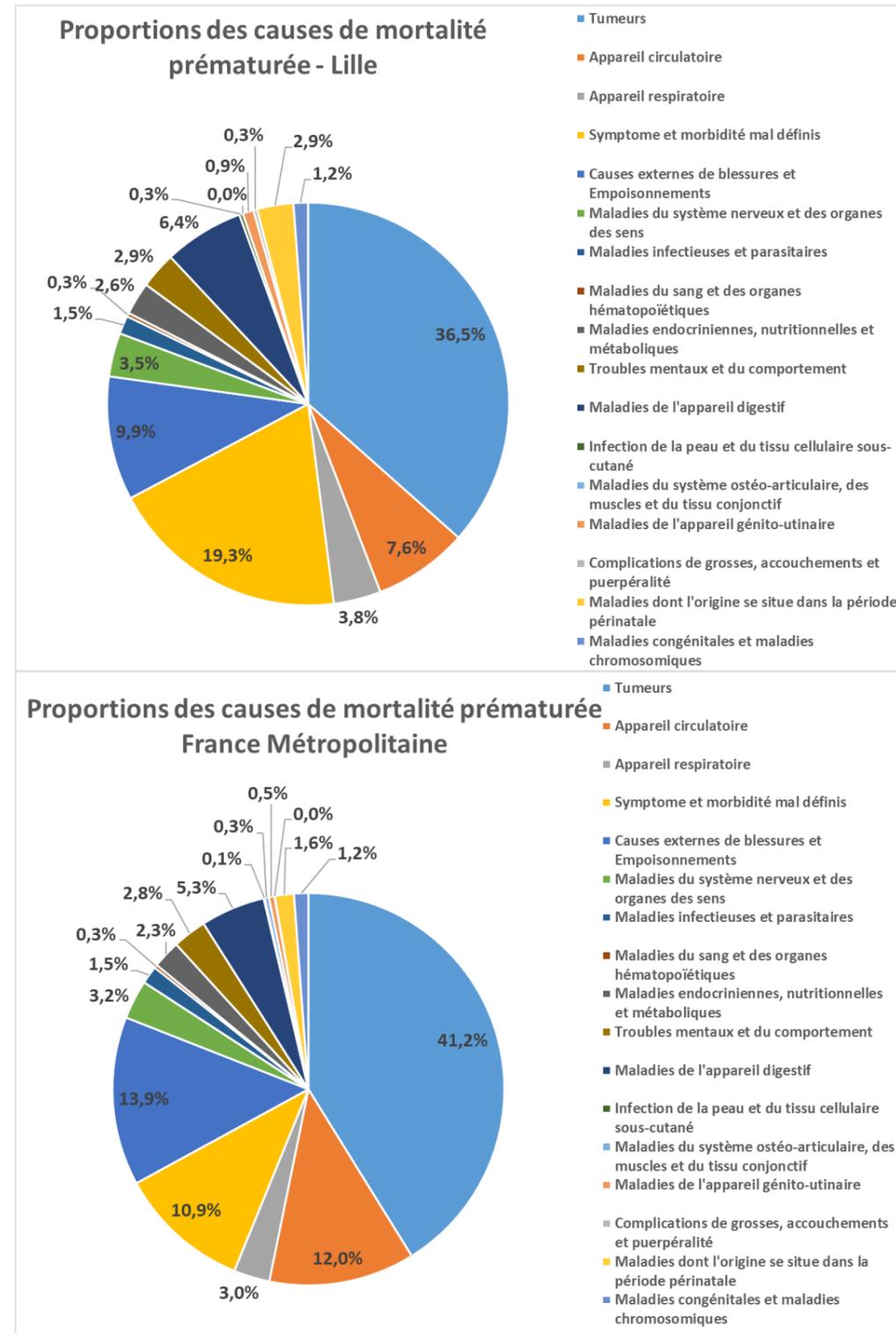


Figure 34 : Proportion des causes de décès prématurés (avant 65 ans) à Lille et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc)

²¹ <http://cepidc-data.inserm.fr/inserm/html/index2.htm>

10.2.2. Cancers

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

En 2017, le nombre total de décès à Lille liés au cancer était de 435 dont 53,6 % d'hommes et le nombre de décès prématurés liés au cancer était de 120 dont 62,5 % d'hommes.

Les personnes âgées sont les plus touchées par le cancer. En 2017, la proportion des décès dus au cancer des personnes de plus de 65 ans, représente 72,4 % des décès dus au cancer à Lille.

❖ Cancers du poumon

En 2017, à Lille, le cancer du poumon (cancers du larynx, de la trachée et des bronches inclus) représente 21,1 % des décès dus au cancer et 30,0 % des décès prématurés dus au cancer (respectivement 19,0 % et 27,1 % en France métropolitaine).

À Lille, en 2017, 92 décès par tumeur du larynx, de la trachée, des bronches et du poumon sont survenus. La prévalence masculine était de 77,2 % (70,1 % en France métropolitaine).

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, 102 décès (dont 52,9 % de femmes) par maladies respiratoires ont été enregistrés à Lille, soit 7,0 % 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 anciens 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 5 décès (dont 1 prématuré) à Lille, soit 4,9 % des décès dus aux maladies de l'appareil respiratoire (2,0 % pour la France métropolitaine).

Les femmes (60,0 %) sont plus touchées que les hommes.

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 métropolitaine, 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 %).

Pour Lille, il s'agit de la 2^e cause de décès (19,9 %) et la 4^e des décès prématurés (7,6 %) en 2017. Les maladies de l'appareil circulatoire ont représenté 102 décès (dont 26 prématurés) en 2016.

❖ 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, à Lille, les cardiopathies ischémiques ont représenté 62 décès (dont 7 prématurés) soit 21,5 % 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, à Lille, les maladies cérébrovasculaires ont été la cause de 51 décès (dont 3 prématurés), soit 17,6 % de l'ensemble des décès cardio-vasculaires (21,9 % pour la France métropolitaine).

10.2.5. Maladies chroniques

Les maladies chroniques (ou maladies non transmissibles selon l'OMS), sont des affections de longue durée, évolutives et souvent associées à une invalidité et à la menace de complications graves²².

L'OMS distingue quatre principaux types de maladies chroniques : les maladies cardiovasculaires, les cancers, les maladies respiratoires chroniques et le diabète.

Selon l'OMS, les maladies chroniques provoquent 36 millions de décès par an, dont 16 millions prématurément (avant 70 ans).

En France en 2016, sur l'ensemble des décès par maladies chroniques, la région Hauts-de-France est la plus touchée, avec une surmortalité par rapport à la France de 23 %.

En matière de mortalité prématurée, cette surmortalité est encore plus frappante (37 %).

On constate une certaine hétérogénéité au sein de la région selon les territoires.

En regardant de plus près les différentes maladies non transmissibles, la région possède toujours l'indice de mortalité le plus élevé et donc la surmortalité la plus importante. Cependant, l'écart avec les autres régions varie selon la maladie chronique.

²² Maladies chroniques - ORS Nord Pas de Calais

10.2.6. Hospitalisations

Le tableau ci-dessous recense le nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée pour la France métropolitaine et le Nord, en 2019, en fonction des motifs d'admission pouvant avoir lien avec la qualité de l'air²³.

Tableau 18 : Nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée en fonction des motifs d'admission et de l'âge en France et dans le Nord pour l'année 2019

Données 2019	France métropolitaine				Nord			
	Total	% < 15 ans	% < 65 ans	% > 65 ans	Total	% < 15 ans	% < 65 ans	% > 65 ans
Symptômes circulatoires et respiratoire	241 307	3,3 %	52,9 %	47,1 %	10 981	4,3 %	58,3 %	41,7 %
Cancers trachées bronches et poumons	55 367	0,0 %	38,6 %	61,4 %	1 642	0,0 %	44,2 %	55,8 %
Ischémie cérébrale transitoire	38 737	0,1 %	30,2 %	69,8 %	1 195	0,6 %	32,3 %	67,7 %
Maladies de l'appareil circulatoire	1 606 622	0,7 %	32,5 %	67,5 %	65 813	1,1 %	38,7 %	61,3 %
Cardiopathies ischémiques chroniques	178 443	0,0 %	33,7 %	66,3 %	7 059	0,0 %	37,9 %	62,1 %
Maladies de l'appareil respiratoire	868 298	25,9 %	55,2 %	44,8 %	45 187	34,6 %	62,8 %	37,2 %
Asthme	57 214	61,9 %	88,6 %	11,4 %	3 027	61,6 %	90,9 %	9,1 %
Bronchite chron. – Maladie pul. obs. chron.	109 738	0,7 %	28,5 %	71,5 %	4 800	1,3 %	36,8 %	63,2 %

Pour les individus de moins de 15 ans, la proportion du nombre de séjours hospitaliers de courte durée est plus élevée ou égale dans le Nord par rapport à la France métropolitaine, et ce quels que soient les symptômes (exceptés pour l'asthme où la proportion est inférieure).

Pour les plus de 65 ans, la proportion est moins élevée dans le Nord qu'en France métropolitaine et ce quels que soient les symptômes.

²³ <http://www.data.drees.sante.gouv.fr>

10.2.7. Indicateurs sanitaires pour la Métropole Européenne de Lille

Les données sanitaires disponibles à l'échelle de la métropole Européenne de Lille sont disponibles dans le tableau suivant, ainsi que les données départementales pour la même période, à titre de comparaison.

Tableau 19 : Indicateurs sanitaires pour le département du Nord et la métropole Européenne de Lille – période 2009-2015 – Open Data OR2S²⁴

Données moyennes Période 2009-2015	Nord		Métropole Européenne de Lille	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Espérance de vie à la naissance	83,3 ans	76,1 ans	82,4 ans	75,1 ans
Nombre de décès annuel moyen	22 074		8 211	
Taux de mortalité (‰)	1 085,3		1 001,1	
Nombre de décès prématurés annuel moyen	5 403		2 027	
Taux de mortalité prématurée (‰) (< 65 ans)	265,9		245,2	
Taux de mortalité par cancer (‰)	293,8		289,9	
Taux de mortalité prématurée par cancer (‰)	105,5		101,1	
Taux de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire (‰)	277,9		244,3	

Pour la Métropole Européenne de Lille, en comparaison au département du Nord, bien que l'espérance de vie à la naissance soit plus basse, tous les taux de mortalité étudiés sont inférieurs.

La Métropole Européenne de Lille présente des indicateurs démontrant une situation plutôt favorable par rapport à la moyenne départementale.

²⁴ <https://calcul2.or2s.fr/openData/>

10.3. SYNTHÈSE

Profil de santé du département du Nord

Le Nord présente dans son ensemble une situation défavorisée par rapport au territoire national concernant les indicateurs de santé (espérance de vie à la naissance, mortalité des personnes âgées et mortalité prématurée). La mortalité infantile est quant à elle équivalente à la moyenne nationale.

Pour les individus de moins de 15 ans, la proportion du nombre de séjours hospitaliers de courte durée est plus élevée ou égale dans le Nord qu'en France métropolitaine, et ce quels que soient les symptômes (exceptés pour l'asthme où la proportion est inférieure).

Pour les plus de 65 ans, la proportion est moins élevée qu'en France Métropolitaine et ce quels que soient les symptômes.

Profil de santé de la Métropole Européenne de Lille

Pour la Métropole Européenne de Lille, en comparaison au département du Nord, bien que l'espérance de vie à la naissance soit plus basse, tous les taux de mortalité étudiés sont inférieurs.

La Métropole Européenne de Lille présente des indicateurs démontrant une situation plutôt favorable par rapport à la moyenne départementale.

Profil de santé de LILLE (Commune)

Les 4 principales causes de mortalité en 2017 sont les tumeurs (30,0 %), les maladies de l'appareil circulatoire (19,9 %), les symptômes et états morbides mal définis (13,4 %) et les maladies de l'appareil respiratoire (7,0 %).

Les 4 principales causes de mortalité prématurée en 2017 sont les tumeurs (36,5 %), les symptômes et états morbides mal définis (19,3 %), les causes externes de blessure et d'empoisonnement (9,9 %) et les maladies de l'appareil circulatoire (7,6 %).

La proportion des décès par maladies respiratoires (7,0 %) est légèrement inférieure à la moyenne en France métropolitaine (7,4 %), et la proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires à Lille (3,8 %) est supérieure à la moyenne en Francemétropolitaine (3,0 %).

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

À l'égard de la commune de Lille (classifiée en commune urbaine compte tenu de sa population) — il est 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.

L'EQIS (Évaluation qualitative de l'impact sanitaire) menée sur l'agglomération de Lille a montré que le nombre annuel de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique pour les effets à long terme, pour la période 2008-2010, s'élève à 499 décès, dont 239 décès pour causes cardio-vasculaires.

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 PRÉPARATION »

Les emplacements des diverses Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) inscrites au Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) de la Métropole Européenne de Lille (MEL) au sein de la commune de Lille sont repérés ci-dessous.

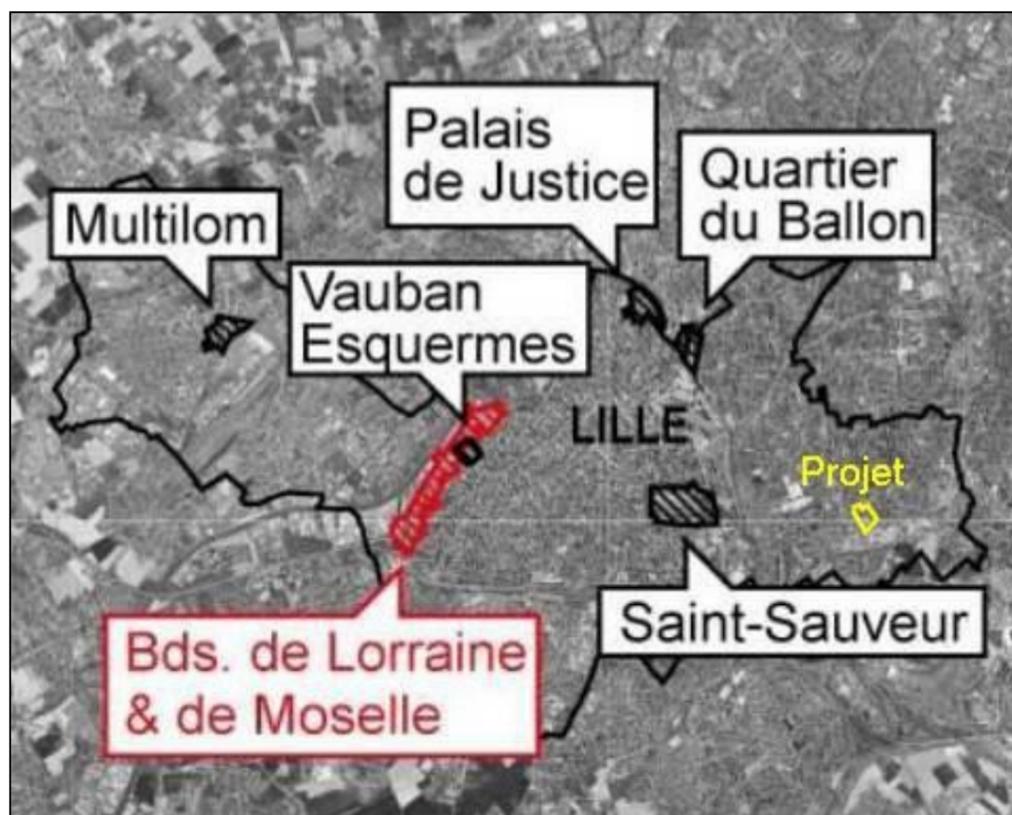


Figure 35 : Emplacement des OAP de Lille par rapport au projet actuel (source : PLUi de la Métropole Européenne de Lille)

Toutes les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) relatives à la commune de Lille sont sises au-delà de la zone d'étude et ne devraient donc pas engendrer d'effets cumulés avec le projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy ».

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ Normales climatiques

Les données présentées (hormis les données concernant les vents) proviennent de la station météorologique « Lille-Lesquin »²⁵, sise à environ 5,1 km au Sud de l'opération et dont les coordonnées géographiques sont 50,58°N | 3,09°E.

Il s'agit des normales annuelles officielles [1981-2010] et provisoires [1991-2020].

Tableau 20 : Valeurs climatiques à la station Météo-France « Lille-Lesquin »

Paramètre	Normales 1981-2010 Données officielles	Normales 1991-2020 Données provisoires
Température moyenne annuelle [Moyenne des minimales : Moyenne des maximales]	10,8°C [7,1 : 14,5°C]	11,3°C [7,5 : 15,0°C]
Ensoleillement annuel [moyenne mensuelle]	1 617,5 heures [135 h/mois]	1 590,8 heures [133 h/mois]
Cumul des précipitations annuelles	742,5 mm	786,0 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	127,4 jours [34,9 %]	141,8 jours [38,8 %]
Intervalle de pression atmosphérique		
Pression minimale enregistrée	954,2 hPa le 25 février 1989	
Pression maximale enregistrée	1049,4 hPa le 20 janvier 2020	

Les figures suivantes présentent la rose des vents²⁶ et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse²⁷ (Nota : données issues de modélisations pour la fréquence mensuelle des vents).

Les vents dominants soufflent majoritairement du Sud à l'Ouest. Les vents contraires, du Nord à l'Est sont aussi présents mais en moindre mesure.

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 très fréquents sur le secteur (17,5 à 25,4 jours/mois). La période hivernale est celle produisant le plus fréquemment des vents forts.

Le projet apparaît donc sis majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques est favorisée par les vents.

²⁵ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1981-2010/lille-lesquin/valeurs/07015.html>

²⁶ <https://fr.windfinder.com/windstatistics/lille>

²⁷ https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/lille_france_2998324

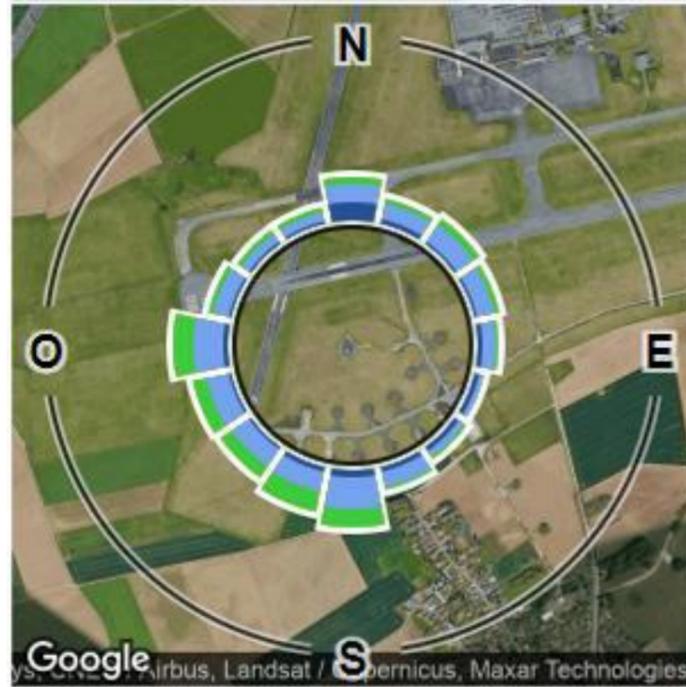


Figure 36 : Rose des vents (source : fr.windfinder.com/)

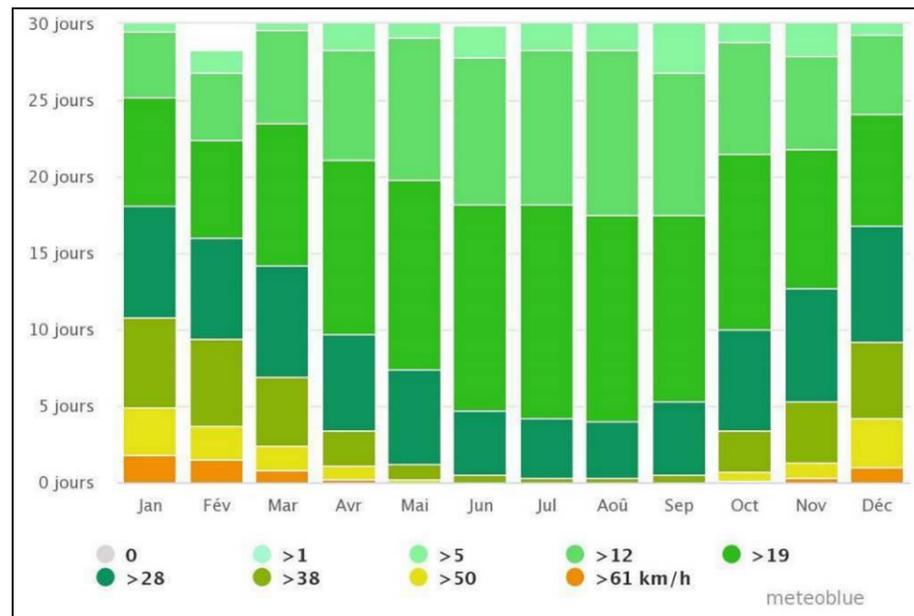


Figure 37 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

❖ Topographie

La planche suivante montre la topographie au niveau du projet.

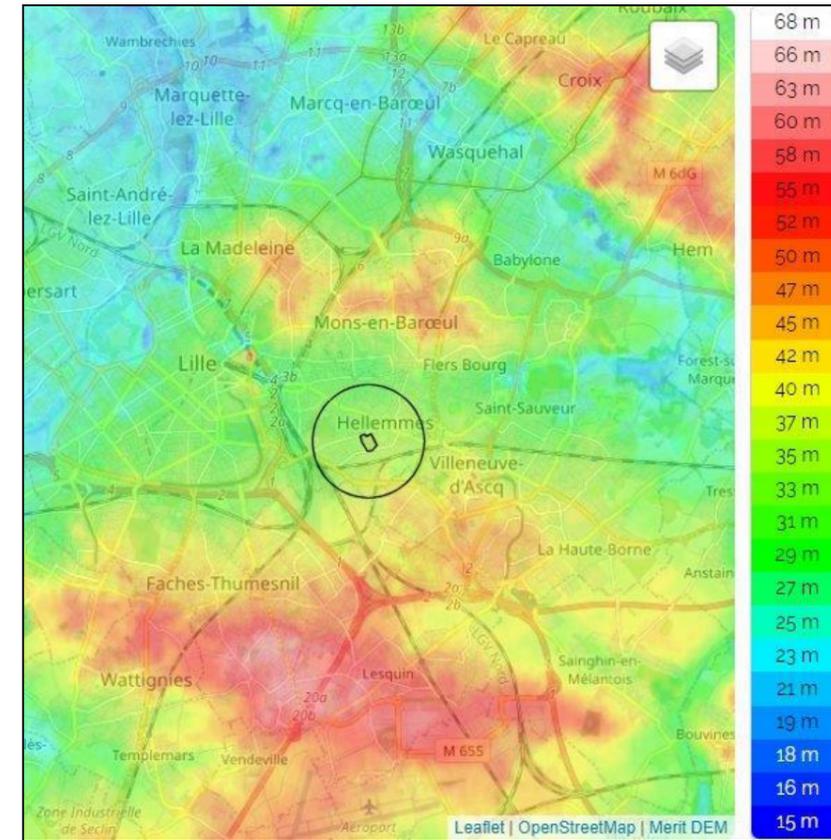


Figure 38 : Topographie de la zone d'étude (source : fr-fr.topographic-map.com)

Les alentours du projet sont relativement plats. Cette configuration est plutôt favorable à la dispersion des polluants atmosphériques.

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

Il demeure que la pluviométrie annuelle est assez faible bien que l'occurrence de jours pluvieux soit importante 34,9 % de l'année (tendant à augmenter légèrement compte-tenu des évolutions climatiques si l'on se réfère aux normales provisoires 1991-2020). L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).

Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants (d'autant plus que les alentours du projet sont relativement plats).

Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles du quart Sud-Ouest pouvant entrainer les polluants émis par la circulation sur l'autoroute A1 vers le projet, et également empêcher la dispersion des polluants émis par le chauffage lors des périodes hivernales.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

Le projet est sis sur la commune de Lille. La zone d'étude, quant à elle, s'étend sur le territoire des communes de Lille et Lézennes.



Figure 39 : Occupation des sols de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018)

L'emprise projet est, en l'état actuel, constituée de tissu urbain continu et de zone industrielle/commerciale.

La zone d'étude est constituée (selon le Corine Land Cover 2018) de tissu urbain discontinu, de zones industrielles/commerciales ou installations publiques et de terres arables.

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 Atlas²⁸ (figure suivante).

En l'état actuel, selon l'Urban Atlas 2018, l'emprise projet est constituée d'installations industrielles / commerciales et d'un terrain sans usage.

La zone d'étude comprend en sus des zones industrielles / commerciales / équipements publics ou militaires, des routes et des voies ferrées et leurs espaces associés, du tissu urbain continu et discontinu, des équipements sportifs et de loisirs, des espaces verts et des terres agricoles.

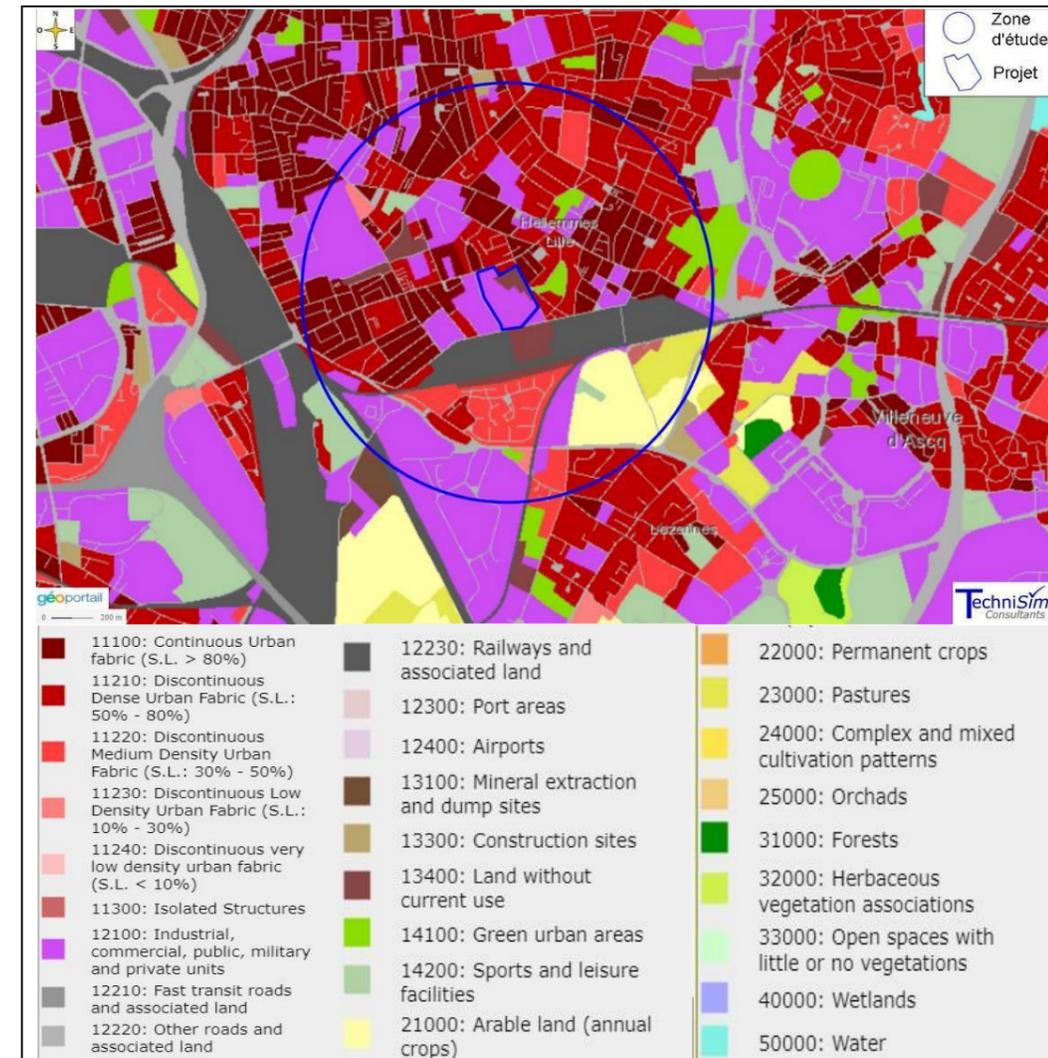


Figure 40 : Occupation du sol détaillée en 2018 (source : Urban Atlas)

²⁸ <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES A ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de culture à même de présenter un enjeu sanitaire par ingestion ont été recherchées 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 des registres parcellaires agricoles, une zone de culture agricole (comprenant plusieurs parcelles) est retrouvée au sein de la zone d'étude.

Cinq jardins partagés / potagers collectifs / jardins familiaux²⁹ sont également recensés sur la zone d'étude.

Par ailleurs, le projet « Quebecor » comprend la création du « Jardin des Saules », a priori à fonction décorative uniquement.

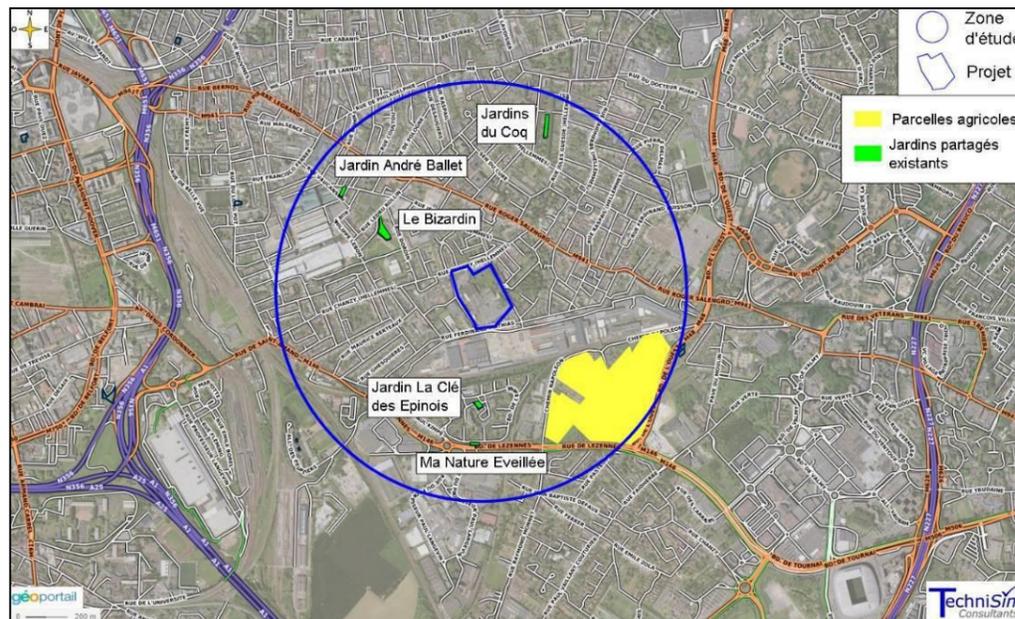


Figure 41 : Jardins familiaux/partagés/communautaires recensés dans la zone d'étude

Cinq jardins familiaux / partagés / potagers collectifs sont retrouvés sur la zone d'étude, tous situés à distance suffisante du projet pour ne pas constituer un enjeu sanitaire. Le futur jardin prévu dans la programmation du projet sera uniquement décoratif.

²⁹ <https://opendata.lillemetropole.fr/explore/dataset/parcs-jardins-lille-hellemmes-lomme-point/map/?basemap=jawg.streets&location=12,50.63039,3.04897>

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

La figure suivante présente la population de la zone d'étude, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2019 sur la population de 2015).

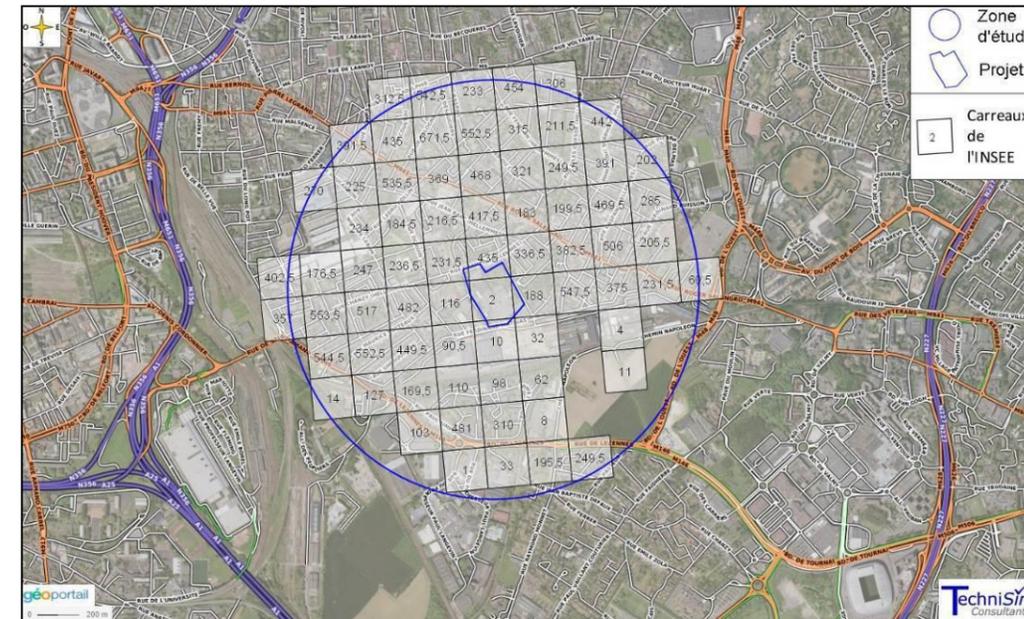


Figure 42 : Population en 2015 dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200 m de côté (données carroyées INSEE publiées en 2019)

La zone d'étude comprend 20 333 personnes, soit une densité moyenne de population estimée à 31 415 hab./km².

En considérant uniquement les zones habitées (carreaux = 2,88 km²), la densité est estimée à 7 060 hab./km².

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

Tableau 21 : Caractéristiques des ménages habitant dans la zone d'étude en 2015 (données carroyées publiées en 2019)

PARAMETRES	Valeur
Nombre de ménages résidant dans la zone	9 603
Nombre moyen de personnes par ménage	2,2
Nombre total de ménages propriétaires	4 420
Surface cumulée des résidences principales [km ²]	0,65
Nombre de ménages en logements collectifs	4 156
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	631
Nombre de ménages de 1 personne	3 518
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60% de la médiane des niveaux de vie	1 863

Tableau 22 : Population par grandes tranches d'âges sur les carreaux d'appartenance de la zone d'étude en 2015 (données carroyées publiées en 2019)

	Ensemble	Age inconnu	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	Moins de 11 ans	11 à 17 ans
Effectif	20 333	422	1 283	597	1 351	3 231	1 637
Proportion	100,0 %	2,1 %	6,3 %	2,9 %	6,6 %	15,8 %	8,1 %
	18 à 24 ans	25 à 39 ans	40 à 54 ans	55 à 64 ans	65 à 79 ans	80 ans et +	65 ans et plus
Effectif	1 375	5 143	3 881	2 223	1 709	714	2 423
Proportion	6,8 %	25,3 %	19,1 %	10,9 %	8,4 %	3,5 %	11,9 %

Personnes les plus vulnérables = 5 654 individus soit 27,7 %

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 et plus).

Ces catégories représentent respectivement **15,8 %** (3 231 individus) et **11,9 %** (2 423 individus) de la population de la zone d'étude.

Au niveau de la zone d'étude, **48,8 %** des ménages sont propriétaires. Le nombre moyen de personnes par ménage est de **2,2**. La population est majoritairement logée en logements individuels (**54,1 %**).

La zone d'étude comprend 20 333 habitants, dont 5 654 (soit **27,7 %**) dits les plus vulnérables à la pollution atmosphérique.

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

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

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

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

D'après le ministère des Solidarités et de la Santé³⁰, 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'OMS³¹ 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 :

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

12 établissements vulnérables (crèches, écoles) et 2 assimilés vulnérables (collège, lycée) sont recensés sur la zone d'étude en l'état actuel.

³⁰ <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/article/les-personnes-sensibles-ou-vulnérables-a-la-pollution-de-l-air>

³¹ https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

Tableau 23 : Liste des établissements vulnérables de la zone d'étude

	N°	Nom	Capacité	Adresse	Coordonnées UTM31	
Crèche	1	Halte-garderie Graines d'Acacias	17 places	4 place Hentges 59260 Lille	507758	5608415
	2	Accueil Mères Enfants	n.d	21 Rue Delemazure 59260 Lille	507635	5608504
École maternelle	1	École maternelle Suzanne Lacore	214 élèves	16 rue Bohin 59000 Lille	506882	5608896
	2	École maternelle Dombrowski	133 élèves	Place Dombrowski 59260 Lille	507657	5608979
	3	École maternelle Roger Salengro	161 élèves	Rue Anatole France 59260 Hellemmes Lille	508107	560850
	4	École maternelle Jenner	223 élèves	49 rue des Écoles 59260 Lille	507223	5608062
École élémentaire	1	École élémentaire Jean Jaurès	383 élèves	Rue Anatole France 59260 Hellemmes Lille	508077	5608781
	2	École élémentaire Berthelot - Sévigné	396 élèves	52 rue des Écoles 59260 Lille	507120	5607946
École primaire	1	École primaire privée Saint Joseph - de la maternelle au CE1	101 élèves	2 rue de la Marbrerie 59800 Lille	506955	5608944
	2	École primaire Berthelot - Jules Verne	284 élèves	6 rue Bohin 59800 Lille	506865	5608836
	3	École primaire privée Saint Joseph - Maternelle et Élémentaire	361 élèves	8 sentier du Curé 59260 Lille	507581	5608618
	4	École primaire Jean Rostand	247 élèves	29 boulevard de l'Épine 59260 Lille	507339	5607581
Collège	1	Collège privé Saint Joseph	449 élèves	8 sentier du Curé 59260 Lille	507599	5608616
Lycée	2	Lycée Hôtelier International de Lille	526 élèves	31 passage de l'Internationale 59007 Lille	506582	5608518

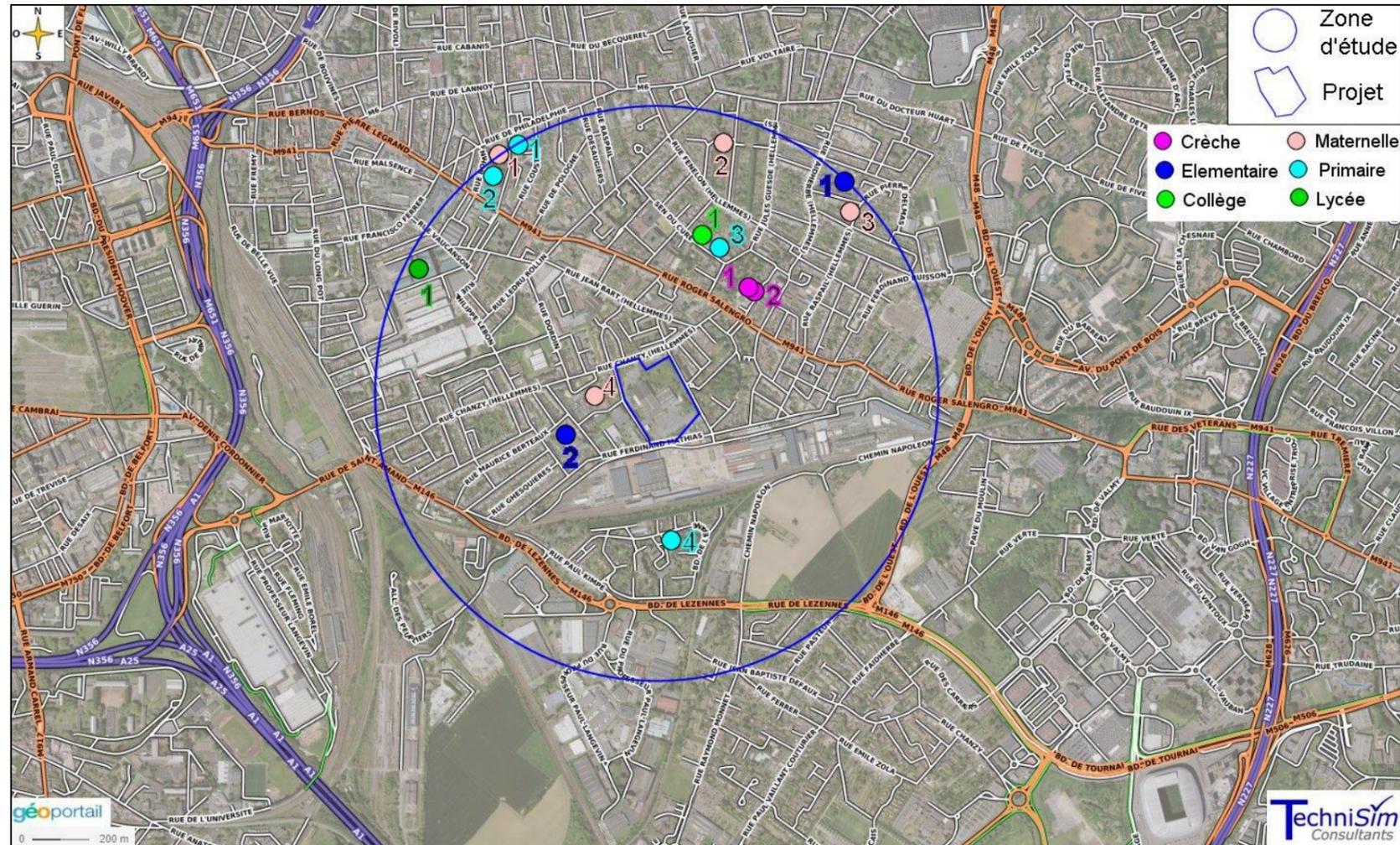


Figure 43 : Localisation des lieux vulnérables et assimilés à proximité du projet

11.7. SYNTHÈSE

En l'état actuel, selon l'Urban Atlas 2018, l'emprise projet est constituée d'installations industrielles / commerciales et d'un terrain sans usage.

La zone d'étude comprend en sus des zones industrielles / commerciales / équipements publics ou militaires, des routes et des voies ferrées et leurs espaces associés, du tissu urbain continu et discontinu, des équipements sportifs et de loisirs, des espaces verts et des terres agricoles.

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

Il demeure que la pluviométrie annuelle est assez faible bien que l'occurrence de jours pluvieux soit importante 34,9 % de l'année (tendant à augmenter légèrement compte-tenu des évolutions climatiques si l'on se réfère aux normales provisoires 1991-2020). L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).

Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants (d'autant plus que les alentours du projet sont relativement plats).

Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles du quart Sud-Ouest pouvant entraîner les polluants émis par la circulation sur l'autoroute A1 vers le projet, et également empêcher la dispersion des polluants émis par le chauffage lors des périodes hivernales.

Enjeux sanitaires par inhalation

- La zone d'étude comprend 20 333 habitants, dont 5 654 (**soit 27,7 %**) dits les plus vulnérables à la pollution atmosphérique (« Moins de 11 ans » et « Plus de 65 ans »).
- 12 établissements vulnérables (crèches, écoles) et 2 assimilés vulnérables (collège, lycée) sont recensés sur la zone d'étude en l'état actuel.

Enjeux sanitaires par ingestion

Cinq jardins familiaux / partagés / potagers collectifs sont retrouvés sur la zone d'étude, tous situés à distance suffisante du projet pour ne pas constituer un enjeu sanitaire.

Le futur jardin prévu dans la programmation du projet sera uniquement décoratif.

Toutes les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) relatives à la commune de Lille sont sises au-delà de la zone d'étude et ne devraient donc pas engendrer d'effets cumulés avec le projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy ».

12. MESURES *IN SITU*

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Afin de caractériser la qualité de l'air en proximité immédiate du projet, une campagne de mesures *in situ* a été réalisée du 26 janvier au 16 février 2022 pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote [NO₂] ;
- Les poussières – PM10 et PM2,5.

Les mesures ont été effectuées 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).

Pour les PM10 et les PM2.5, des mesures longue durée ont été 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-après.



Figure 44 : Tube passif et micro-capteur laser

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

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

Chaque point de mesure a été repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et a fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, 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 a été regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes ont été installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tous obstacles, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure a été choisie de manière à caractériser le plus 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).

Regardant cette campagne, les prélèvements d'air (NO₂) ont été réalisés sur 6 points de mesure. Quant aux mesures des particules, elles ont été réalisées au niveau des points N°2 et N°6.

Le tableau suivant indique la typologie de chaque point de mesure.

Tableau 24 : Typologie des points de mesure

POINTS	Remarque Typologie	POINTS	Remarque Typologie
N°1	Urbain Trafic	N°4	Urbain Trafic
N°2	Urbain Trafic	N°5	Urbain Trafic
N°3	Urbain Trafic	N°6	Urbain Trafic

Les points de mesure *in situ* sont repérés sur la planche immédiatement suivante.

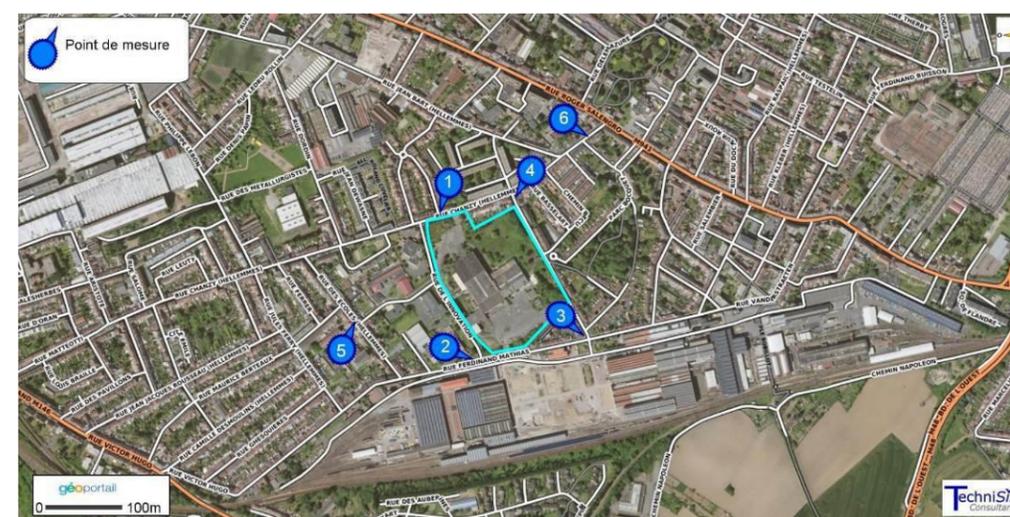


Figure 45 : Emplacements des points de mesure *in situ*

Par ailleurs, afin de s'assurer de la bonne répétabilité des mesures, des répliqués ont été réalisés pour le NO₂ pour l'ensemble des points.

De plus, afin de s'assurer la non-contamination des échantillons durant le transport, un 'blanc' a été réalisé.

Remarque importante : les résultats sont des valeurs indicatives et valables uniquement à proximité des points de mesures.

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURE

Les conditions météorologiques observées au cours de la campagne de mesure sont disponibles en détail en annexe.

Lors de la période de mesure, la température moyenne (7,1°C) a été supérieure à la moyenne normale de janvier/février [1981-2010] (3,9°C).

Lors de la campagne de mesures, les pressions ont été anticycloniques entre le 26 janvier et le 13 février 2022, puis majoritairement dépressionnaires entre le 14 et le 16 février 2022.

Néanmoins, elles présentent des fluctuations importantes (augmentations et diminutions de la pression atmosphérique) pendant ces périodes anticycloniques ou dépressionnaires.

Les vents faibles (< 20 km/h) ont constitué 58,5 % des vents sur la période de mesure. Ces vents ne permettent pas une bonne dispersion des polluants.

Il est à retenir également que les conditions anticycloniques associées à des vents faibles sont favorables à l'accumulation de polluants. La majorité de la période de mesure correspond donc, en termes de vents, à une situation propice à une accumulation des polluants.

En outre, les vents ont été très majoritairement des vents de sud à sud-ouest et d'ouest.

Les précipitations ont été très importantes (23,4 mm répartis sur 15 jours pour 22 jours de campagne de mesure), et supérieures à la moyenne normale de janvier/février ramenée à 22 jours (20,1 mm). 8 jours ont présenté au moins 1 mm de pluie, l'épisode le plus important a eu lieu le 6 février 2022 (6,2 mm).

Les précipitations entraînent un lessivage de l'air, ce qui est favorable à une amélioration de la qualité de l'air. Lors de la campagne de mesure, ce phénomène a été présent notamment en fin de période.

Dans l'ensemble, certaines conditions météorologiques lors de la campagne sont favorables à l'accumulation des polluants (vents faibles, conditions anticycloniques) et d'autres favorables à une dispersion (précipitations importantes et fréquentes). En moyenne sur la période, les conditions sont donc plutôt neutres vis-à-vis des phénomènes d'accumulation / dispersion.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES *IN SITU*

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures couvrent la période du 26 janvier au 16 février pour les points n°2 et n°6.

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations ponctuelles mesurées sur la période par micro-capteur laser (la fréquence des mesures est une valeur toutes les 5 minutes).

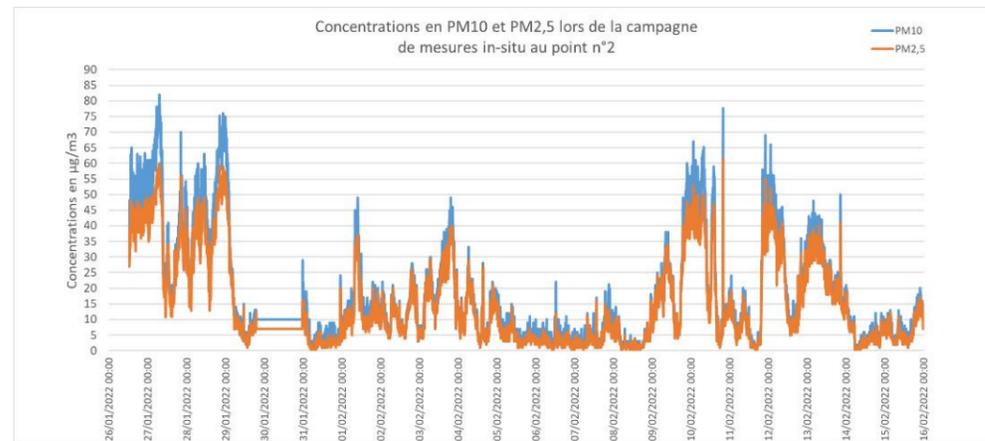


Figure 46 : Résultats des mesures en continu pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°2 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

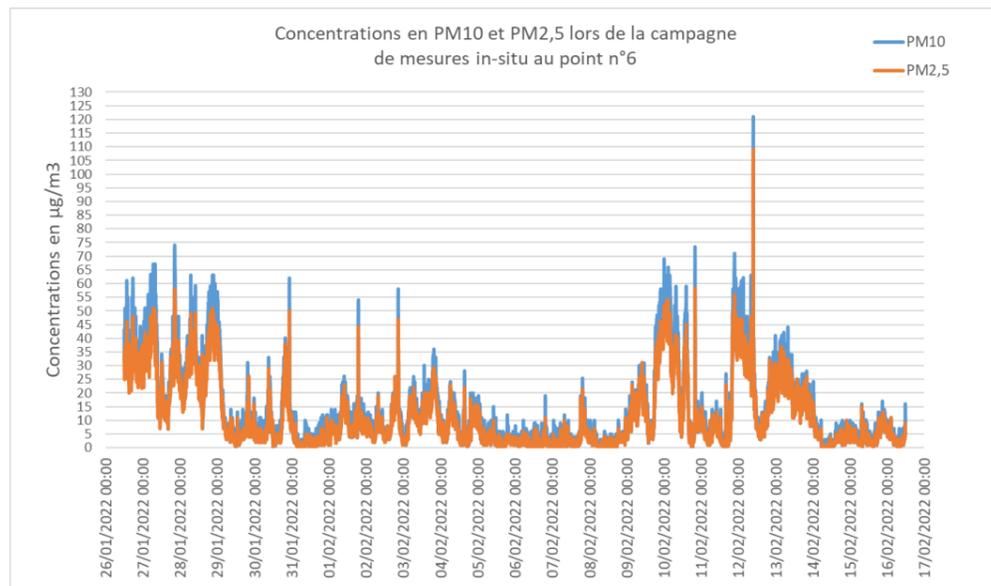


Figure 47 : Résultats des mesures en continu pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°6 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

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

Les résultats en moyennes journalières sont fournis dans les tableaux ci-après.

Tableau 25 : Résultats des mesures en particules PM10 et PM2,5 au point n°2

[µg/m³]	Particules PM10	Particules PM2,5	Rapport PM2,5/PM10
	Moyenne journalière	Moyenne journalière	
26/01/2022	51,1	41,6	81,5%
27/01/2022	43,1	35,6	82,7%
28/01/2022	44,9	37,8	84,3%
29/01/2022	15,3	12,8	83,3%
30/01/2022	10,1	7,1	69,9%
31/01/2022	5,2	3,6	69,3%
01/02/2022	15,2	12,8	84,1%
02/02/2022	11,8	11,0	93,2%
03/02/2022	22,2	20,4	91,8%
04/02/2022	11,9	11,1	93,1%
05/02/2022	6,6	5,1	77,0%
06/02/2022	4,4	2,8	63,7%
07/02/2022	5,7	4,1	72,1%
08/02/2022	3,7	3,1	84,1%
09/02/2022	24,0	21,8	90,8%
10/02/2022	31,3	26,6	85,0%
11/02/2022	14,0	12,0	85,8%
12/02/2022	27,1	24,0	88,7%
13/02/2022	27,1	25,0	92,1%
14/02/2022	5,5	4,6	83,5%
15/02/2022	7,7	6,5	83,8%
16/02/2022	5,8	5,1	87,3%
Période	17,4	14,8	85,2%

Tableau 26 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 au point n°6

[µg/m³]	Particules PM10	Particules PM2,5	Rapport PM2,5/PM10
	Moyenne journalière	Moyenne journalière	
26/01/2022	36,2	30,8	85,2%
27/01/2022	33,0	28,0	84,6%
28/01/2022	34,6	29,9	86,4%
29/01/2022	11,1	9,1	82,6%
30/01/2022	11,0	9,0	81,6%
31/01/2022	3,8	2,6	67,6%
01/02/2022	11,0	8,8	80,1%
02/02/2022	9,4	8,2	87,4%
03/02/2022	14,9	13,2	88,5%
04/02/2022	9,1	7,7	84,9%
05/02/2022	4,3	3,3	75,0%
06/02/2022	3,0	1,8	60,2%
07/02/2022	4,3	2,9	68,0%
08/02/2022	2,9	2,3	79,1%
09/02/2022	21,2	18,4	86,7%
10/02/2022	28,0	23,6	84,2%
11/02/2022	13,8	11,4	82,8%
12/02/2022	25,7	22,3	86,7%
13/02/2022	23,1	20,5	88,8%
14/02/2022	4,1	3,3	80,4%
15/02/2022	5,3	4,1	78,1%
16/02/2022	4,0	3,1	78,7%
Période	14,0	11,8	84,2 %

Sur la période respective de mesure des particules, les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont de 17,4 µgPM10/m³ et 14,8 µgPM2,5/m³ pour le point n°2 et de 14,0 µgPM10/m³ et 11,8 µgPM2,5/m³ pour le point n°6.

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

Pour les particules fines PM10, la valeur limite de 50 µg/m³ en moyenne journalière a été dépassée 1 jour sur la période de mesure pour le point n°2, et aucune fois pour le point n°6. Le nombre de dépassements autorisés est de 35 jours pour les normes réglementaires.

L'OMS préconise au maximum 3 jours de dépassements de la valeur de 45 µgPM10/m³ en moyenne journalière. Ce seuil est dépassé 1 jour au point n°2, et aucune fois pour le point n°6.

La réglementation française n'impose pas de seuil concernant les PM2,5 en moyenne journalière.

L'OMS préconise au maximum 3 jours de dépassements de la valeur de 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière. Ce seuil a été dépassé 8 jours au niveau du point n°2 et 7 jours au niveau du point n°6.

❖ Comparaison avec les mesures Atmo Hauts-de-France

Le tableau qui suit présente les mesures issues du réseau Atmo Hauts-de-France au cours de la même période que celles des mesures *in situ*. Les résultats sont donnés à titre purement informatif. Il est à noter que les données du 1 et 2 février 2022 sont incomplètes/manquantes.

Tableau 27 : Résultats des mesures en PM2,5 de la station Atmo HdF Lille Leeds

[µg/m³]	Particules PM2,5
	Moyenne journalière
26/01/2022	28,5
27/01/2022	14,2
28/01/2022	16,5
29/01/2022	6,0
30/01/2022	8,2
31/01/2022	2,5
01/02/2022	n.r
02/02/2022	n.r
03/02/2022	7,1
04/02/2022	3,5
05/02/2022	3,9
06/02/2022	2,9
07/02/2022	5,0
08/02/2022	1,4
09/02/2022	8,3
10/02/2022	8,4
11/02/2022	9,1
12/02/2022	9,2
13/02/2022	10,7
14/02/2022	3,6
15/02/2022	3,7
16/02/2022	2,7
Période	8,0

n.r : non représentatif

Il est possible d'observer que les résultats des mesures *in situ* aux points n°2 et n°6 sont supérieures aux résultats au niveau de la station Atmo « Lille Leeds ».

❖ Cohérence avec les données météorologiques

Ces résultats sont cohérents avec les conditions météorologiques prévalant au cours de la campagne, c'est-à-dire alternant des épisodes favorables à l'accumulation des polluants (vents faibles/ conditions anticycloniques) et des épisodes favorisant le lessivage de l'air et la dispersion lors de conditions plus instables (vents et pluies importantes lors des épisodes dépressionnaires).

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les échantillonneurs (tubes passifs) ont été exposés du 26 janvier au 16 février 2022 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse.

Les résultats des mesures sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 28 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Dioxyde d'azote			
Points	Durée d'exposition	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Écart standard
N°1	503,8 h	25,9	2,1 % Bonne répétabilité des mesures
N°1 bis		27,0	
N°2	503,6 h	21,6	3,8 % Bonne répétabilité des mesures
N°2 bis		23,4	
N°2 ter		22,3	
N°3	503,7 h	22,2	2,8 % Bonne répétabilité des mesures
N°3 bis		23,5	
N°3 (blanc)		< LD	
N°4	503,7 h	24,8	0,5 % Bonne répétabilité des mesures
N°4 bis		24,6	
N°5	503,6 h	27,0	0,0 % Bonne répétabilité des mesures
N°5 bis		27,0	
N°6	503,8 h	23,3	1,1 % Bonne répétabilité des mesures
N°6 bis		22,7	

LD = 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

❖ Validité des mesures

Les écarts relatifs entre les réplicas d'un point de mesure de NO_2 sont calculés selon la formule suivante :

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

avec :

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

a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A

b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Ces écarts relatifs procurent une information sur la dispersion des résultats.

Pour tous les points de mesure, le coefficient de variation des réplicats est inférieur à 5 %, ce qui confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.

Le 'blanc' est inférieur à la limite de détection.

❖ Interprétation des résultats

Pour rappel, les seuils réglementaires sont les suivants :

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

Le graphe ci-après illustre les teneurs moyennes en dioxyde d'azote pendant la campagne de mesure.

Pour rappel, compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une moyenne annuelle mais ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO_2 .

Les teneurs moyennes en NO_2 mesurées sont comprises entre 22,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (point n°2) et 27,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (point n°5)

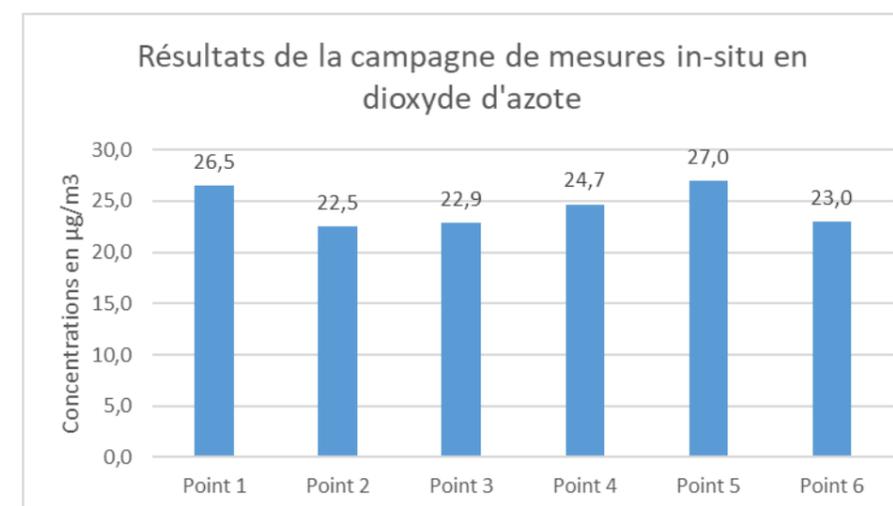


Figure 48 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

❖ Comparaison avec les mesures Atmo Hauts-de-France

La concentration moyenne en NO₂ au niveau de la station de mesure Atmo HdF « Lille Leeds » sur la période du 26 janvier au 16 février est de 17,3 µg/m³.

Les résultats des mesures *in situ* sont supérieures au résultat de la station Atmo HdF.

❖ Cohérence avec les données météorologiques

Ces résultats sont cohérents avec les conditions météorologiques prévalant au cours de la campagne.

12.4. SYNTHÈSE

De manière à compléter les diverses informations de l'Aasqa locale et évaluer la qualité de l'air à l'échelle du projet, une campagne de mesures du dioxyde d'azote à l'aide d'échantillonneurs passifs sur 6 points, ainsi que des particules à l'aide de micro-capteurs sur 2 points, a été conduite sur la période du 26 janvier au 16 février 2022.

Les conditions météorologiques lors de la campagne ont alterné entre épisodes favorables à l'accumulation des polluants (vents faibles, conditions anticycloniques) et épisodes favorables à une dispersion (précipitations importantes et conditions dépressionnaires en fin de période). En moyenne sur la période, les conditions sont donc plutôt neutres vis-à-vis des phénomènes d'accumulation/ dispersion.

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

Sur la période de 22 jours pour les points n°2 et n°6, des dépassements du seuil réglementaire journalier en PM10 (50 µg/m³) sont enregistrés (1 dépassement et aucun dépassement respectivement aux points n°2 et n°6). La norme française autorise 35 jours de dépassements sur l'année.

L'OMS préconise que le seuil de 45 µg/m³ ne soit pas franchi plus de 3 jours par an en moyenne journalière. Ce seuil est dépassé 1 jour pour le point n°2 et aucun jour pour le point n°6.

Concernant les PM2,5, plusieurs dépassements du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) sont observés aux points N°2 (8 jours) et N°6 (7 jours). L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 jours par an pour les PM2,5. (rappel : la réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5).

Pour le **dioxyde d'azote**, les teneurs moyennes en NO₂ mesurées sont comprises entre 22,5 µg/m³ (point n°2) et 27,0 µg/m³ (point n°5)

Les résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, les conditions météorologiques lors de la campagne et la typologie des points de mesure.

Les teneurs en dioxyde d'azote indiquent que l'air de la zone d'étude subit peu l'influence des gaz d'échappement provenant des automobiles.

Pour les particules, la situation est plus complexe, puisque les concentrations proviennent non seulement des émissions locales, mais aussi des émissions départementales, voire régionales. De plus, du fait des températures basses, les émissions liées au chauffage des secteurs résidentiels et tertiaire peuvent s'avérer importantes sur la période de mesure.

Pour finir, il convient de garder à l'esprit que les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

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

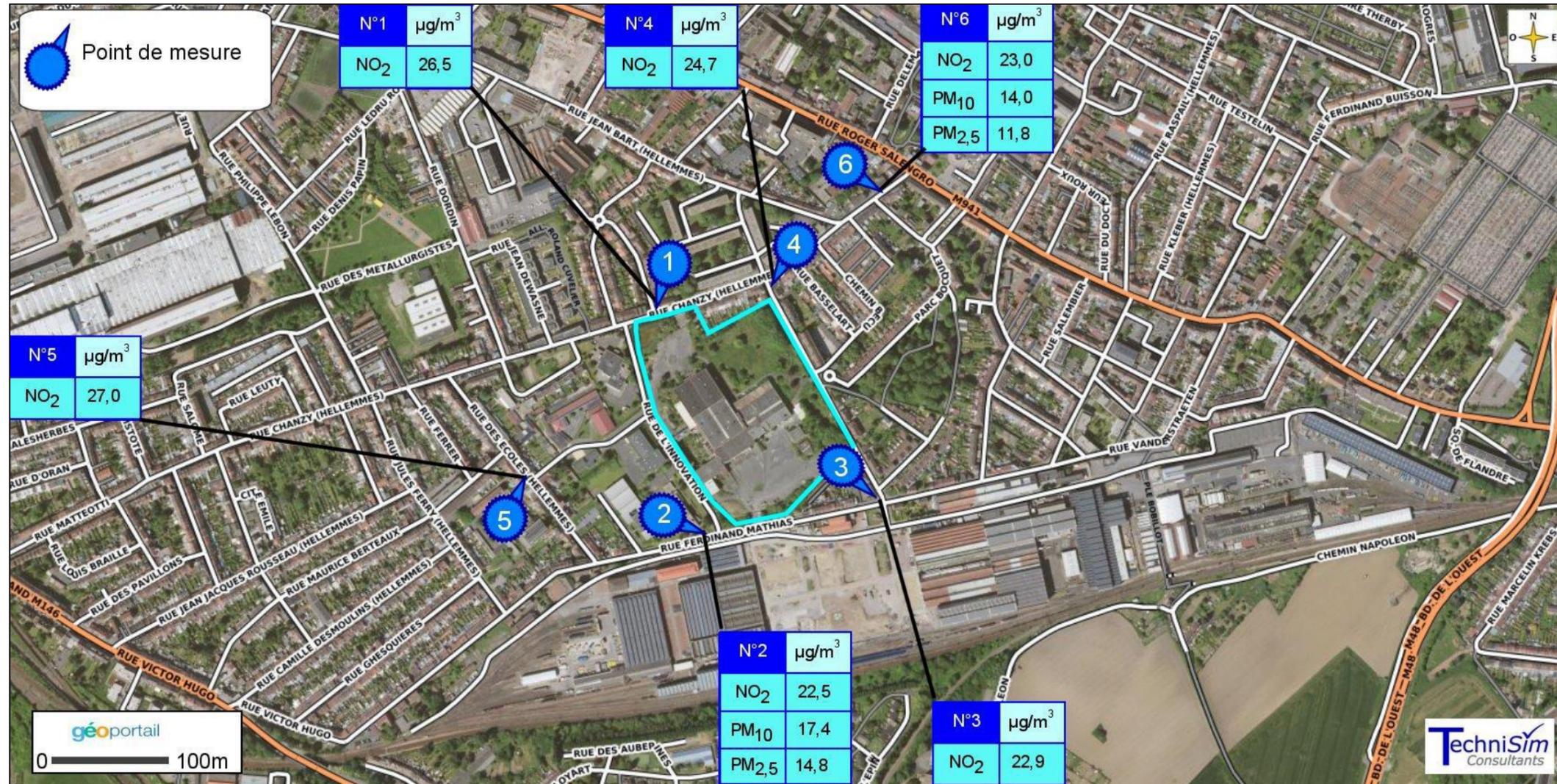


Figure 49 : Résultats des mesures in situ

Conclusion de l'État Actuel

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

La commune de Lille présente une qualité de l'air plutôt moyenne voire médiocre selon l'indice ATMO 2021.

Dans les Hauts-de-France, la qualité de l'air a tendance à s'améliorer graduellement depuis 2010 et devrait conserver cette évolution.

Regardant les augmentations potentielles du trafic sur la zone d'étude, les émissions supplémentaires devraient être compensées (au moins partiellement) par le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques d'autant plus que les années à venir vont voir se développer les 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 le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violet solaires et les températures élevées liées aux vagues de chaleur de plus en plus fréquentes et intenses favorisent des teneurs importantes en ozone en saison estivale. La région Hauts-de-France a connu un épisode caniculaire en 2020 d'une sévérité jamais égalée ces 50 dernières années³².

Regardant le volet urbanisme/habitation, les émissions résidentielles éventuelles supplémentaires devraient être minimisées au vu des réglementations applicables et notamment si la RE 2020 est appliquée aux futures constructions potentielles sur le secteur.

14. CONCLUSION DE L'ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel du volet Air et Santé s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy » sur le territoire de la commune de Lille [département du Nord/59].

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

Les zones à **enjeux en termes de pollution atmosphérique** sont les abords de l'ensemble des axes routiers à fort trafic de la zone d'étude, notamment l'Autoroute A1.

Les **enjeux en termes de population** s'avèrent être les habitants de la zone d'étude, les lieux dits vulnérables à la pollution atmosphérique, ainsi que (en argumentant sur la situation future également, compte-tenu de la nature du projet) les futurs habitants à l'égard des zones en dépassement ou dépassement potentiel des recommandations de l'OMS.

Il n'y a pas de **zone à enjeux par ingestion** au sein de la zone d'étude. Les jardins familiaux /potagers/collectifs recensés sont situés à distance importante du projet. Le futur jardin prévu dans la programmation du projet sera uniquement décoratif.

Le tableau et la carte suivants synthétisent l'état actuel et les enjeux identifiés sur la zone d'étude.

³² Bulletin de Santé Publique. Hauts-de-France. Été 2020. Canicule et Santé. Santé Publique France, octobre 2020.

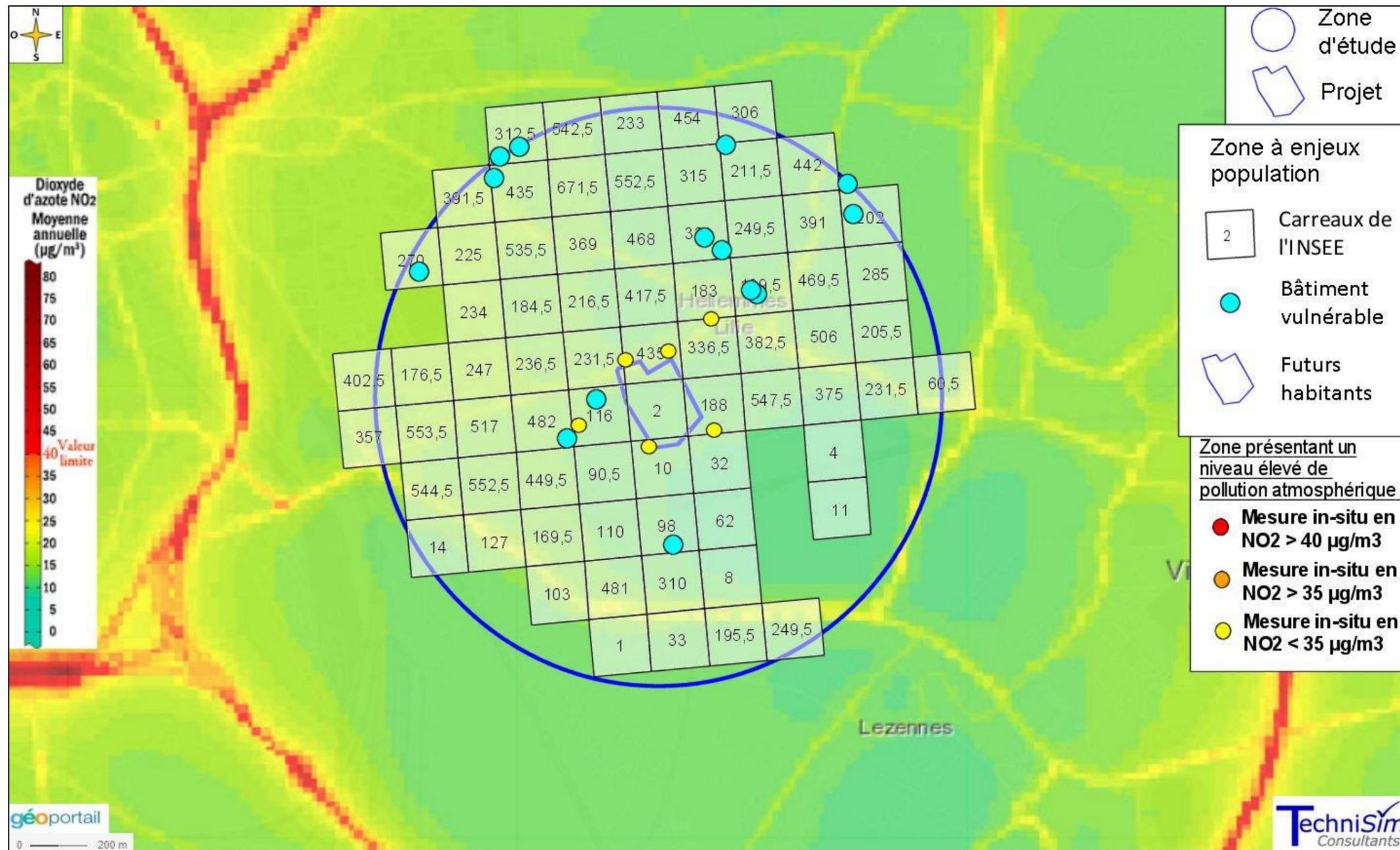
Tableau 29: Synthèse de l'état actuel

DOMAINES		Sensibilité
COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification corrélés à la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ETUDE		
Composition de la zone d'étude	L'emprise projet est située sur la commune de Lille et comporte en l'état actuel (2018) d'installations industrielles / commerciales et d'un terrain sans usage.	
	La zone d'étude s'étend sur le territoire des communes de Lille et Lezennes. Elle est composée, en sus, de zones industrielles / commerciales / équipements publics ou militaires, de routes et voies ferrées et leurs espaces associés, de tissu urbain continu et discontinu, d'équipements sportifs et de loisirs, d'espaces verts et de terres agricoles.	
	La zone d'étude comprend, en 2015 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), 20 333 personnes, soit une densité moyenne de population estimée à 31 415 hab./km ² . Si l'on ne considère que les zones habitées (carreaux = 2,88 km ²), la densité est estimée à 7 060 hab./km ² .	
	La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air au sens du SRCAE et est sous couvert du PPA Nord-Pas-de-Calais.	
QUALITÉ DE L'AIR		
État actuel de la qualité de l'air	<p>Échelle régionale : Depuis 2010, la qualité de l'air en Hauts-de-France va en s'améliorant. L'année 2020 est apparue comme une année très singulière, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont entraîné une réduction importante des émissions de polluants, notamment celles issues du trafic routier et aérien, et tout particulièrement pendant le confinement strict du printemps. Il a été observé par Atmo Hauts-de-France que la diminution des niveaux de pollution a été fortement marquée pour le NO₂ et peu significative pour les particules (ces dernières ne provenant pas uniquement des émissions routières). En 2020, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l'exception de l'ozone qui continue d'augmenter.</p> <p>Échelle départementale : À l'échelle du département du Nord, les déclenchements du seuil d'information-recommandations et d'alerte sont récurrents pour les PM10 (en période hivernale) et l'ozone (en période estivale). Malgré la survenue de fortes vagues de chaleur, l'année 2019 n'a pas été particulièrement touchée par l'ozone. En 2020 le département a connu 17 épisodes de pollution aux PM10 (9 dépassements du seuil d'information/recommandations et 8 dépassements du seuil d'alerte) et 6 épisodes de pollution à l'ozone (1 dépassement du seuil d'information et 5 dépassements du seuil d'alerte). Ces données 2020 sont néanmoins 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. En 2021, le département a connu 8 épisodes de pollution aux PM10 (5 dépassements du seuil d'information et 3 dépassements du seuil d'alerte). Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département. En 2022, à la date du 2 mars 2022, le département a connu 1 dépassement du seuil d'alerte pour les PM10.</p> <p>Stations de mesure Atmo Hauts-de-France : D'après les résultats des stations de mesures « Lille Five » et « Lille Leeds », entre 2015 et 2020 :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pour le dioxyde d'azote NO₂, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 40 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 10 µg/m³. Aucun dépassement du seuil d'information (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'est mesuré. -Pour les particules fines PM10, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 40 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 15 µg/m³. La valeur de 50 µg/m³ en moyenne journalière est dépassée chaque année (excepté en 2020), le nombre de dépassements respectant la réglementation (moins de 35 dépassements par an), mais dépassant l'ancienne recommandation de l'OMS (3 dépassements max). La nouvelle recommandation de l'OMS (3 dépassements du seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée chaque année (excepté en 2020). -Pour les particules fines PM2,5, les concentrations annuelles respectent la valeur réglementaire de 25 µg/m³, mais dépassent la recommandation de l'OMS de 5 µg/m³. Les recommandations journalières de l'OMS (ancienne et nouvelle, respectivement 3 dépassements max des seuils de 25 et 15 µg/m³) sont largement dépassées chaque année. -Pour l'ozone O₃, des dépassements du seuil d'information (180 µg/m³ en moyenne horaire) sont mesurés en 2018 et 2020, et aucun dépassement du seuil d'alerte (240 µg/m³ en moyenne horaire). -Pour les BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes), les concentrations sont faibles, et respectent chaque année l'objectif de qualité dans le cas du benzène. 	Forte

DOMAINES		Sensibilité
	<p>Indice ATMO : Selon l'indice ATMO 2021, la qualité de l'air pour la commune de Lille peut être qualifiée de « Bonne » 1,1 % de la période, de « Moyenne » 71,2 % de la période, de « Dégradée » 16,2 % de la période, de « Mauvaise » 10,4 % de la période et de « Très mauvaise » 0,3 % de la période.</p> <p>Modélisations Atmo Hauts-de-France : Selon les modélisations d'Atmo Hauts-de-France, en 2020, les valeurs limites réglementaires annuelles en PM10, PM2,5 et NO₂ sont respectées sur l'ensemble du projet. L'objectif de qualité pour les PM10 est respecté tandis que celui des PM2,5 semble dépassé, et que celui de l'ozone est dépassé. Les recommandations annuelles de l'OMS concernant le NO₂, les PM10 et les PM2,5 semblent toutes dépassées.</p> <p>-Selon la Carte Stratégique Air, l'emprise projet n'est pas concerné par des dépassements réglementaires. Vraisemblablement, la majeure partie de l'emprise projet se situe en zone de dépassement de l'ancien seuil OMS pour les PM10.</p> <p>En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'emprise projet peut être qualifiée de plutôt moyenne compte tenu des nouvelles recommandations OMS non respectées bien que les valeurs des seuils réglementaires le soit sur l'intégralité de l'emprise projet.</p>	
Mesures in situ	<p>Mesures in situ au niveau du projet / zone d'étude : De manière à compléter les diverses informations de l'Aasqa locale et évaluer la qualité de l'air à l'échelle du projet, une campagne de mesures du dioxyde d'azote à l'aide d'échantillonneurs passifs sur 6 points, ainsi que des particules à l'aide de micro-capteurs sur 2 points, a été conduite sur la période du 26 janvier au 16 février 2022.</p> <p>Les conditions météorologiques lors de la campagne ont alterné entre épisodes favorables à l'accumulation des polluants (vents faibles, conditions anticycloniques) et épisodes favorables à une dispersion (précipitations importantes et conditions dépressionnaires en fin de période). En moyenne sur la période, les conditions sont donc plutôt neutres vis-à-vis des phénomènes d'accumulation/ dispersion.</p> <p>Pour les particules PM10 et PM2,5, les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Sur la période de 22 jours pour les points n°2 et n°6, des dépassements du seuil réglementaire journalier en PM10 (50 µg/m³) sont enregistrés (un dépassement et aucun dépassement respectivement aux points n°2 et n°6). La norme française autorise 35 jours de dépassements sur l'année. L'OMS préconise que le seuil de 45 µg/m³ ne soit pas franchi plus de 3 jours par an en moyenne journalière. Ce seuil est dépassé 1 jour pour le point n°2 et aucun jour pour le point n°6. Concernant les PM2,5, plusieurs dépassements du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) sont observés aux points N°2 (8 jours) et N°6 (7 jours). L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 jours par an pour les PM2,5. (rappel : la réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5).</p> <p>Pour le dioxyde d'azote, les teneurs moyennes en NO₂ mesurées sont comprises entre 22,5 µg/m³ (point n°2) et 27,0 µg/m³ (point n°5) Les résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, les conditions météorologiques lors de la campagne et la typologie des points de mesure.</p> <p>Les teneurs en dioxyde d'azote indiquent que l'air de la zone d'étude subit peu l'influence des gaz d'échappement provenant des automobiles. Pour les particules, la situation est plus complexe, puisque les concentrations proviennent non seulement des émissions locales, mais aussi des émissions départementales, voire régionales. De plus, du fait des températures basses, les émissions liées au chauffage des secteurs résidentiels et tertiaire peuvent s'avérer importantes sur la période de mesure.</p> <p>Pour finir, il convient de garder à l'esprit que les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.</p>	

D O M A I N E S		Sensibilité
Sources d'émission de polluants atmosphériques	Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2018 au sein de la MEL sont le secteur résidentiel (COVNM, CO, PM10, PM2,5, SO ₂ , NOx), le transport routier (NOx, PM10, PM2,5, CO, COVNM), l' industrie (PM10, PM2,5, NOx, COVNM, CO, SO ₂), les émetteurs non inclus (CONVM), l'énergie (SO ₂ , NOx) et l' agriculture (NH ₃ , PM10).	
	À l'échelle de la zone d'étude, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. En outre, le transport ferroviaire, l'agriculture et l'industrie contribuent également mais en moindre mesure.	
	Les principaux axes routiers de la zone d'étude sont la Route Nationale N356 (107 192 véh. /jour dont 8 357 PL en 2018), la Rue Roger Salengro (TMJA inconnu), la Rue Chanzy (5 660 véh. /jour dont 232 PL en 2020), la Rue Ferdinand Mathias (2 744 véh. / jour dont 24 PL en 2017), le Boulevard de Lézenes M146 (12 239 véh. / jour dont 409 PL en 2021) et l'autoroute A1 (187 691 véh/j dont 15 234 PL en 2018, mais est située plus à distance du projet).	
	Le projet est situé à proximité du Technicentre de la SNCF, entre les gares de Lézenes et Hellemmes. Les voies ferrées sont situées au Sud et à l'Ouest du projet. Ces voies sont des voies électrifiées. Peu de trains roulant au diesel circulent sur ces lignes.	
	Aucune voie navigable ni aéroport/aérodrome ne sont présents sur la zone d'étude.	
	Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie tels que l'utilisation du bois ou de produits pétroliers comme combustibles.	
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants dans l'atmosphère n'est implanté dans la zone d'étude (Centrale Thermique du Mont de Terre – RESONOR). Cependant, de nombreuses ICPE sont présentes sur la zone d'étude et sont susceptibles de générer des polluants atmosphériques en fonction de leurs activités.	
	Selon le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2020, des parcelles de maïs, de lin et de pommes de terre de consommation sont présentes au Sud-Est de la zone d'étude. Ces parcelles sont situées au-delà de la zone de retombées particulières (100 m autour du projet). Le secteur agricole est un contributeur minoritaire aux émissions de polluants atmosphériques sur la zone d'étude.	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	<p>Les effets de la pollution sur la santé sont variés : l'exposition à court terme peut entraîner des irritations oculaires ou des voies respiratoires, des crises d'asthme ; une exacerbation des troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès ; l'exposition chronique entraîne quant à elle le développement ou l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.</p> <p>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.</p> <p>D'après l'actualisation de l'étude EQIS (Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire) menée par Santé Publique France, la pollution atmosphérique en France peut engendrer une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans de près de 9 mois dans les villes les plus exposées. Les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus).</p> <p>À l'égard de la commune de Lille (classifiée en commune urbaine compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :</p> <p>*aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.</p> <p>*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> <p>L'EQIS menée sur l'agglomération de Lille a montré que le nombre annuel de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique pour les effets à long terme, pour la période 2008-2010, s'élève à 499 décès, dont 239 décès pour causes cardio-vasculaires.</p> <p>Profil de santé du département du Nord</p> <p>Le Nord présente dans son ensemble une situation défavorisée par rapport au territoire national concernant les indicateurs de santé (espérance de vie à la naissance, mortalité des personnes âgées et mortalité prématurée). La mortalité infantile est quant à elle équivalente à la moyenne nationale. Pour les individus de moins de 15 ans, la proportion du nombre de séjours hospitaliers de courte durée est plus élevée ou égale dans le Nord qu'en France métropolitaine, et ce quels que soient les symptômes (exceptés pour l'asthme où la proportion est inférieure). Pour les plus de 65 ans, la proportion est moins élevée qu'en France Métropolitaine et ce quels que soient les symptômes.</p> <p>Profil de santé de la Métropole Européenne de Lille</p> <p>Pour la Métropole Européenne de Lille, en comparaison au département du Nord, bien que l'espérance de vie à la naissance soit plus basse, tous les taux de mortalité étudiés sont inférieurs.</p> <p>La Métropole Européenne de Lille présente des indicateurs démontrant une situation plutôt favorable par rapport à la moyenne départementale.</p>	Forte

DOMAINES		Sensibilité
	<p>Profil de santé de Lille (Commune)</p> <p>Les 4 principales causes de mortalité en 2017 sont les tumeurs (30,0 %), les maladies de l'appareil circulatoire (19,9 %), les symptômes et états morbides mal définis (13,4 %) et les maladies de l'appareil respiratoire (7,0 %).</p> <p>Les 4 principales causes de mortalité prématurée en 2017 sont les tumeurs (36,5 %), les symptômes et états morbides mal définis (19,3 %), les causes externes de blessure et d'empoisonnement (9,9 %) et les maladies de l'appareil circulatoire (7,6 %).</p> <p>La proportion des décès par maladies respiratoires (7,0 %) est légèrement inférieure à la moyenne en France métropolitaine (7,4 %), et la proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires à Lille (3,8 %) est supérieure à la moyenne en France métropolitaine (3,0 %).</p>	
Exposition de la population	<p>Selon l'évaluation des concentrations annuelles au niveau de la ZAG de Lille en 2017, plus de 1,1 million de personnes étaient exposées à des dépassements du seuil de protection de la végétation et du seuil de protection de la santé pour l'ozone ainsi qu'à des concentrations supérieures à la valeur limite pour les particules PM2,5.</p> <p>En 2019, en considérant les nouvelles recommandations de l'OMS (seuils de référence 2021), 99,6 % de la population régionale est exposée à un dépassement de seuil pour les PM2,5 alors que 70 % des habitants étaient exposés à des dépassements de l'ancienne recommandation et 95 % la population régionale (localisée aux abords des axes routiers en zone urbaine) est exposée à des niveaux supérieurs aux nouveaux seuils sanitaires OMS pour le NO₂ alors que le taux d'exposition était à peine supérieur à 0 % en moyenne annuelle avec la référence de 2005 (correspondant pour rappel au seuil réglementaire).</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 efficace.</p> <p>Il demeure que la pluviométrie annuelle est assez faible bien que l'occurrence de jours pluvieux soit importante 34,9 % de l'année (tendant à augmenter légèrement compte-tenu des évolutions climatiques si l'on se réfère aux normales provisoires 1991-2020). L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).</p> <p>Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants (d'autant plus que les alentours du projet sont relativement plats).</p> <p>Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles du quart Sud-Ouest pouvant entraîner les polluants émis par la circulation sur l'autoroute A1 vers le projet, et également empêcher la dispersion des polluants émis par le chauffage lors des périodes hivernales.</p>	
Populations et lieux vulnérables	<p>Au niveau de la zone d'étude, 48,8 % des ménages sont propriétaires. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,2. La population est majoritairement logée en logements individuels (54,1 %).</p> <p>Enjeux sanitaires par inhalation :</p> <p>12 établissements vulnérables (crèches, écoles) et 2 assimilés vulnérables (collège, lycée) sont recensés sur la zone d'étude en l'état actuel.</p> <p>La zone d'étude comprend 20 333 habitants, dont 5 654 (soit 27,7 %) dits les plus <u>vulnérables</u> à la pollution atmosphérique (« Moins de 11 ans » et « Plus de 65 ans »).</p> <p>Enjeux sanitaires par ingestion :</p> <p>Cinq jardins familiaux / partagés / potagers collectifs sont retrouvés sur la zone d'étude, tous situés à distance suffisante du projet pour ne pas constituer un enjeu sanitaire.</p> <p>Le futur jardin prévu dans la programmation du projet sera uniquement décoratif.</p>	



Analyse des impacts

Le futur projet développe une programmation mixte mais majoritairement résidentielle avec 46 000m² de logements et 1 000m² d'activités.

Sa réalisation 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
- Lors de la phase exploitation
 - Émissions des véhicules liées aux modifications des trafics et des conditions de circulation sur le secteur ;
 - Émissions résidentielles / tertiaires liées principalement aux systèmes de chauffage utilisés.

15. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE CHANTIER

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

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

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

15.1. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

Il est assez malaisé de quantifier les émissions d'un chantier. Ce processus appelant un nombre important de données, il n'est pas possible, au niveau actuel de l'étude, de quantifier les émissions atmosphériques du chantier.

C'est pourquoi, à ce stade du projet, les émissions liées aux activités du chantier seront abordées uniquement de **manière qualitative**.

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 NOx, CO, CO ₂ , particules, COV, HC, etc.
	Poussières	COV, gaz (solvants, 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			

❖ Construction et réhabilitation des bâtiments

Les études conduites sur les chantiers de construction et de réhabilitation montrent que les émissions dépendent des caractéristiques des chantiers et des conditions climatiques et sont donc très variables.

Toutefois il ressort néanmoins les points suivants :

- Les activités de construction dans le bâtiment sont génératrices de polluants atmosphériques, avec notamment les oxydes d'azote (NOx) et les poussières (TSP, PM10, PM2.5).
- Les activités de démolition sont très fortement génératrices de poussières et particules (TSP, PM10, PM2.5).
- Cependant, la plupart du temps, ces émissions semblent être limitées dans le temps et l'espace, en fonction du calendrier des activités qui les génèrent ; des pics de concentrations de polluants, parfois supérieurs aux seuils réglementaires, peuvent altérer la qualité de l'air environnant de manière significative mais transitoire.

❖ Travaux publics

Les activités liées aux travaux publics concernent :

- Le terrassement ;
- La construction et la réhabilitation ;
- Et la démolition d'infrastructures et ouvrages d'art.

Différentes études montrent que les opérations de terrassement participent de manière significative aux émissions de polluants, notamment de particules. De plus, ces activités sont généralement situées aux limites du chantier, et donc au plus proches des populations.

Il s'avère également que les émissions de polluants des travaux de terrassement sont plus importantes durant les périodes sèches suivies de périodes de vents forts.

Toutefois chaque chantier étant différent (par leur nature, leur taille, leur durée, leur topologie ; etc.), il est difficile d'évaluer la nature et la quantité de particules émises durant la phase de terrassement en général, car elles sont fortement liées :

- A la nature du sol (sable, limon, argile, etc.), à la taille du chantier (quantité de sol à déplacer)
- Et à la logistique mise en place (nombre et types de véhicules actifs). En outre, si les travaux ont lieu à proximité immédiate d'autres sources de pollution (en milieu urbain par exemple).

Les opérations de construction/réhabilitation nécessitent l'utilisation de substances chimiques potentiellement émettrices de polluants dans l'atmosphère (peintures solvantées et acryliques par exemple).

Lors de la construction de routes, la pose d'enrobés est émettrice de COV, dont HAP, mais l'émission est de courte durée et les polluants semblent rapidement se disperser (diminution des concentrations d'un facteur 10 au bout d'une heure après la pose).

Enfin les mesures effectuées sur des chantiers de démolition ont montré une forte augmentation des taux de poussières/particules minérales dans l'environnement proche.

❖ Transport et à l'utilisation des engins de chantiers

L'utilisation des engins de chantiers est l'une des principales sources d'émissions de poussières et particules sur un chantier, que ce soit lors de leur circulation, qui provoque la mise en suspension des poussières déposées au sol, ou lors du fonctionnement de leur moteur diesel.

Les moteurs diesel des engins de chantier émettent, en plus des particules grossières et fines, du dioxyde de carbone, des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, du dioxyde de soufre ; ainsi que des COV et HAP (adsorbées sur les particules fines). Les émissions de particules fines ont lieu principalement durant les phases de fonctionnement transitoire du moteur (utilisation pleine charge, démarrage à froid).

A titre informatif, la figure ci-contre présente la contribution des émissions des engins mobiles non-routiers dans les émissions nationales pour l'année 2019 (données CITEPA - avril 2021 - Format SECTEN).

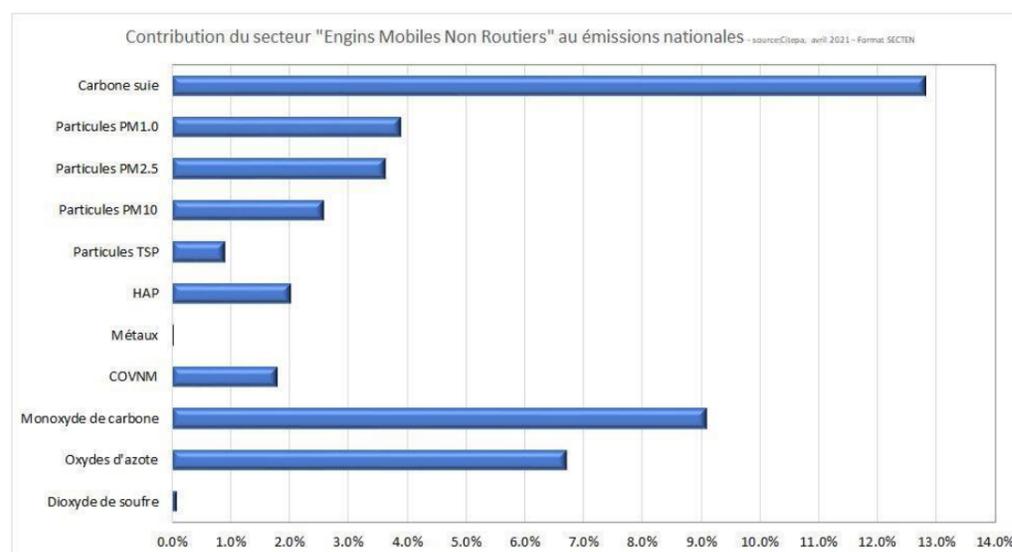


Figure 51: Contribution des émissions des engins mobiles non-routiers dans les émissions nationales pour l'année 2019

Les engins mobiles non-routiers sont une source non négligeable de carbone suie, de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote.

15.2. 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.

❖ 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 cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

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

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA³³ 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

³³ L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescaur, Bidart, Bordeaux)

en Soufre] ou encore l'émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées. Enfin, l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs.

Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions.

Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

❖ 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 précis³⁴ 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.

❖ 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.

³⁴ Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

❖ 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).

15.3. 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 ».

16. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

16.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

16.1.1. 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 2010-2020³⁵ pour les TSP ; à la stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1.0 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 et de carbone suie ;
- La moitié des émissions de particules PM2,5 ;
- Près de 70 % des émissions de particules PM1 (ultra fines) ;
- Mais moins de 10 % des émissions de particules TSP.

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

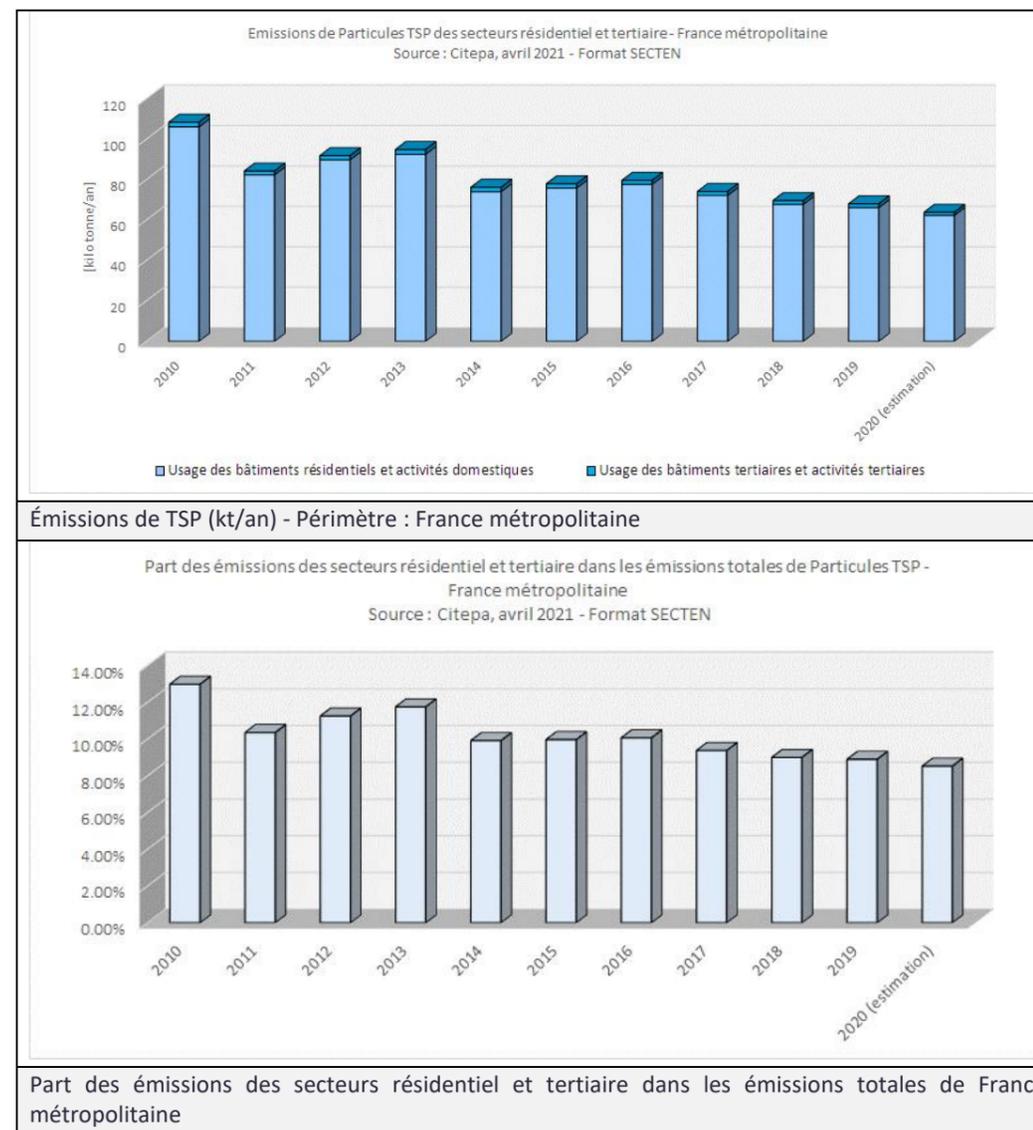
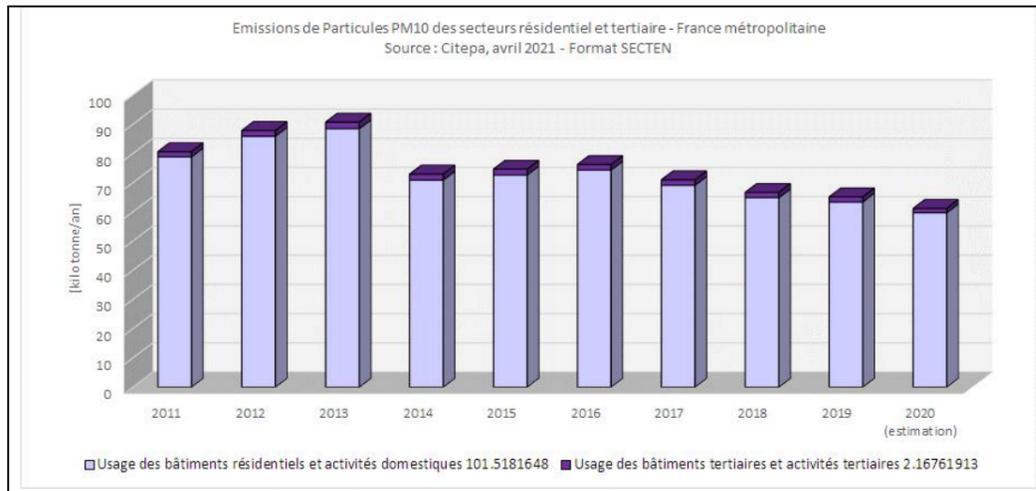
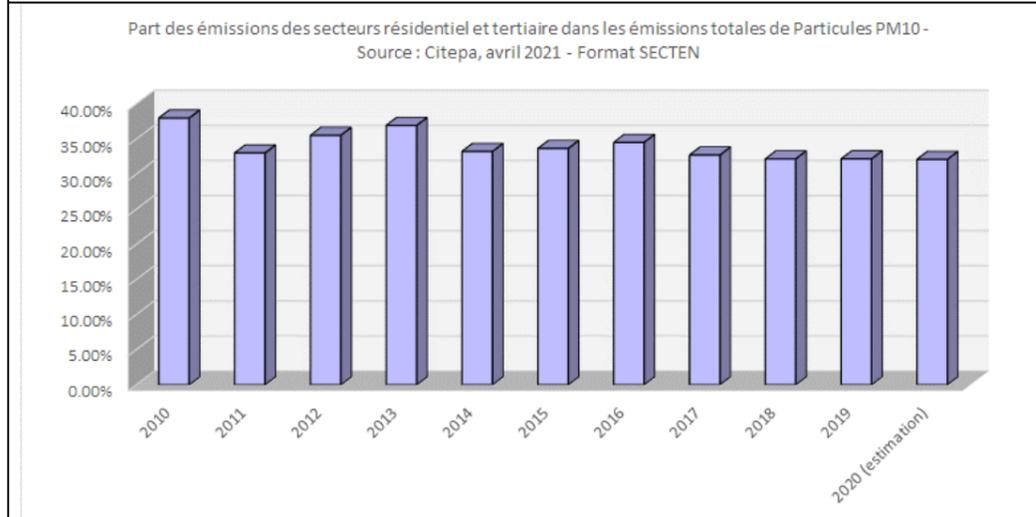


Figure 52 : Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP - France métropolitaine

³⁵ Données de l'année 2020 estimées

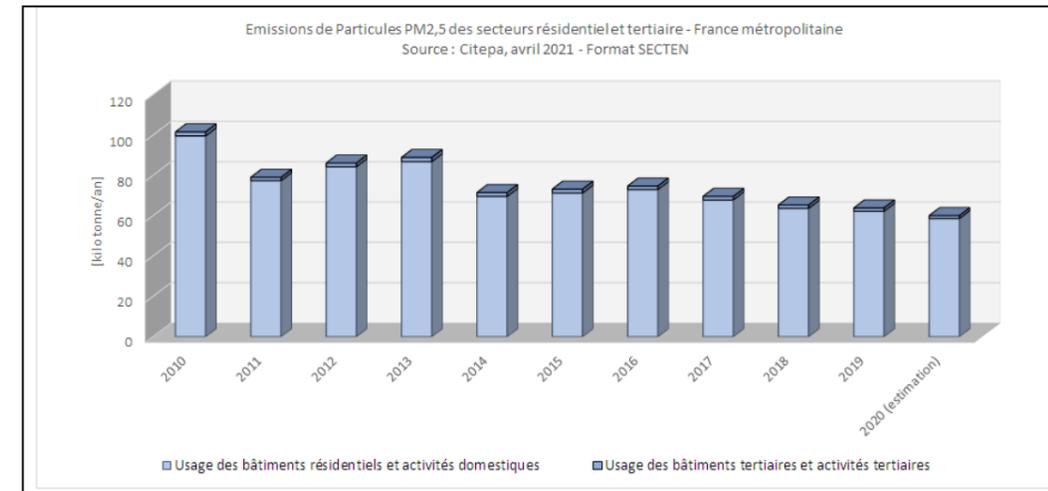


Émissions de PM10 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

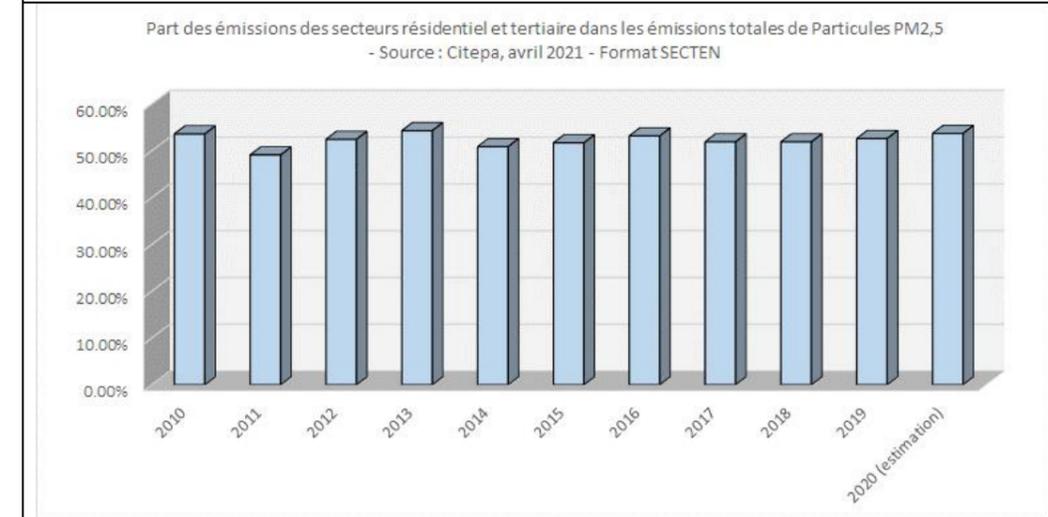


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 53: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 - France métropolitaine

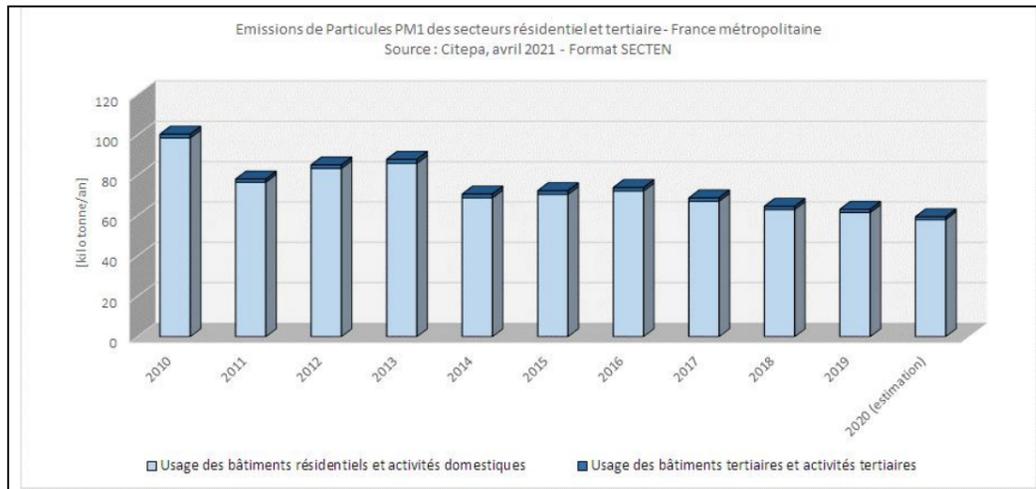


Émissions de PM2,5 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

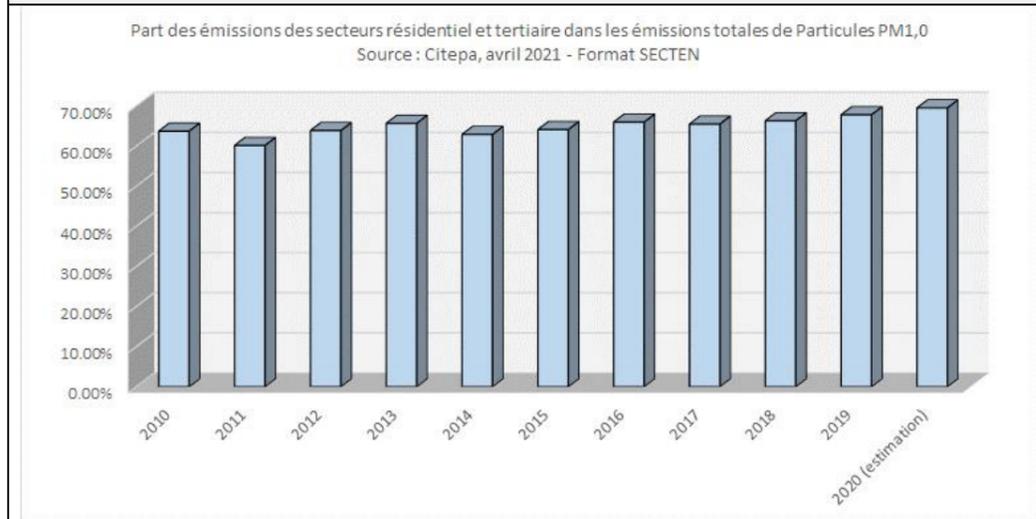


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 54: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 - France métropolitaine

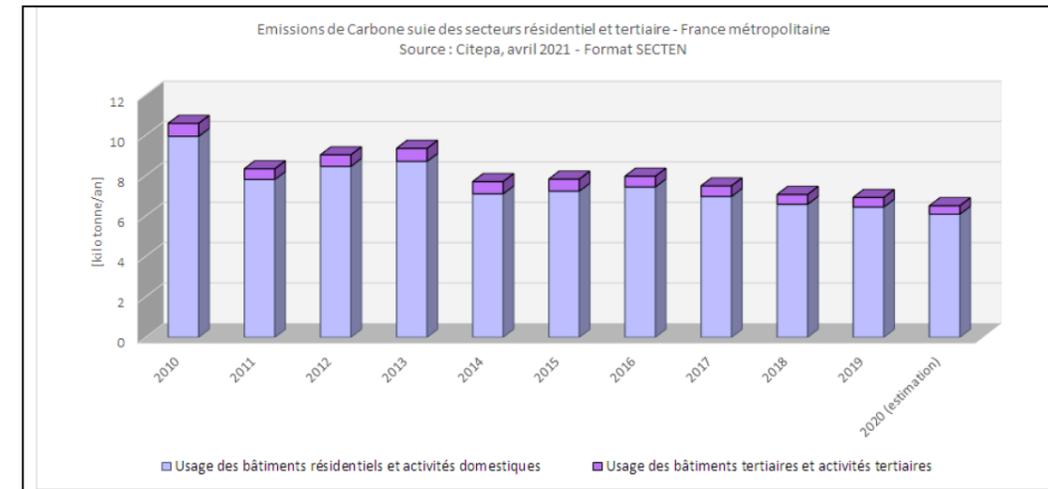


Émissions de particules PM1,0 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

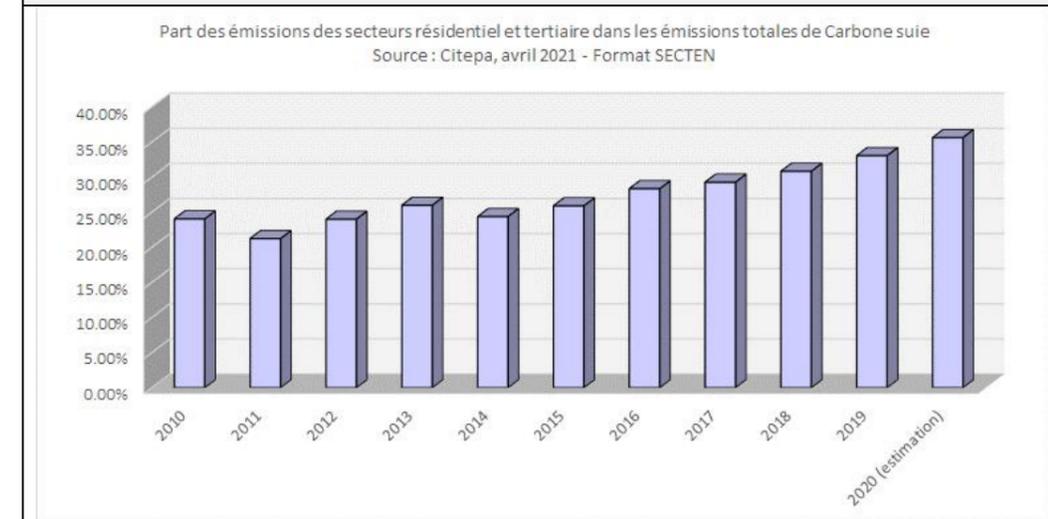


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 55: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1 - France métropolitaine



Émissions de carbone suie (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine



Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 56: 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.

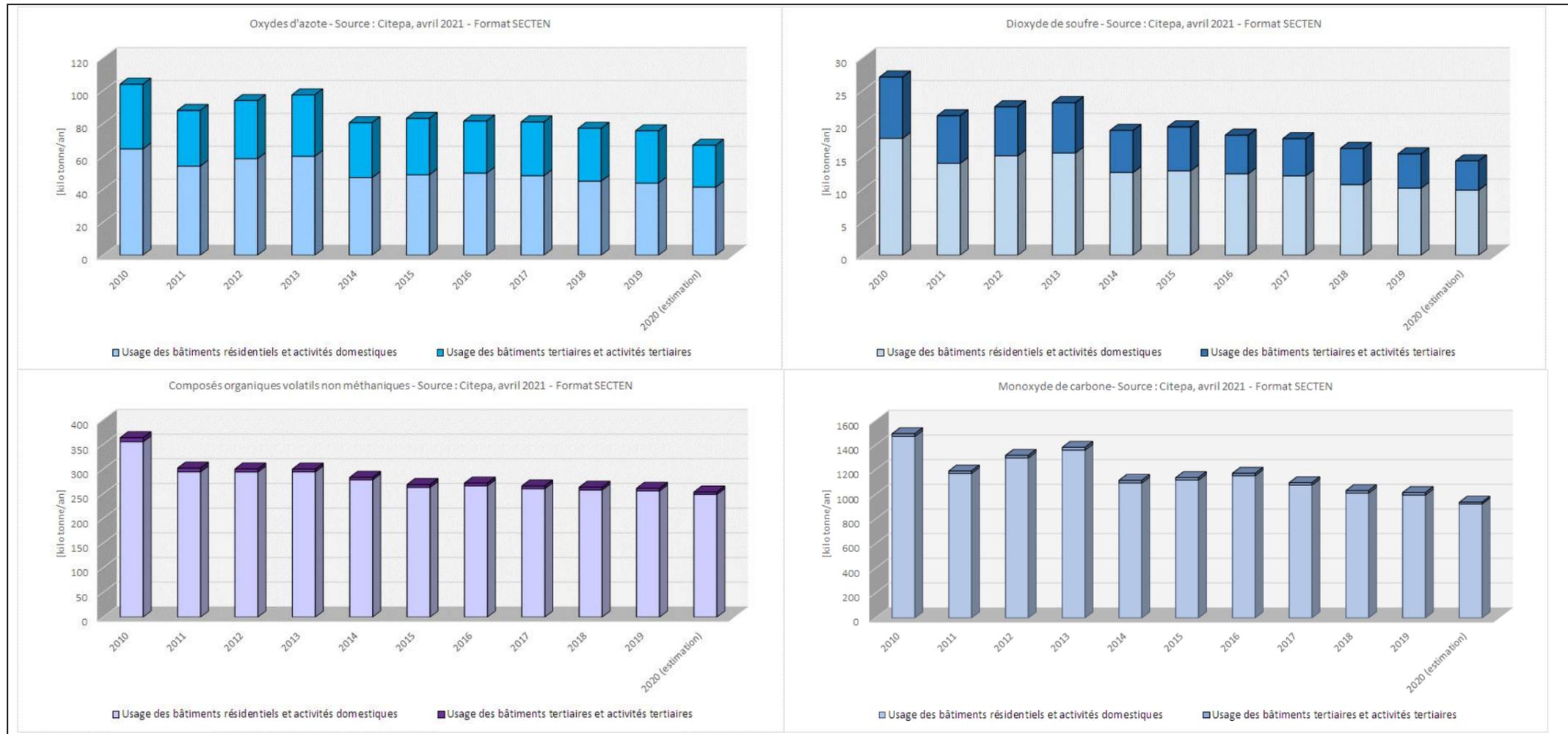


Figure 57 : Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

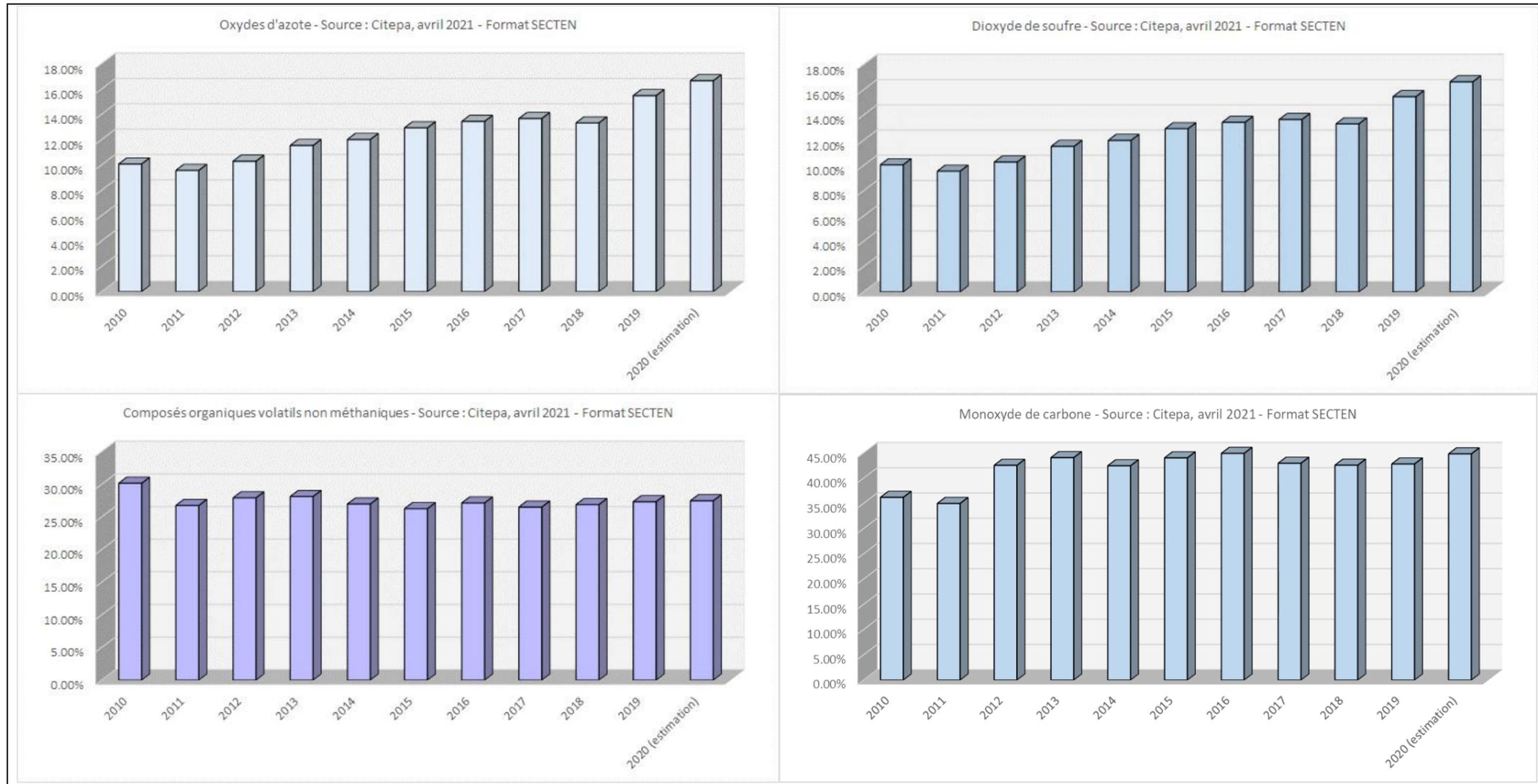


Figure 58 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

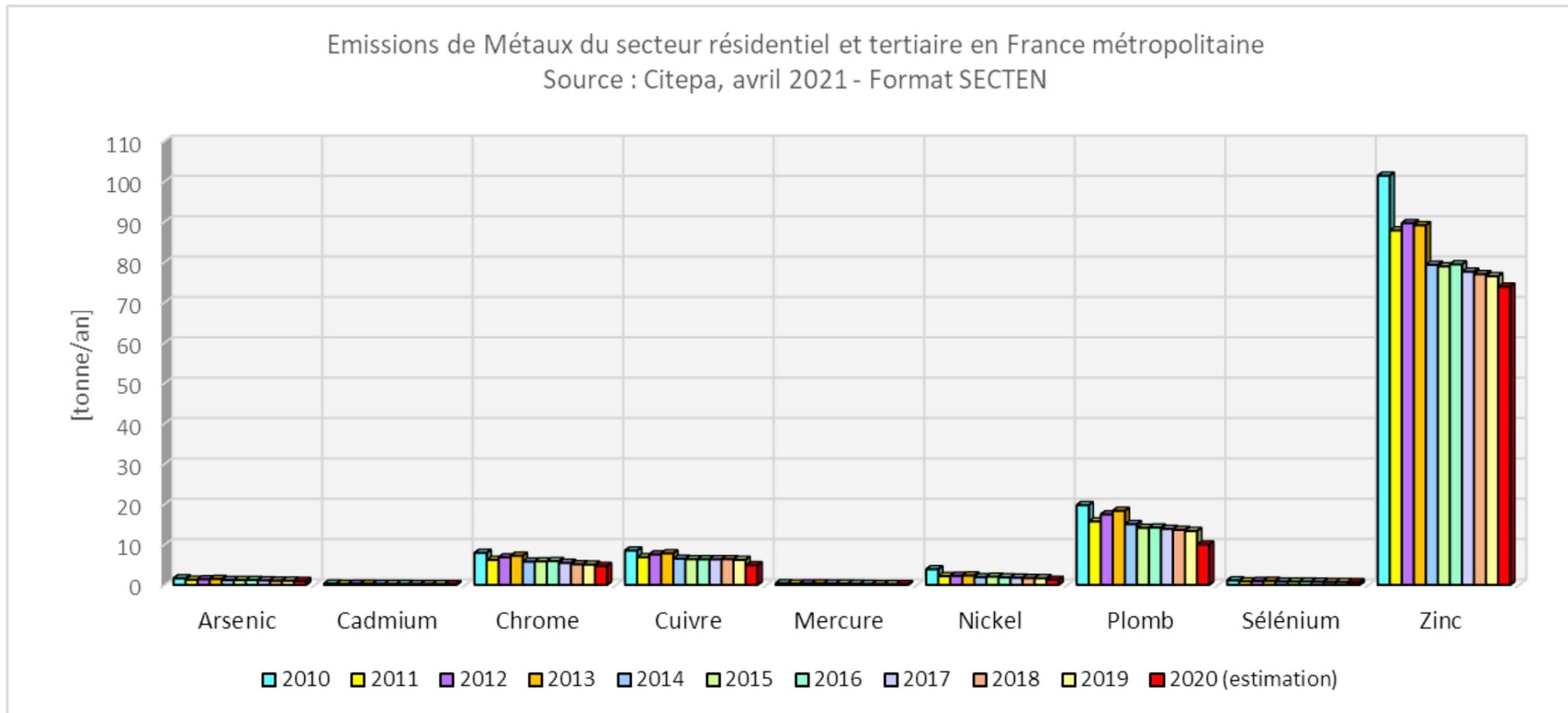


Figure 59 : Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

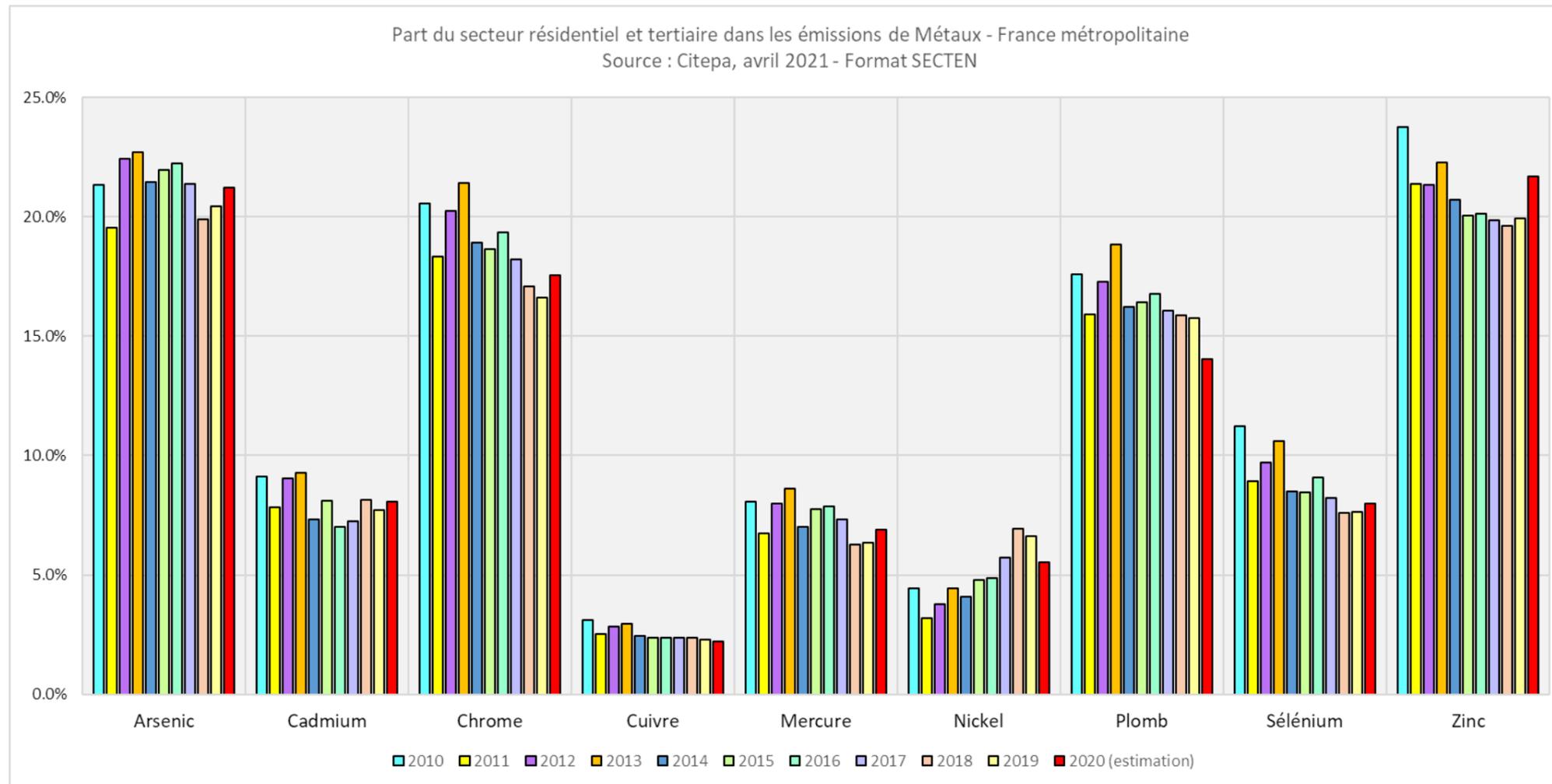


Figure 60 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux

Le secteur résidentiel et tertiaire représente :

- Environ 16 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- Environ 27 % des émissions de COVNM ;
- Environ 20 % des émissions d'arsenic et de zinc ;
- Environ 18 % des émissions de chrome ;
- Environ 8 % des émissions de cadmium ;
- Moins de 10 % des émissions de cuivre, de mercure, de nickel et de sélénium.

16.1.2. 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.

16.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés devront *a priori* suivre la RE2020 (applicable à partir de janvier 2022 pour les logements ; à partir de juillet 2022 pour les bureaux et l'enseignement et en 2023 pour les bâtiments tertiaires) dont le principal objectif est de ramener la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 » à énergie positive.

Cela implique 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 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.

16.2. IMPACT DU TRAFIC LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

Comme mentionner précédemment, la création des aménagements va modifier le trafic routier.

Pour information, les différentes émissions polluantes liées au trafic routier sont représentées sur la figure ci-après.



Figure 61: Origines des émissions issues du trafic routier

Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- Situation N°1 : Situation actuelle (année 2018) ;
- Situation N°2 : Situation de référence (année de mise en service - 2028)
- Situation N°3 : Situation de référence avec le projet (année de mise en service - 2028).

L'impact du projet sur le long terme sera également examiné via le calcul des émissions polluantes pour les situations N°2 et N°3 en considérant le parc roulant de l'année de mise en service + 20 ans.

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, tous les brins dont les trafics varient du fait du projet - et ce, quelle que soit la variation - sont considérés 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.

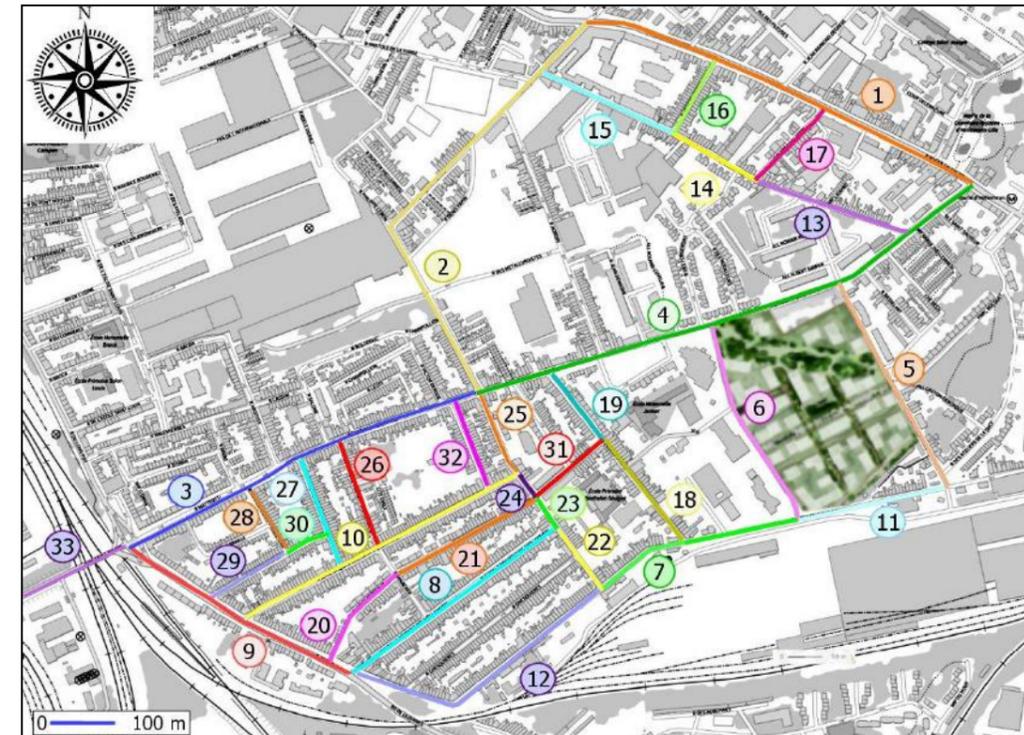


Figure 62 : Brins considérés / Réseau d'étude

Les données de circulation et les situations considérées ont été fournies le 04 avril 2022 par la Société EGIS.

Ces données ont été complétées par les comptages disponibles sur le site de la Métropole Européenne de Lille³⁶.

Les données détaillées concernant le trafic sont disponibles dans le tableau ci-après.

³⁶ https://opendata.lillemetropole.fr/explore/dataset/voies_mel/information/?flg=fr

Tableau 31: Données trafic considérées – Trafic moyen journalier annuel

N°	Nom de la rue	Situation actuelle			Situation de référence			Situation de référence avec le projet		
		Tous Véhicules	Véhicules Légers	Poids-Lourds	Tous Véhicules	Véhicules Légers	Poids-Lourds	Tous Véhicules	Véhicules Légers	Poids-Lourds
1	Rue Roger Salengro	8290	8116	174	9349	9153	196	10740	10514	226
2	Rue Ledru Rollin / Rue Philippe Lebon	6082	5960	122	6945	6806	139	7012	6872	140
3	Rue Mattéotti / Rue Chanzy	4453	4359	94	4571	4475	96	5265	5154	111
4	Rue Chanzy	5531	5420	111	6086	5964	122	8106	7944	162
5	Rue Jean Jaurès Hellemmes	1008	987	21	1008	987	21	2987	2924	63
6	Rue de l'Innovation	986	893	93	986	893	93	2164	1961	203
7	Rue Ferdinand Mathias	3256	3188	68	3256	3188	68	4048	3963	85
8	Rue Camille Desmoulins	915	904	11	915	904	11	972	960	12
9	Rue Saint-Amand	16192	15852	340	19069	18669	400	19800	19384	416
10	Rue Jean-jacques Rousseau	1527	1496	31	1527	1496	31	1573	1542	31
11	Rue Ferdinand Mathias	3256	3188	68	3256	3188	68	4048	3963	85
12	Rue Ferdinand Mathias / Rue Victor Hugo	3256	3188	68	3256	3188	68	4048	3963	85
13	Rue Jean Bart	969	950	19	969	950	19	969	950	19
14	Rue Jean Bart	646	633	13	646	633	13	646	633	13
15	Rue Jean Bart	2004	1894	110	2004	1894	110	2004	1894	110
16	Rue Lorent Lescornez	504	494	10	504	494	10	504	494	10
17	Rue Alfred Delattre	827	810	17	827	810	17	827	810	17
18	Rue des Ecoles	1291	1265	26	1291	1265	26	1291	1265	26
19	Rue des Ecoles	482	472	10	482	472	10	482	472	10
20	Rue Maurice Berteaux	1847	1810	37	1847	1810	37	1847	1810	37
21	Rue Maurice Berteaux	1770	1735	35	1770	1735	35	1770	1735	35
22	Rue Jules Ferry	1765	1703	62	1765	1703	62	1765	1703	62
23	Rue Jules Ferry	1765	1703	62	1765	1703	62	1765	1703	62
24	Rue Jules Ferry	2118	2076	42	2118	2076	42	2118	2076	42
25	Rue Jules Ferry	2118	2076	42	2118	2076	42	2118	2076	42
26	Rue de l'Amiral Courbet	671	658	13	671	658	13	671	658	13
27	Rue Louis Blanc	814	798	16	814	798	16	814	798	16
28	Rue du Lieutenant Princeteau	548	529	19	548	529	19	548	529	19
29	Rue des Pavillons	906	888	18	906	888	18	906	888	18
30	Rue des Pavillons	906	874	32	906	874	32	906	874	32
31	Rue Maurice Berteaux	841	824	17	841	824	17	841	824	17
32	Rue Ferrer	401	393	8	401	393	8	401	393	8
33	Rue Saint-Amand	22823	21397	1426	26356	24709	1647	27321	25613	1708

16.2.1. 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 suivants.

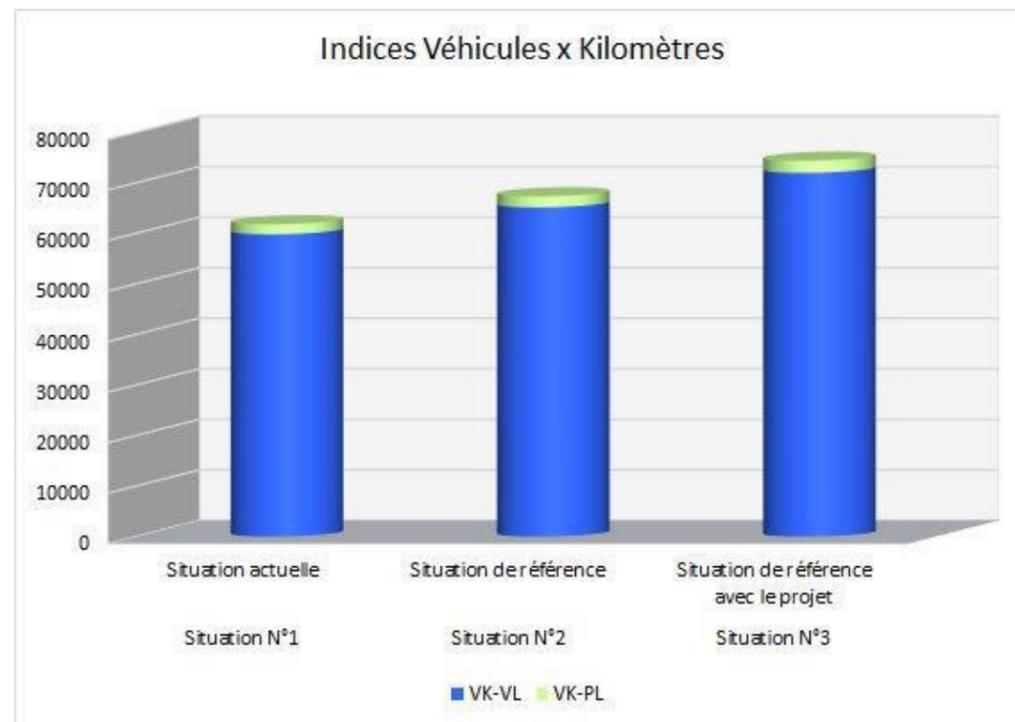


Figure 63: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Tableau 32: Indices VK sur le réseau d'étude

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Légers (VL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	Situation actuelle	59836,50	1984,67	61821,17
Situation N°2	Situation de référence	65156,77	2188,97	67345,74
Situation N°3	Situation de référence avec le projet	71989,32	2414,12	74403,44

Sur le réseau d'étude - par rapport à la situation actuelle - les VK augmentent aux horizons futurs quel que soit en situation de référence (+8,94%) ou en situation avec projet (+20,35%). Par rapport à la situation de référence, les aménagements projetées vont générer une hausse de +10,48% de l'indice VK tous véhicules confondus.

16.2.2. Évaluation des consommations énergétiques

La figure ci-après résume 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.

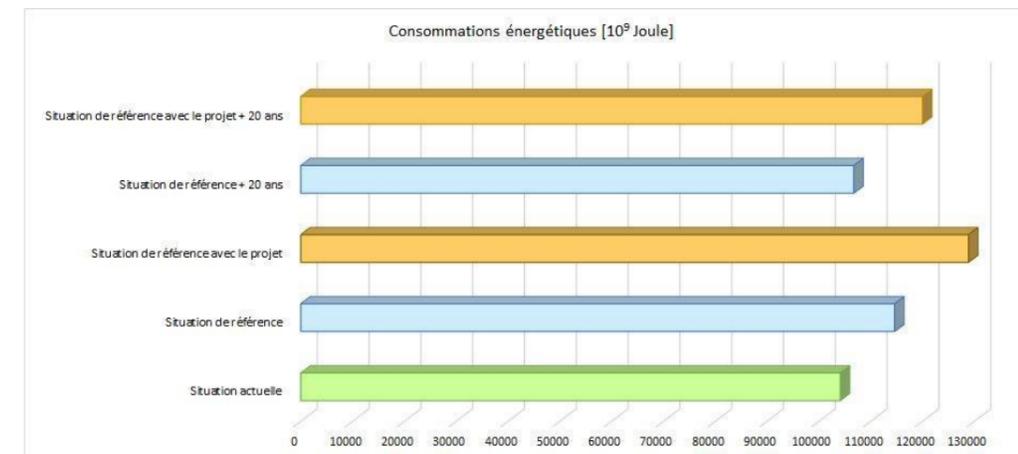


Figure 64 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Sur le réseau d'étude - par rapport à la situation actuelle - les consommations de carburant augmentent aux horizons futurs (+10,1 % pour la situation de référence, +23,8 pour la situation de référence avec projet). Toutefois avec les hypothèses considérées pour les parcs roulants, les consommations énergétiques vont baisser pour la situation de référence + 20 ans pour se rapprocher de la consommation de la situation actuelle.

16.2.3. Émissions 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 (MEET³⁷, CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro. Cette ventilation utilise les données du parc automobile 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 HAP³⁸ dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

Sont ensuite ajoutés les polluants recommandés par l'ANSES³⁹, 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 • Furanés • Naphtalène • Acétaldéhyde • Acroléine • Ethylbenzène • 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].

³⁸ Somme des HAP suivants : 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

³⁹ 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

³⁷ MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

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

POLLUANTS	Unité	Situation actuelle	Situation de référence	Situation de référence avec le projet	Situation de référence	Situation de référence avec le projet
			Mise en service		Mise en service + 20 ans	
Oxydes d'azote [éq. NO ₂]	[kg/j]	23,85	21,32	23,99	5,22	5,88
Dioxyde d'azote	[kg/j]	7,35	6,72	7,57	0,92	1,03
Monoxyde de carbone	[kg/j]	16,56	12,15	13,68	6,53	7,36
Dioxyde de soufre	[kg/j]	0,198	0,216	0,243	0,170	0,192
Ammoniac	[kg/j]	0,379	0,397	0,447	0,404	0,455
Particules PM10	[kg/j]	2,480	2,546	2,866	2,215	2,493
Particules PM2,5	[kg/j]	1,176	1,104	1,243	0,785	0,884
Particules à l'échappement	[kg/j]	0,505	0,362	0,408	0,050	0,056
COVNM	[kg/j]	1,320	0,776	0,874	0,182	0,204
Acétaldéhyde	[kg/j]	4,04E-02	2,73E-02	3,08E-02	3,84E-03	4,30E-03
Acroléine	[kg/j]	2,00E-02	1,36E-02	1,53E-02	1,42E-03	1,59E-03
Benzène	[kg/j]	4,38E-02	2,68E-02	3,02E-02	5,92E-03	6,66E-03
1,3-butadiène	[kg/j]	1,44E-02	9,29E-03	1,04E-02	2,67E-03	2,99E-03
Éthylbenzène	[kg/j]	1,40E-02	8,00E-03	9,02E-03	2,51E-03	2,82E-03
Formaldéhyde	[kg/j]	7,60E-02	5,11E-02	5,75E-02	6,83E-03	7,66E-03
Toluène	[kg/j]	7,09E-02	4,24E-02	4,78E-02	1,13E-02	1,27E-02
Xylènes	[kg/j]	5,41E-02	3,23E-02	3,64E-02	9,15E-03	1,03E-02
16 HAP	[kg/j]	4,57E-02	4,69E-02	5,29E-02	2,92E-02	3,29E-02
16 HAP en BaP équivalent	[kg/j]	1,29E-04	1,33E-04	1,50E-04	7,90E-05	8,90E-05
Naphtalène	[kg/j]	4,06E-02	4,16E-02	4,69E-02	2,62E-02	2,95E-02
Somme des métaux	[kg/j]	4,82E-05	5,29E-05	5,96E-05	4,72E-05	5,31E-05
Arsenic	[kg/j]	7,42E-07	8,13E-07	9,15E-07	6,71E-07	7,55E-07
Cadmium	[kg/j]	4,94E-07	5,41E-07	6,09E-07	4,39E-07	4,94E-07
Chrome	[kg/j]	1,57E-05	1,74E-05	1,95E-05	1,71E-05	1,92E-05
Mercure	[kg/j]	2,16E-05	2,37E-05	2,67E-05	2,06E-05	2,32E-05
Nickel	[kg/j]	5,68E-06	6,21E-06	6,99E-06	4,88E-06	5,49E-06
Plomb	[kg/j]	3,96E-06	4,33E-06	4,88E-06	3,56E-06	4,01E-06
Dioxines	[kg/j]	3,38E-12	2,68E-12	3,02E-12	7,39E-13	8,33E-13
Furanes	[kg/j]	5,03E-12	3,99E-12	4,49E-12	1,11E-12	1,25E-12

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, les émissions de polluants (somme de tous polluants confondus considérés dans l'étude, cf. tableau précédent) calculées aux horizons futurs sont inférieures aux émissions moyennes en situation actuelle avec ou sans le projet (cf. figure suivante).

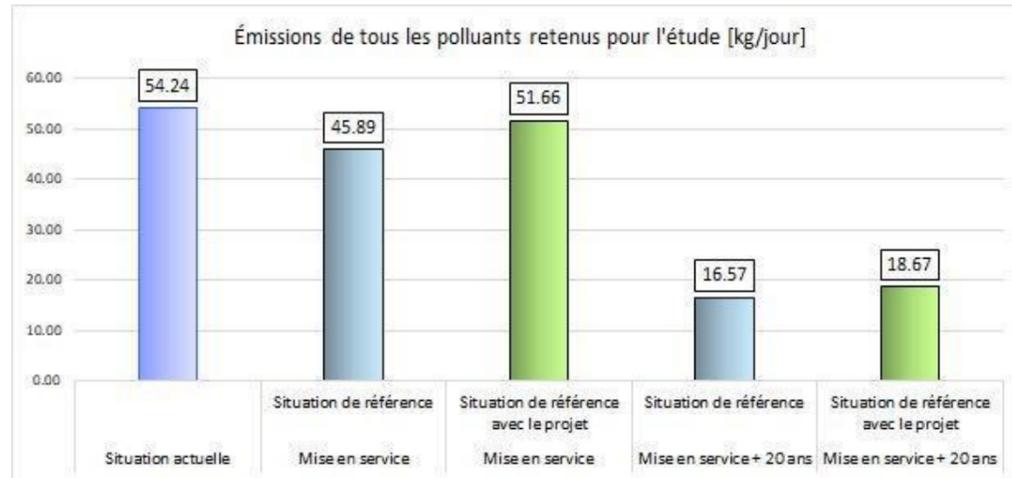


Figure 65 : Emissions des polluants (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

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
Mise en service Projet vs Référence	12,54%	12,57%	12,57%	12,57%	12,60%	12,57%
Mise en service + 20 ans Projet vs Référence	12,61%	12,58%	12,58%	12,58%	12,65%	12,56%
Référence vs Actuel	-10,62%	2,67%	-6,13%	-28,35%	-26,65%	9,34%
Projet vs Actuel	0,59%	15,58%	5,67%	-19,34%	-17,41%	23,08%
Référence +20 ans vs Actuel	-78,12%	-10,69%	-33,22%	-90,10%	-60,57%	-13,84%
Projet +20 ans vs Actuel	-75,36%	0,54%	-24,82%	-88,86%	-55,58%	-3,02%
Émissions moyennes Journalières Annuelles	COVNM	Benzène	NO ₂	HAP	Arsenic	Nickel
Mise en service Projet vs Référence	12,57%	12,67%	12,63%	12,67%	12,57%	12,57%
Mise en service + 20 ans Projet vs Référence	12,44%	12,67%	12,64%	12,67%	12,55%	12,54%
Référence vs Actuel	-41,20%	-38,79%	-8,55%	2,65%	9,51%	9,32%
Projet vs Actuel	-33,81%	-31,04%	3,00%	15,66%	23,27%	23,06%
Référence +20 ans vs Actuel	-86,24%	-86,51%	-87,50%	-36,02%	-9,64%	-14,11%
Projet +20 ans vs Actuel	-84,52%	-84,80%	-85,92%	-27,92%	1,70%	-3,34%

Les augmentations des émissions en situation projet sont à corrélérer avec les augmentations des VK sur le réseau d'étude par rapport aux scénarios de référence, compte tenu de l'accroissement des déplacements, eux-mêmes induits par l'accroissement de la population résidente.

Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer de manière très importante pour les horizons au long terme (mise en service+20ans).

Les augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour les situations futures - par rapport à la situation actuelle – 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, selon les situations considérées, diminuer de manière moins importante, voire augmenter (particules PM10 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.

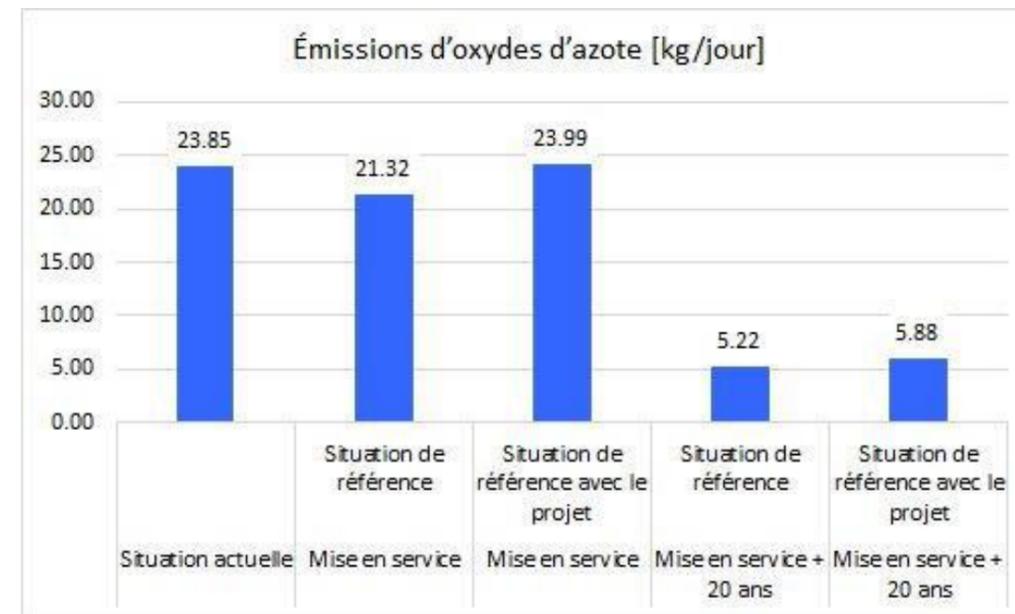


Figure 66: Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO₂) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

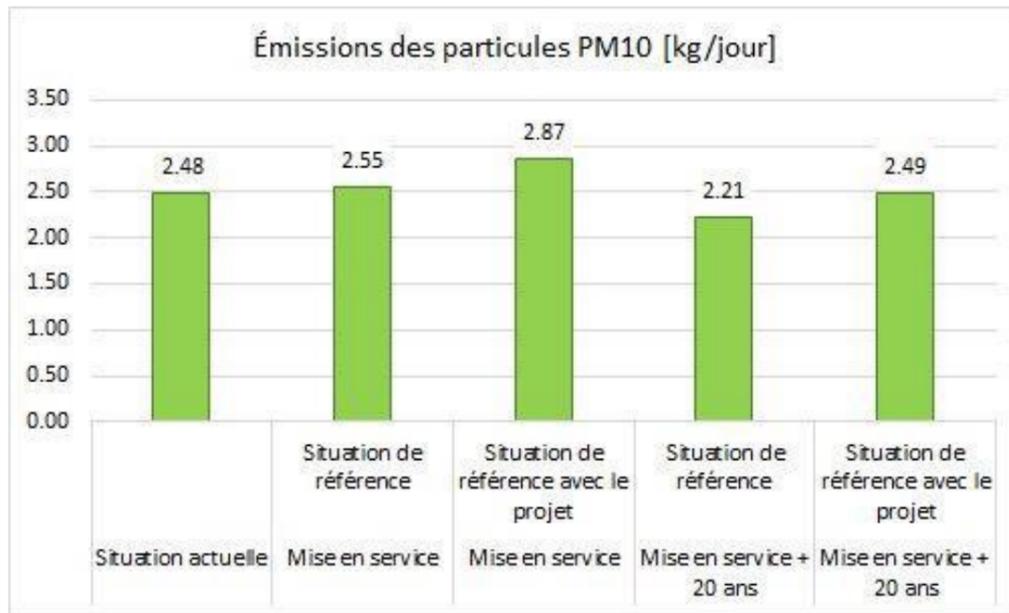


Figure 67: Émissions de particules PM10 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

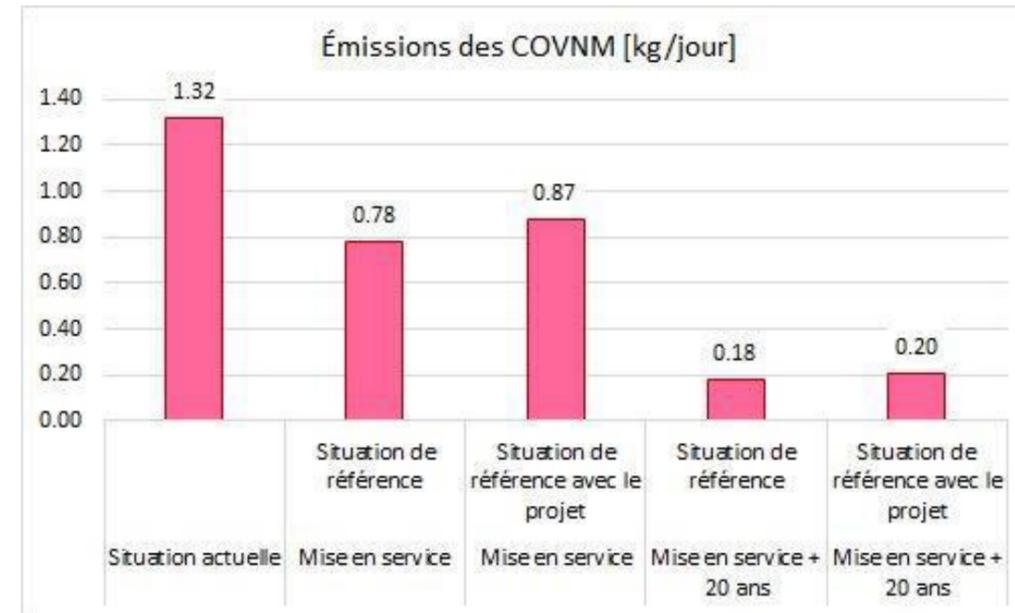


Figure 69: Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

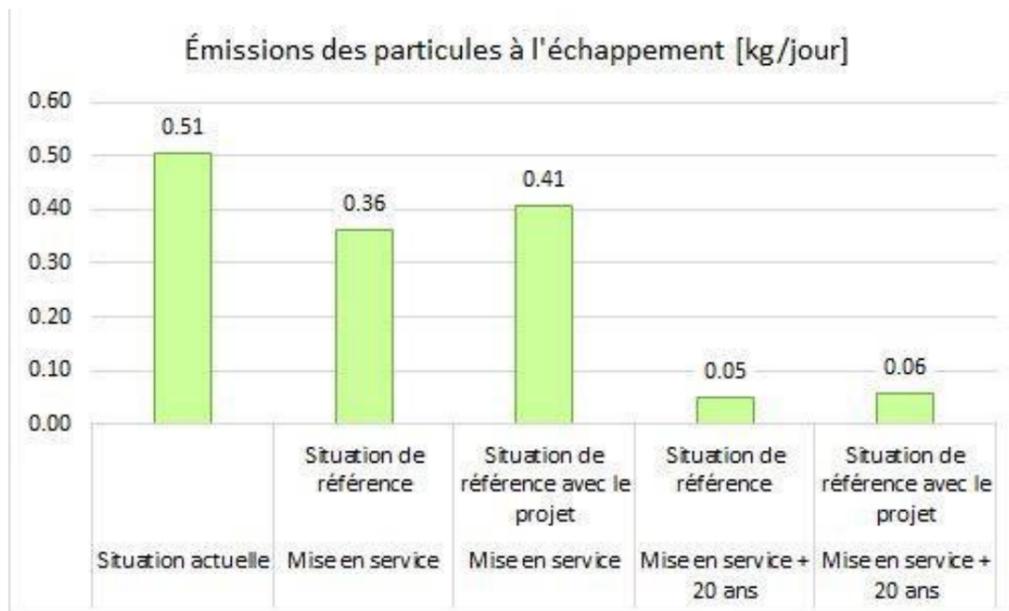


Figure 68: Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

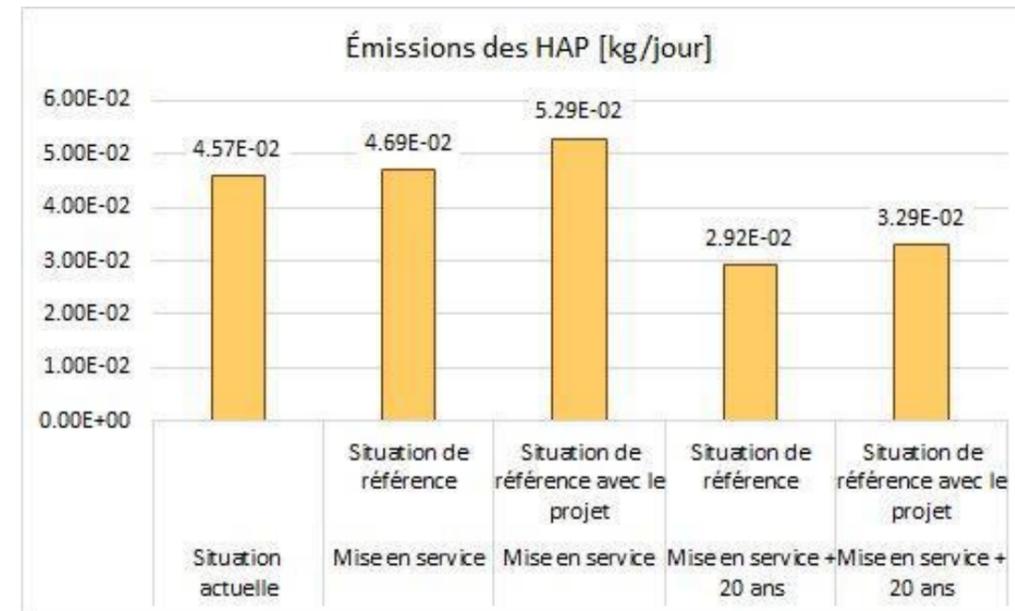


Figure 70: Émissions des HAP sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

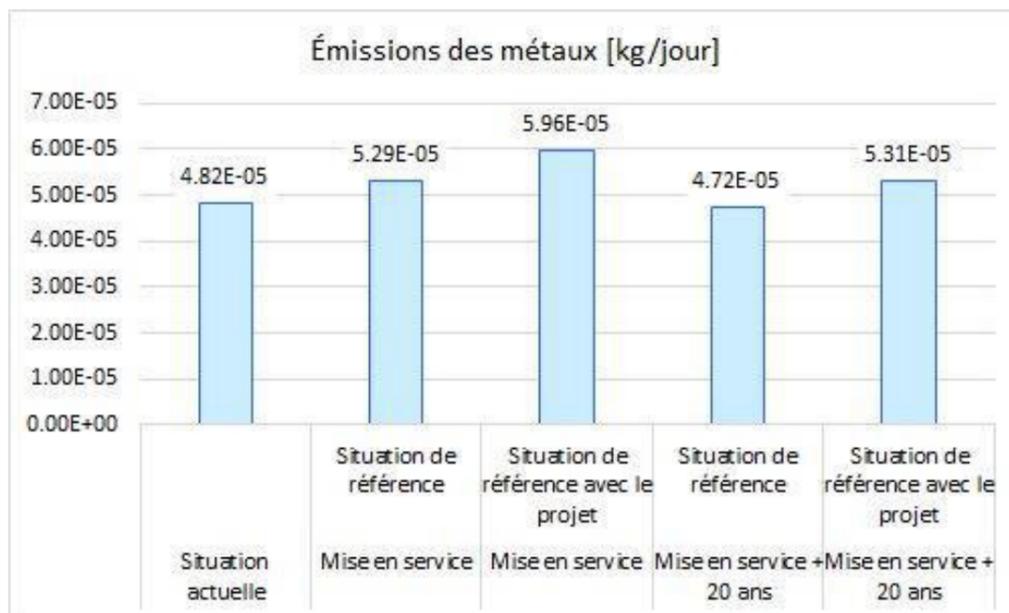


Figure 71: Émissions des métaux sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

16.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

Les calculs de dispersion atmosphérique doivent permettre d'estimer la qualité de l'air aux alentours des sources des rejets atmosphériques.

La répartition de la charge de polluants est calculée sur la base des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Remarque importante :

Regardant ce dossier, il faut garder à l'esprit que les modélisations ont pour objectif de :

1. Caractériser les impacts sur la qualité de l'air des voies de circulation considérées pour la situation actuelle et de référence
2. Préciser les impacts du projet par rapport ces situations.

Il s'agit d'un outil d'aide à la décision, mais ne permettant pas de définir la qualité de l'air.

❖ Méthodologie

Afin d'appréhender les effets du terrain sur la dispersion atmosphérique, il sera utilisé un modèle Lagrangien, en l'occurrence le modèle AUSTAL2000.

Ce modèle a été développé pour le compte du Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère Fédéral allemand en charge de l'Environnement et de la sûreté nucléaire) et répond aux exigences techniques présentées dans l'annexe III du TA-LUFT [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft].

AUSTAL2000 est un modèle de suivi des particules Lagrangiennes qui contient son propre modèle de champ de vent diagnostique (TALdia). Le modèle prend en compte l'influence de la topographie sur le champ de vent (3D) et donc sur la dispersion des polluants. À noter que, depuis 2002, la réglementation allemande a instauré AUSTAL2000 comme modèle officiel de référence.

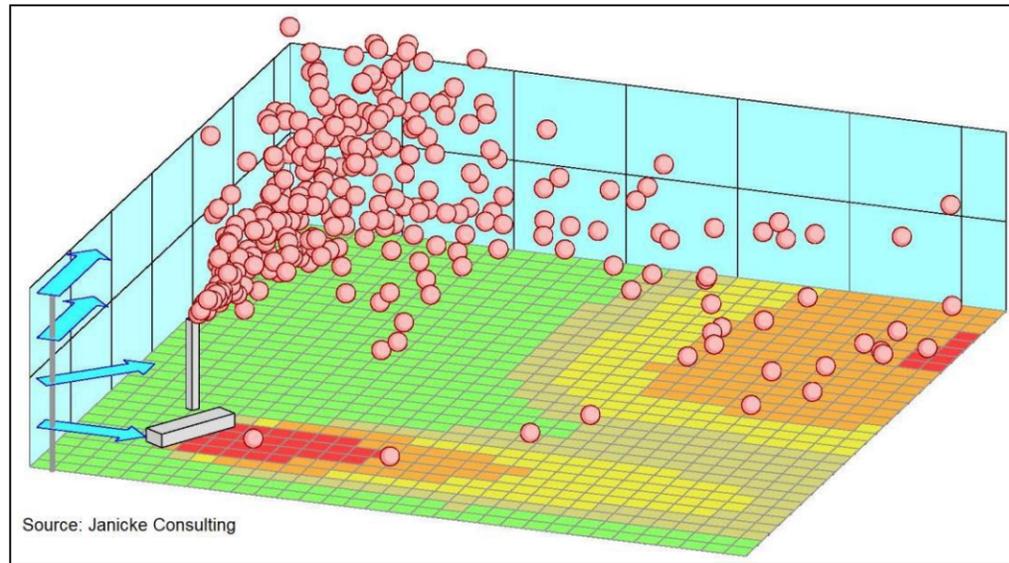


Figure 72: Modélisation lagrangienne d'un panache

Les données permettant de caractériser la structure de l'atmosphère proviennent de la station météorologique « Lille-Lesquin ».

Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2013 complète, c'est-à-dire : du 1er janvier au 31 décembre 2013 calée sur la rose des vents obtenue sur une période de 20 années.

La rose des vents utilisée est représentée sur la figure ci-contre.

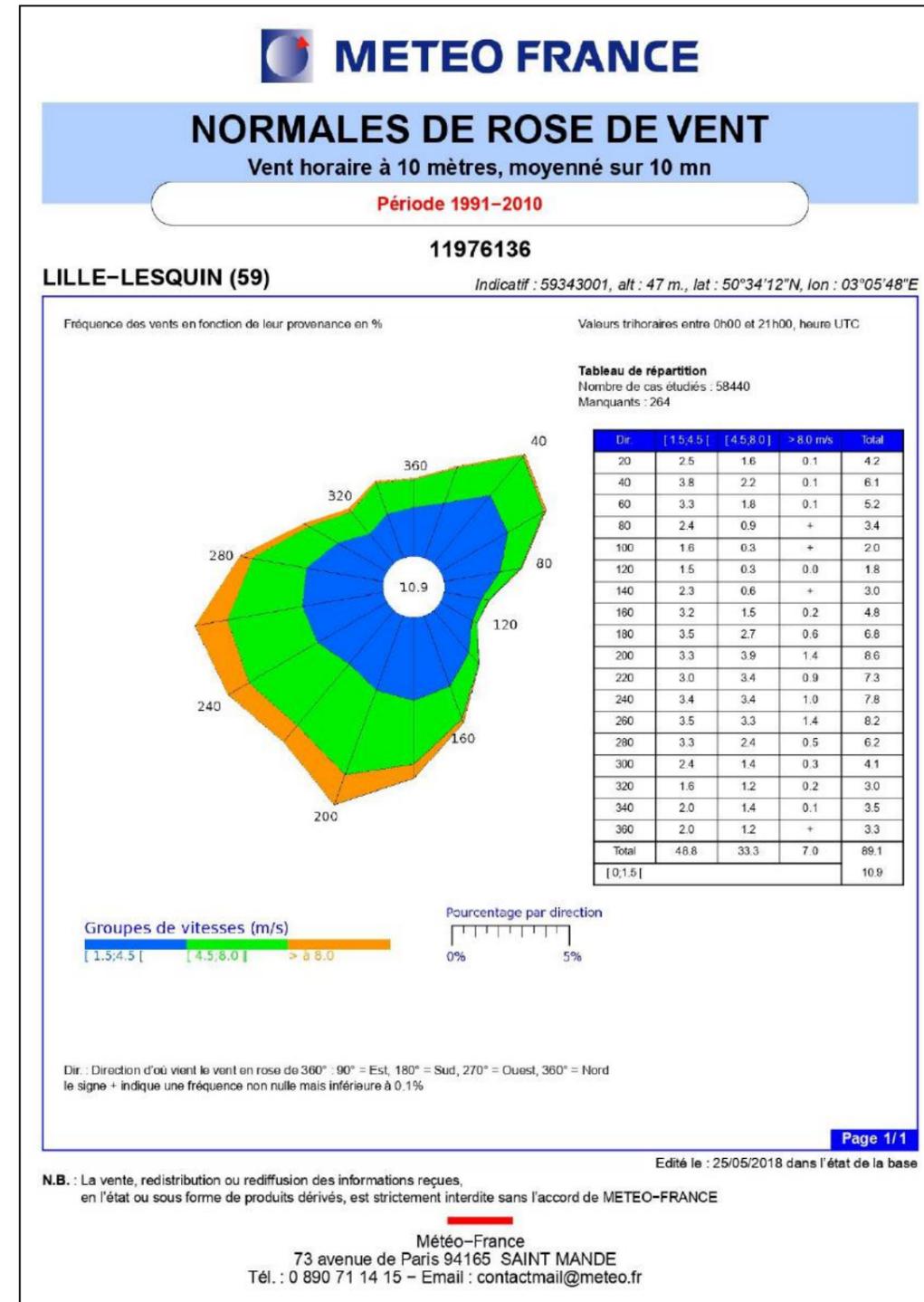


Figure 73: Rose des vents utilisée pour les simulations

Les données sont ensuite traitées par le préprocesseur afin d'obtenir une représentation correcte des conditions sur le site. Ce modèle météorologique est utilisé pour modéliser

les champs de vents à une méso-échelle et ainsi obtenir des champs de vents prenant en compte la topographie du terrain, ainsi que le bâti.

Le terrain numérique a été généré à partir des données de l'IGN [BD-ALTI].

Le modèle AUSTAL2000 dispose d'un préprocesseur [TALdia] permettant de traiter les données météorologiques et de générer le champ de vents.

La grille de calcul considérée est un quadrilatère de dimensions 1740 m sur 1200 m (mailles de 20 mètres).

Il est également considéré vingt récepteurs ponctuels ; ces derniers sont repérés sur la cartographie ci-dessous.

❖ 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 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.

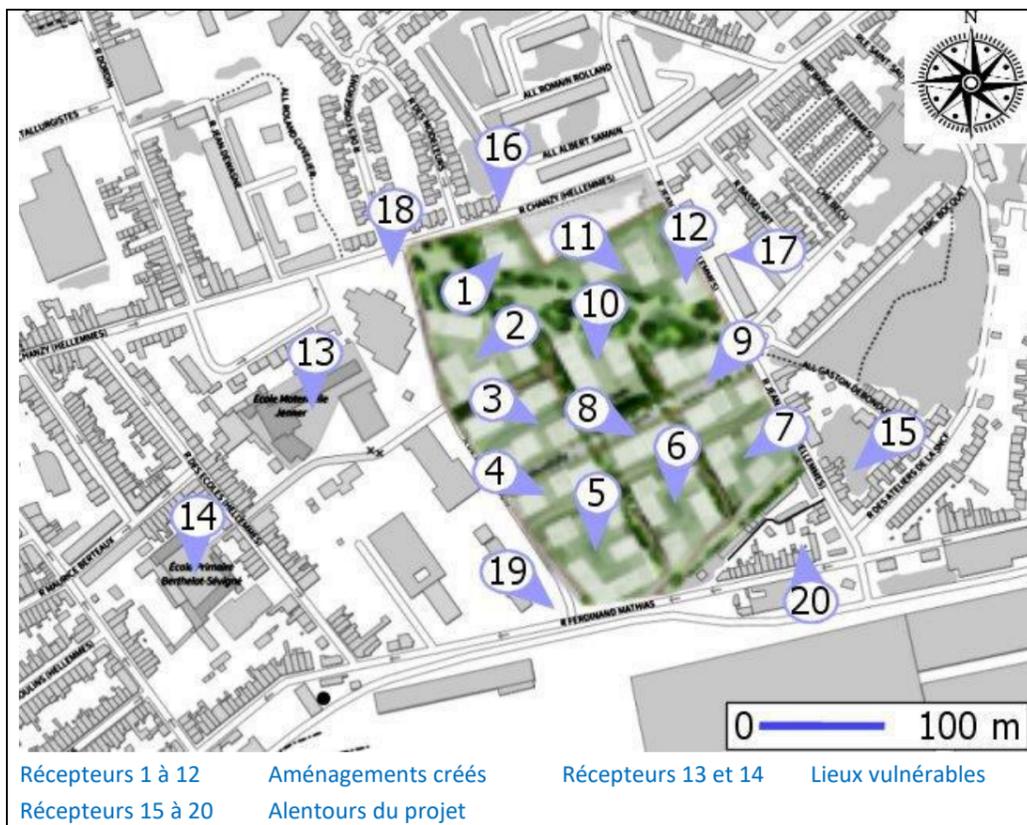


Figure 74: Emplacements des récepteurs

Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

Tableau 35 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

COMPOSES [µg/m³]	Pas de temps	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20 ans	
			Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Oxydes d'azote	Année	33,646	30,272	33,334	6,884	7,580
Dioxyde d'azote	Année	9,298	8,691	9,570	1,171	1,290
	Heure	90,905	85,230	93,060	11,487	12,542
Particules PM10	Année	2,290	2,396	2,669	2,067	2,302
	Jour	5,253	5,539	6,138	4,778	5,295
Particules PM2,5	Année	1,090	1,040	1,158	0,733	0,817
Dioxyde de soufre	Année	0,263	0,299	0,329	0,237	0,261
	Jour	0,419	0,472	0,524	0,375	0,416
	Heure	2,568	2,930	3,199	2,327	2,541
Monoxyde de carbone	Heure	204,17	157,46	171,92	80,71	88,13
Benzène	Année	5,15E-02	3,28E-02	3,62E-02	7,28E-03	8,01E-03
Plomb	Année	3,66E-06	4,10E-06	4,57E-06	3,44E-06	3,83E-06
Benzo(a)pyrène	Année	3,96E-05	4,18E-05	4,65E-05	2,43E-05	2,71E-05
Arsenic	Année	6,86E-07	7,69E-07	8,57E-07	6,48E-07	7,22E-07
Cadmium	Année	4,57E-07	5,12E-07	5,70E-07	4,25E-07	4,74E-07
Nickel	Année	5,25E-06	5,87E-06	6,54E-06	4,74E-06	5,28E-06

Tableau 36: Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

COMPOSES [µg/m³]	Pas de temps	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20 ans	
			Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Ammoniac	Année	0,451	0,494	0,544	0,506	0,558
COVNM	Année	1,714	1,064	1,172	0,287	0,316
Acétaldéhyde	Année	5,51E-02	3,88E-02	4,27E-02	7,71E-03	8,49E-03
Acroléine	Année	2,64E-02	1,87E-02	2,06E-02	2,92E-03	3,21E-03
Butadiène (1,3)	Année	2,25E-02	1,52E-02	1,67E-02	5,43E-03	5,98E-03
Ethylbenzène	Année	1,64E-02	9,76E-03	1,07E-02	3,05E-03	3,36E-03
Formaldéhyde	Année	1,03E-01	7,22E-02	7,95E-02	1,39E-02	1,53E-02
Toluène	Année	8,31E-02	5,17E-02	5,70E-02	1,37E-02	1,51E-02
Xylènes	Année	6,57E-02	4,10E-02	4,52E-02	1,21E-02	1,33E-02
HAP	Année	3,75E-02	3,94E-02	4,39E-02	2,47E-02	2,75E-02
Naphtalène	Année	3,32E-02	3,48E-02	3,88E-02	2,19E-02	2,44E-02
Particules à l'échappement	Année	4,73E-01	3,42E-01	3,81E-01	4,68E-02	5,21E-02
Chrome	Année	1,45E-05	1,64E-05	1,82E-05	1,61E-05	1,79E-05
Mercurure	Année	1,99E-05	2,24E-05	2,49E-05	1,97E-05	2,20E-05
Dioxines	Année	4,17E-12	3,42E-12	3,77E-12	9,07E-13	9,99E-13
Furanes	Année	6,19E-12	5,08E-12	5,59E-12	1,36E-12	1,50E-12

Concentrations relevées au niveau des lieux vulnérables – Récepteurs 13 et 14

Tableau 37 : Concentrations maximales relevées au niveau des lieux vulnérables

COMPOSES [µg/m³]	Pas de temps	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20 ans	
			Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Oxydes d'azote	Année	17,322	14,968	19,180	3,404	4,362
Dioxyde d'azote	Année	4,787	4,297	5,506	0,579	0,742
	Heure	31,710	26,494	32,874	3,571	4,431
Particules PM10	Année	0,845	0,823	1,071	0,710	0,924
	Jour	1,553	1,522	1,989	1,313	1,716
Particules PM2,5	Année	0,402	0,357	0,465	0,252	0,328
Dioxyde de soufre	Année	0,082	0,088	0,157	0,070	0,124
	Jour	0,086	0,090	0,152	0,072	0,121
	Heure	0,494	0,542	0,895	0,430	0,711
Monoxyde de carbone	Heure	39,25	29,13	48,09	14,93	24,65
Benzène	Année	4,28E-02	2,56E-02	3,28E-02	6,80E-03	8,71E-03
Plomb	Année	9,21E-07	9,56E-07	1,41E-06	8,03E-07	1,19E-06
Benzo(a)pyrène	Année	3,96E-05	4,18E-05	4,65E-05	2,43E-05	2,71E-05
Arsenic	Année	1,73E-07	1,79E-07	2,65E-07	1,51E-07	2,23E-07
Cadmium	Année	1,15E-07	1,19E-07	1,77E-07	9,92E-08	1,47E-07
Nickel	Année	1,32E-06	1,37E-06	2,03E-06	1,11E-06	1,64E-06
Ammoniac	Année	0,232	0,245	0,313	0,250	0,321
COVNM	Année	0,882	0,526	0,674	0,142	0,182
Acétaldéhyde	Année	2,84E-02	1,92E-02	2,46E-02	3,81E-03	4,88E-03
Acroléine	Année	1,36E-02	9,24E-03	1,18E-02	1,44E-03	1,85E-03
Butadiène (1,3)	Année	1,16E-02	7,52E-03	9,64E-03	2,68E-03	3,44E-03
Ethylbenzène	Année	8,44E-03	4,82E-03	6,18E-03	1,51E-03	1,94E-03
Formaldéhyde	Année	5,31E-02	3,57E-02	4,58E-02	6,85E-03	8,78E-03
Toluène	Année	4,28E-02	2,56E-02	3,28E-02	6,80E-03	8,71E-03
Xylènes	Année	3,38E-02	2,03E-02	2,60E-02	5,97E-03	7,65E-03
HAP	Année	3,75E-02	3,94E-02	4,39E-02	2,47E-02	2,75E-02
Naphtalène	Année	1,22E-02	1,19E-02	1,56E-02	7,53E-03	9,80E-03
Particules à l'échappement	Année	1,75E-01	1,17E-01	1,53E-01	1,61E-02	2,09E-02
Chrome	Année	5,36E-06	5,62E-06	7,32E-06	5,53E-06	7,20E-06
Mercurure	Année	7,36E-06	7,69E-06	1,00E-05	6,77E-06	8,82E-06
Dioxines	Année	2,15E-12	1,69E-12	2,17E-12	4,48E-13	5,75E-13
Furanes	Année	3,19E-12	2,51E-12	3,22E-12	6,74E-13	8,63E-13

Concentrations relevées au niveau des aménagements projetés – Récepteurs 1 à 12

Tableau 38 : Concentrations maximales relevées au niveau des aménagements projetés

COMPOSES [µg/m ³]	Pas de temps	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20 ans	
			Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Oxydes d'azote	Année	31,109	27,271	33,334	6,202	7,580
Dioxyde d'azote	Année	8,597	7,829	9,570	1,055	1,290
	Heure	52,177	47,769	64,621	6,438	8,710
Particules PM10	Année	1,710	1,743	2,304	1,504	1,988
	Jour	3,888	3,986	5,052	3,439	4,359
Particules PM2,5	Année	0,814	0,756	1,000	0,533	0,705
Dioxyde de soufre	Année	0,243	0,269	0,329	0,214	0,261
	Jour	0,310	0,340	0,431	0,270	0,342
	Heure	1,474	1,642	2,221	1,304	1,764
Monoxyde de carbone	Heure	117,19	88,25	119,38	45,24	61,20
Benzène	Année	7,68E-02	4,66E-02	5,70E-02	1,24E-02	1,51E-02
Plomb	Année	2,73E-06	2,98E-06	3,94E-06	2,50E-06	3,31E-06
Benzo(a)pyrène	Année	3,96E-05	4,18E-05	4,65E-05	2,43E-05	2,71E-05
Arsenic	Année	5,13E-07	5,59E-07	7,40E-07	4,71E-07	6,23E-07
Cadmium	Année	3,42E-07	3,73E-07	4,92E-07	3,09E-07	4,09E-07
Nickel	Année	3,92E-06	4,27E-06	5,65E-06	3,45E-06	4,56E-06
Ammoniac	Année	0,417	0,445	0,544	0,456	0,558
COVNM	Année	1,585	0,959	1,172	0,259	0,316
Acéaldéhyde	Année	5,09E-02	3,49E-02	4,27E-02	6,94E-03	8,49E-03
Acroléine	Année	2,44E-02	1,68E-02	2,06E-02	2,63E-03	3,21E-03
Butadiène (1,3)	Année	2,08E-02	1,37E-02	1,67E-02	4,89E-03	5,98E-03
Ethylbenzène	Année	1,52E-02	8,79E-03	1,07E-02	2,75E-03	3,36E-03
Formaldéhyde	Année	9,54E-02	6,51E-02	7,95E-02	1,25E-02	1,53E-02
Toluène	Année	7,68E-02	4,66E-02	5,70E-02	1,24E-02	1,51E-02
Xylènes	Année	6,08E-02	3,70E-02	4,52E-02	1,09E-02	1,33E-02
HAP	Année	3,75E-02	3,94E-02	4,39E-02	2,47E-02	2,75E-02
Naphtalène	Année	2,48E-02	2,53E-02	3,35E-02	1,59E-02	2,11E-02
Particules à l'échappement	Année	3,53E-01	2,49E-01	3,29E-01	3,40E-02	4,50E-02
Chrome	Année	1,09E-05	1,19E-05	1,58E-05	1,17E-05	1,55E-05
Mercure	Année	1,49E-05	1,63E-05	2,15E-05	1,43E-05	1,90E-05
Dioxines	Année	3,85E-12	3,08E-12	3,77E-12	8,17E-13	9,99E-13
Furanes	Année	5,73E-12	4,58E-12	5,59E-12	1,23E-12	1,50E-12

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 règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L'ozone est un polluant obtenu dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines.

La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.

Parmi les composés faisant l'objet d'une réglementation, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote et 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.

Information importante : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air

Dioxyde d'azote [NO₂]

Les tableaux qui suivent synthétisent les valeurs réglementaires relatives aux oxydes d'azote et au dioxyde d'azote.

Tableau 39: Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

[µg/m ³]	Moyenne annuelle		Niveau critique		30	
	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20ans		
		Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet	
Maximum	33,646	30,272	33,334	6,884	7,58	
Centile 90	17,704	15,310	17,456	3,482	3,97	
Centile 80	12,223	10,554	12,071	2,400	2,75	
Rcp 1	31,109	27,271	33,334	6,202	7,58	
Rcp 2	17,013	14,635	19,802	3,328	4,50	
Rcp 3	12,150	10,382	14,405	2,361	3,28	
Rcp 4	12,042	10,188	14,685	2,317	3,34	
Rcp 5	11,407	9,712	13,811	2,209	3,14	
Rcp 6	10,108	8,606	12,552	1,957	2,85	
Rcp 7	10,541	8,920	15,860	2,029	3,61	
Rcp 8	10,480	9,006	13,387	2,048	3,04	
Rcp 9	12,211	10,442	17,251	2,375	3,92	
Rcp 10	14,052	12,139	16,956	2,761	3,86	
Rcp 11	19,995	17,287	24,772	3,931	5,63	
Rcp 12	18,454	15,715	28,404	3,574	6,46	
Rcp 13	17,165	14,968	19,180	3,404	4,36	
Rcp 14	17,322	14,644	17,165	3,330	3,90	
Rcp 15	6,717	5,629	9,231	1,280	2,10	
Rcp 16	33,646	30,272	33,334	6,884	7,58	
Rcp 17	17,002	14,730	21,324	3,350	4,85	
Rcp 18	33,646	30,272	33,334	6,884	7,58	
Rcp 19	32,394	26,222	33,334	5,963	7,58	
Rcp 20	12,715	10,490	16,788	2,386	3,82	

Tableau 40: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

Moyenne annuelle		Valeur limite		40	
[µg/m ³]	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20ans	
		Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Maximum	9,298	8,691	9,570	1,171	1,290
Centile 90	4,892	4,395	5,011	0,592	0,675
Centile 80	3,378	3,030	3,465	0,408	0,467
Rcp 1	8,597	7,829	9,570	1,055	1,290
Rcp 2	4,701	4,202	5,685	0,566	0,766
Rcp 3	3,358	2,981	4,135	0,402	0,557
Rcp 4	3,328	2,925	4,216	0,394	0,568
Rcp 5	3,152	2,788	3,965	0,376	0,534
Rcp 6	2,793	2,471	3,604	0,333	0,486
Rcp 7	2,913	2,561	4,553	0,345	0,614
Rcp 8	2,896	2,586	3,843	0,349	0,518
Rcp 9	3,374	2,998	4,952	0,404	0,667
Rcp 10	3,883	3,485	4,868	0,470	0,656
Rcp 11	5,526	4,963	7,112	0,669	0,959
Rcp 12	5,100	4,512	8,154	0,608	1,099
Rcp 13	4,744	4,297	5,506	0,579	0,742
Rcp 14	4,787	4,204	4,928	0,567	0,664
Rcp 15	1,856	1,616	2,650	0,218	0,357
Rcp 16	9,298	8,691	9,570	1,171	1,290
Rcp 17	4,699	4,229	6,122	0,570	0,825
Rcp 18	9,298	8,691	9,570	1,171	1,290
Rcp 19	8,952	7,528	9,570	1,015	1,290
Rcp 20	3,514	3,012	4,820	0,406	0,650

Tableau 41: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – percentile horaire 99,8

Percentile horaire 99,8		Valeur limite		200	
[µg/m ³]	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20ans	
		Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Maximum	68,07	64,71	69,40	8,72	9,35
Centile 90	31,48	29,39	32,39	3,96	4,36
Centile 80	20,29	18,80	21,06	2,53	2,84
Rcp 1	44,33	40,38	51,43	5,44	6,93
Rcp 2	20,72	18,67	24,53	2,52	3,31
Rcp 3	16,53	15,15	21,49	2,04	2,90
Rcp 4	16,79	14,16	20,42	1,91	2,75
Rcp 5	16,79	13,77	20,30	1,86	2,74
Rcp 6	14,34	12,16	16,52	1,64	2,23
Rcp 7	14,51	13,23	22,27	1,78	3,00
Rcp 8	14,94	12,92	18,96	1,74	2,56
Rcp 9	19,02	16,45	25,90	2,22	3,49
Rcp 10	19,90	18,28	25,69	2,46	3,46
Rcp 11	28,18	24,40	34,82	3,29	4,69
Rcp 12	26,39	23,53	40,44	3,17	5,45
Rcp 13	20,41	18,77	23,03	2,53	3,10
Rcp 14	23,63	21,38	23,04	2,88	3,11
Rcp 15	14,58	11,54	21,11	1,55	2,84
Rcp 16	68,07	64,71	69,40	8,72	9,35
Rcp 17	23,22	20,94	29,96	2,82	4,04
Rcp 18	55,62	51,27	68,50	6,91	9,23
Rcp 19	64,67	54,01	69,25	7,28	9,33
Rcp 20	22,85	18,26	23,01	2,46	3,10

Pour les oxydes d'azote et le dioxyde d'azote, les concentrations calculées au niveau des récepteurs ponctuels sont toutes très inférieures aux seuils réglementaires.

Il est important de souligner que pour les oxydes d'azote, il s'agit d'un niveau critique, c'est-à-dire un 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 effets sont donc limités à la végétation.

Les modélisations indiquent que - compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres - les augmentations de trafic ne vont pas se traduire par une hausse significative des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant.

Ainsi, pour les horizons futurs, les teneurs calculées au niveau des récepteurs sont en majorité plus faibles que pour l'état actuel.

Les cartographies qui suivent représentent les iso-contours des concentrations des polluants aux différents horizons étudiés.

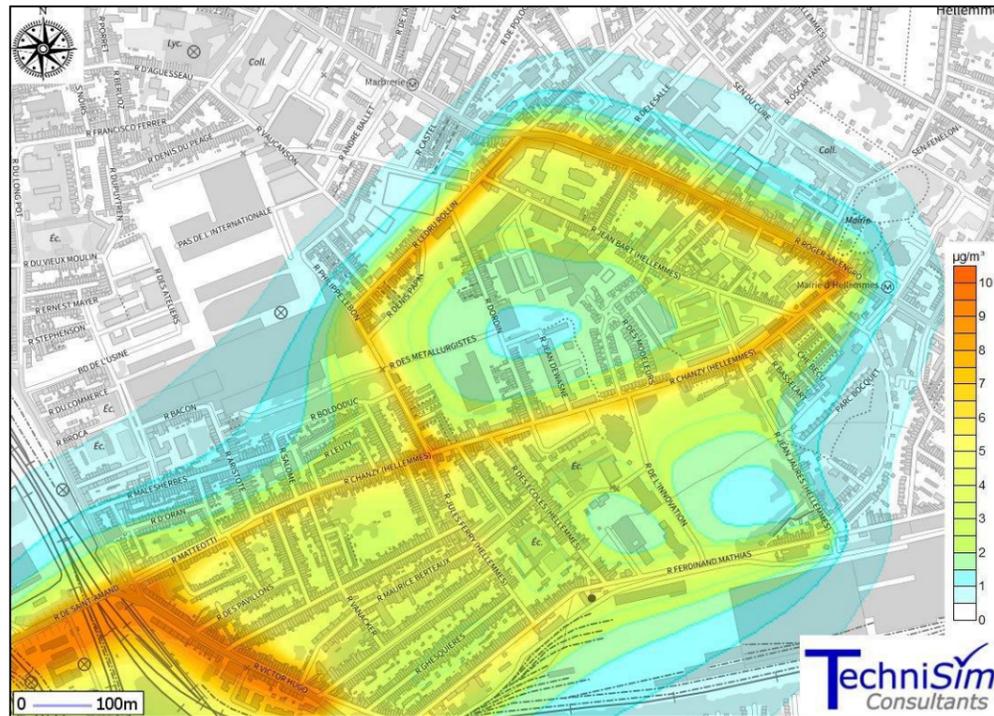


Figure 75: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation actuelle

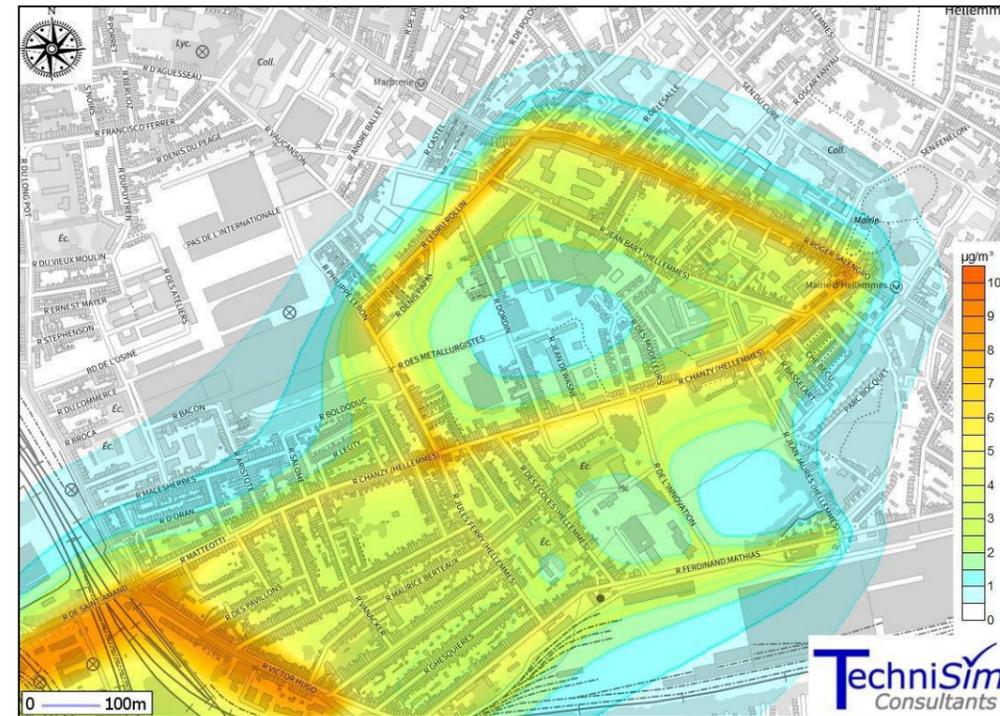


Figure 76: Cartographie des concentrations en en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence

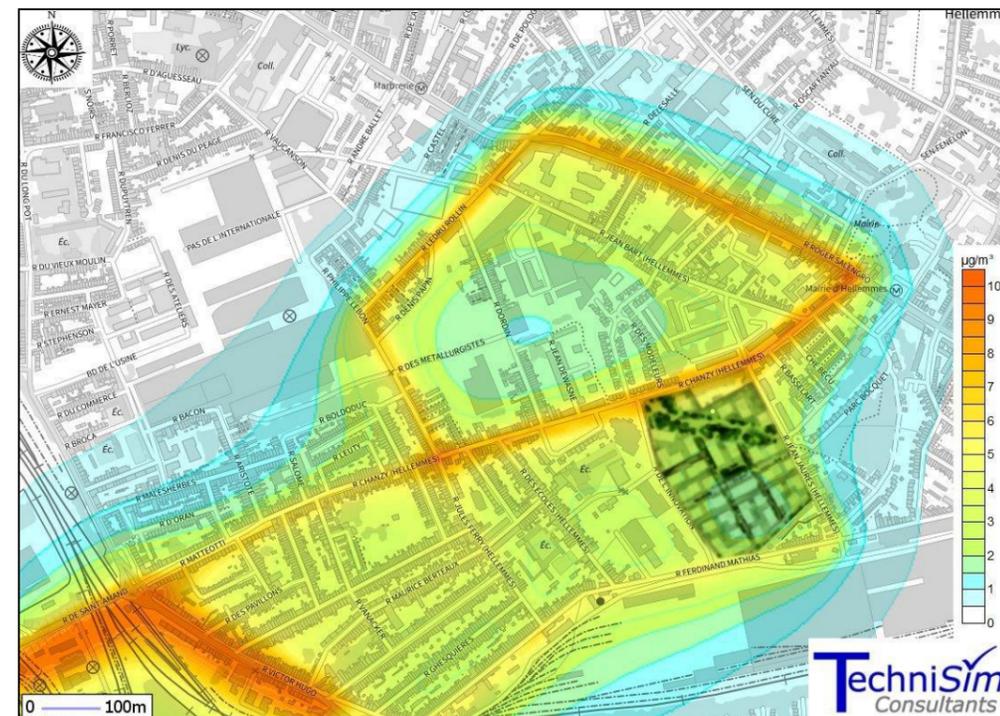


Figure 77: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence avec le projet

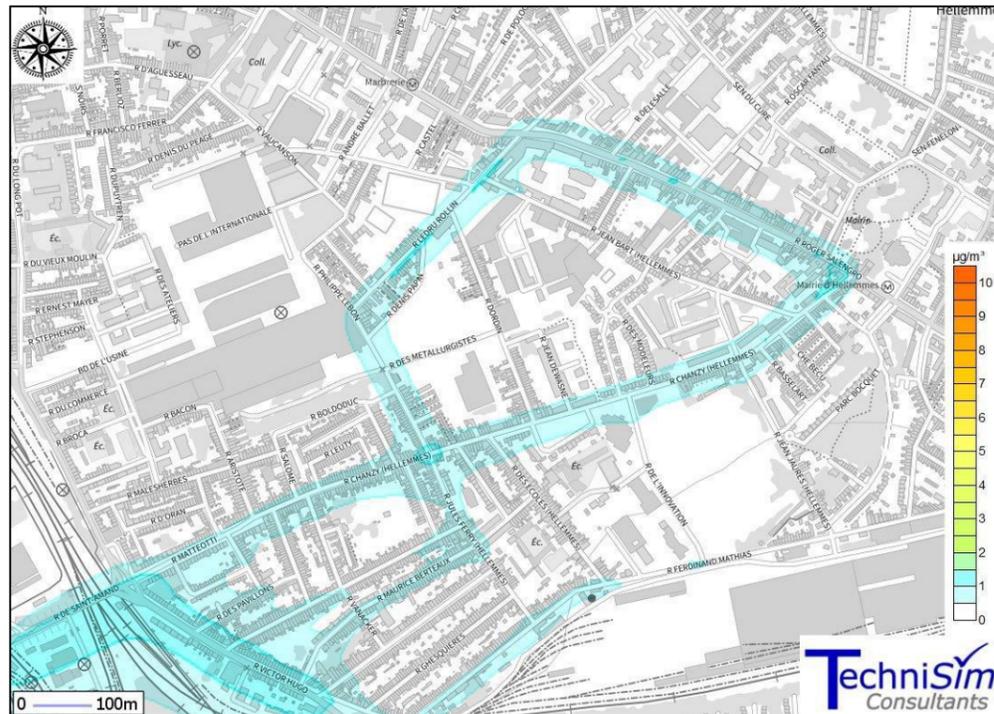


Figure 78: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Mise en service +20 ans - Situation de référence sans le projet

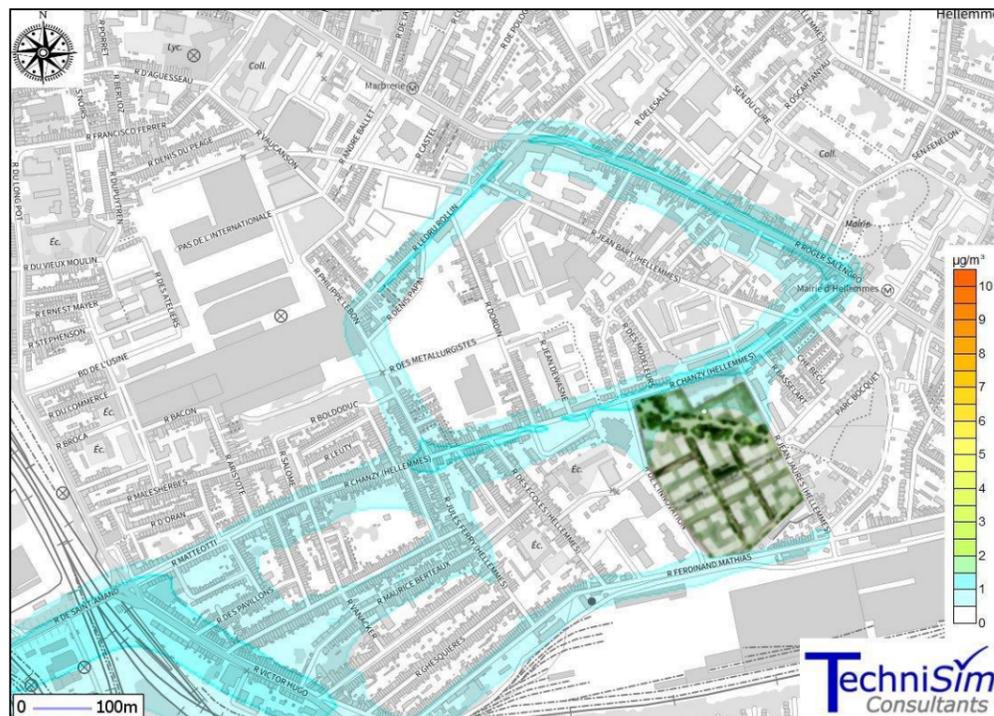


Figure 79: Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote 5 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence avec le projet

Particules PM10 et PM2,5

Les particules PM2,5 sont principalement émises à l'échappement (particules diesel) alors que les particules PM10 sont émises à l'échappement, mais également à cause de l'usure des véhicules et des revêtements routiers.

Comme pour le dioxyde d'azote, il est possible d'observer que les concentrations calculées sont inférieures aux normes réglementaires au niveau des récepteurs ponctuels. Par ailleurs, le projet n'influe pratiquement pas sur les niveaux calculés.

Les tableaux qui vont suivre reportent les valeurs réglementaires relatives aux particules PM10 et PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 42: Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

Moyenne annuelle		Valeur limite			
		40			
[µg/m ³]	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20ans	
		Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Maximum	2,290	2,396	2,669	2,067	2,302
Centile 90	1,064	1,059	1,221	0,914	1,053
Centile 80	0,672	0,675	0,777	0,582	0,670
Rcp 1	1,710	1,743	2,304	1,504	1,988
Rcp 2	0,827	0,824	1,156	0,711	0,997
Rcp 3	0,571	0,568	0,814	0,490	0,702
Rcp 4	0,595	0,583	0,885	0,503	0,764
Rcp 5	0,576	0,559	0,826	0,482	0,713
Rcp 6	0,477	0,465	0,697	0,401	0,602
Rcp 7	0,576	0,559	0,826	0,482	0,713
Rcp 8	0,469	0,464	0,709	0,401	0,612
Rcp 9	0,571	0,562	0,986	0,485	0,851
Rcp 10	0,640	0,642	0,917	0,554	0,791
Rcp 11	0,981	0,989	1,438	0,853	1,240
Rcp 12	0,964	0,945	1,850	0,815	1,596
Rcp 13	0,814	0,822	1,071	0,709	0,924
Rcp 14	0,845	0,823	0,949	0,710	0,819
Rcp 15	0,351	0,340	0,600	0,294	0,518
Rcp 16	2,290	2,396	2,669	2,067	2,302
Rcp 17	0,841	0,843	1,308	0,727	1,128
Rcp 18	2,290	2,396	2,669	2,067	2,302
Rcp 19	2,246	2,100	2,669	1,811	2,302
Rcp 20	0,739	0,704	1,113	0,607	0,960

Tableau 43: Résultats des modélisations pour les particules PM10 – percentile journalier 90,2

Percentile journalier		Valeur limite			
		50			
[µg/m ³]	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20ans	
		Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Maximum	3,337	3,511	3,918	3,029	3,380
Centile 90	1,582	1,606	1,841	1,386	1,588
Centile 80	0,988	0,992	1,137	0,856	0,981
Rcp 1	2,554	2,602	3,419	2,245	2,949
Rcp 2	1,151	1,135	1,598	0,979	1,379
Rcp 3	0,787	0,782	1,128	0,675	0,973
Rcp 4	0,841	0,814	1,263	0,702	1,090
Rcp 5	0,843	0,831	1,175	0,717	1,014
Rcp 6	0,682	0,655	0,938	0,565	0,809
Rcp 7	0,699	0,684	1,330	0,590	1,147
Rcp 8	0,671	0,654	0,961	0,564	0,829
Rcp 9	0,828	0,818	1,434	0,706	1,237
Rcp 10	0,929	0,920	1,334	0,793	1,151
Rcp 11	1,420	1,442	2,090	1,244	1,803
Rcp 12	1,412	1,417	2,728	1,222	2,353
Rcp 13	1,125	1,133	1,505	0,977	1,298
Rcp 14	1,140	1,127	1,297	0,973	1,119
Rcp 15	0,611	0,586	1,076	0,506	0,928
Rcp 16	3,337	3,511	3,918	3,029	3,380
Rcp 17	1,285	1,278	1,950	1,102	1,682
Rcp 18	3,337	3,511	3,918	3,029	3,380
Rcp 19	3,153	2,980	3,918	2,571	3,380
Rcp 20	1,116	1,054	1,532	0,909	1,321

Tableau 44: Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

<i>Moyenne annuelle</i>		<i>Valeur limite</i>		25	
[µg/m ³]	Situation actuelle	Situation de mise en service		Situation de mise en service + 20ans	
		Référence	Référence + projet	Référence	Référence + projet
Maximum	1,090	1,040	1,158	0,733	0,817
Centile 90	0,506	0,460	0,530	0,324	0,374
Centile 80	0,320	0,293	0,337	0,207	0,238
Rcp 1	0,814	0,756	1,000	0,533	0,705
Rcp 2	0,394	0,358	0,502	0,252	0,354
Rcp 3	0,272	0,246	0,353	0,174	0,249
Rcp 4	0,284	0,253	0,384	0,178	0,271
Rcp 5	0,274	0,243	0,359	0,171	0,253
Rcp 6	0,227	0,202	0,303	0,142	0,213
Rcp 7	0,274	0,243	0,359	0,171	0,253
Rcp 8	0,223	0,202	0,308	0,142	0,217
Rcp 9	0,272	0,244	0,428	0,172	0,302
Rcp 10	0,305	0,279	0,398	0,197	0,281
Rcp 11	0,467	0,429	0,624	0,303	0,440
Rcp 12	0,459	0,410	0,803	0,289	0,566
Rcp 13	0,387	0,357	0,465	0,252	0,328
Rcp 14	0,402	0,357	0,412	0,252	0,290
Rcp 15	0,167	0,148	0,260	0,104	0,184
Rcp 16	1,090	1,040	1,158	0,733	0,817
Rcp 17	0,401	0,366	0,567	0,258	0,400
Rcp 18	1,090	1,040	1,158	0,733	0,817
Rcp 19	1,070	0,911	1,158	0,642	0,817
Rcp 20	0,352	0,305	0,483	0,215	0,340

Les planches suivantes illustrent la cartographie des iso-contours des concentrations des polluants aux différents horizons étudiés.



Figure 80: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation actuelle



Figure 81: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence

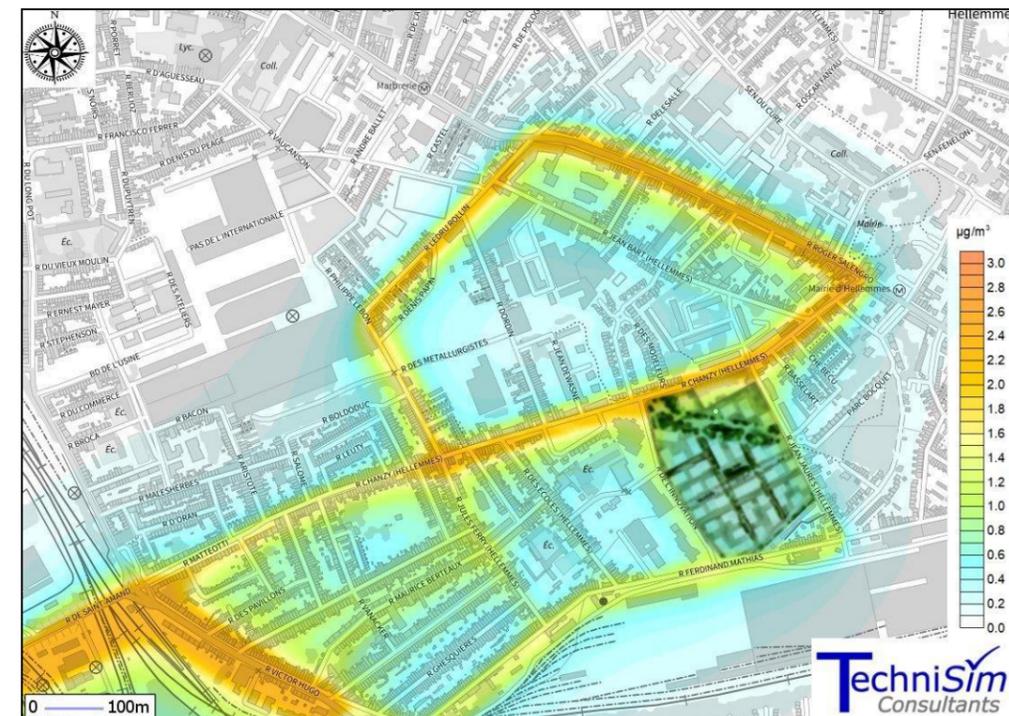


Figure 82: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence avec le projet



Figure 83: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence

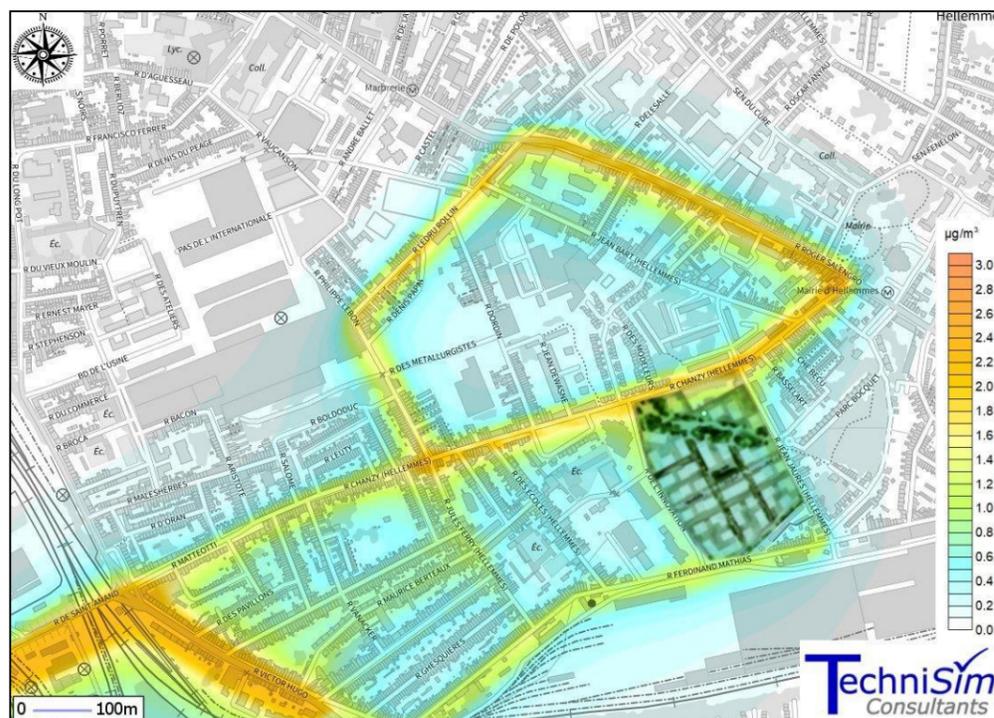


Figure 84: Cartographie des concentrations en particules PM10 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence avec le projet

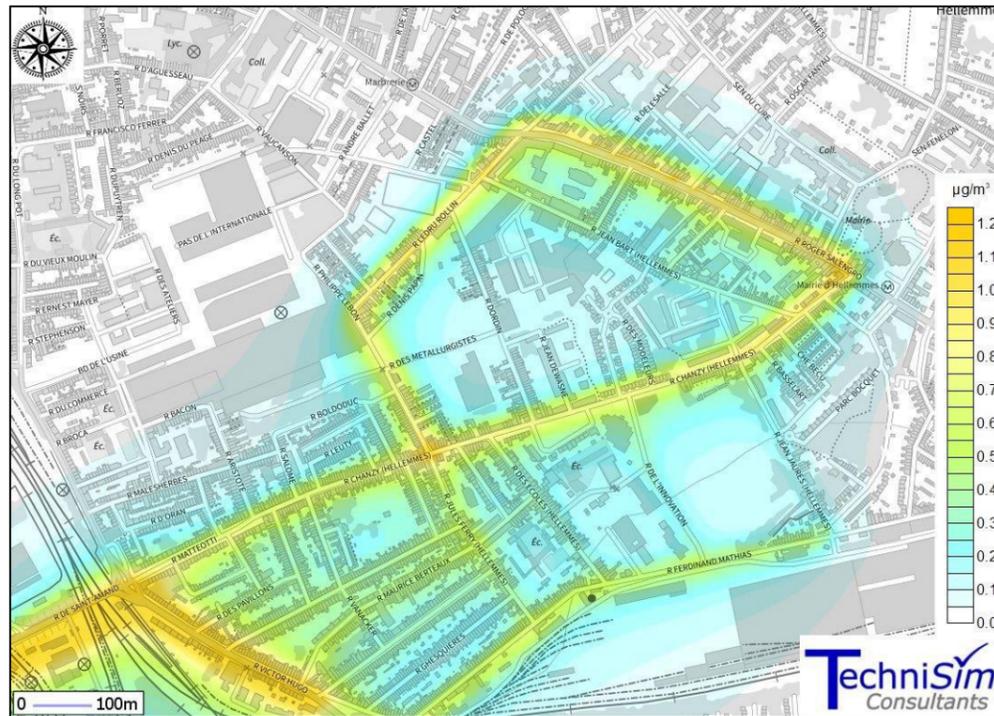


Figure 85: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation actuelle



Figure 86: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence

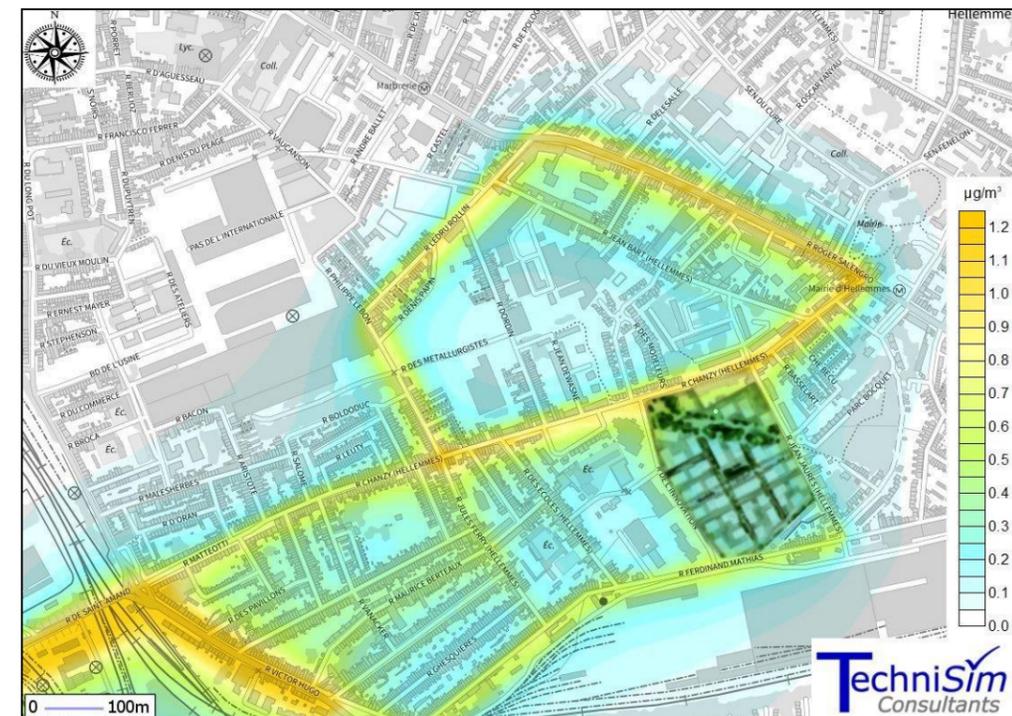


Figure 87: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service - Situation de référence avec le projet

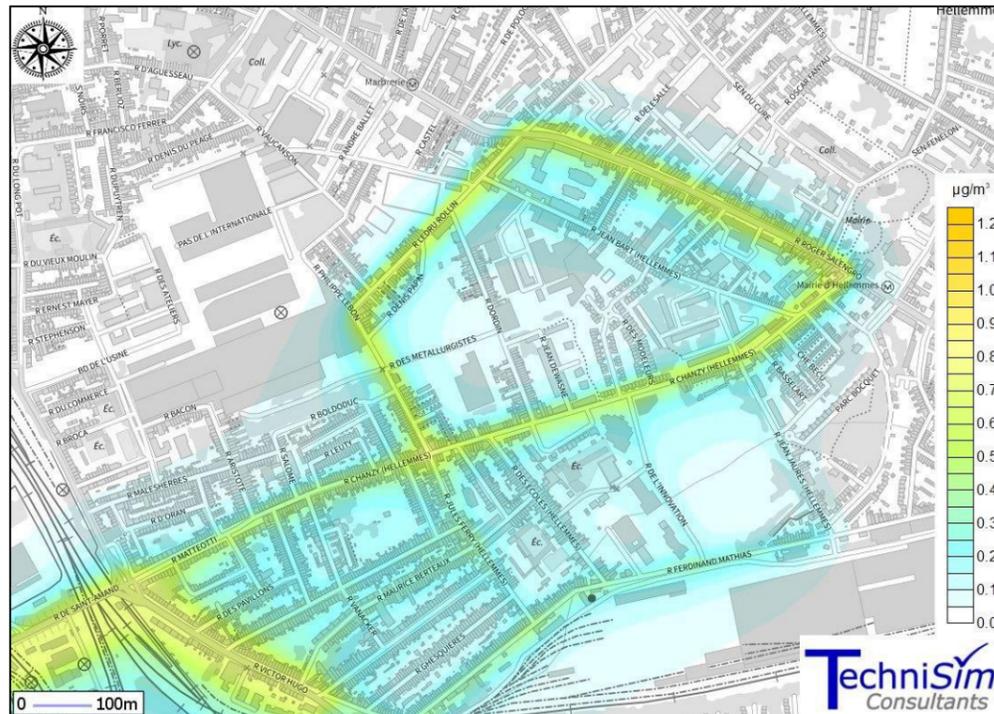


Figure 88: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence

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 tous les horizons et scénarios simulés. 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, en termes réglementaires.

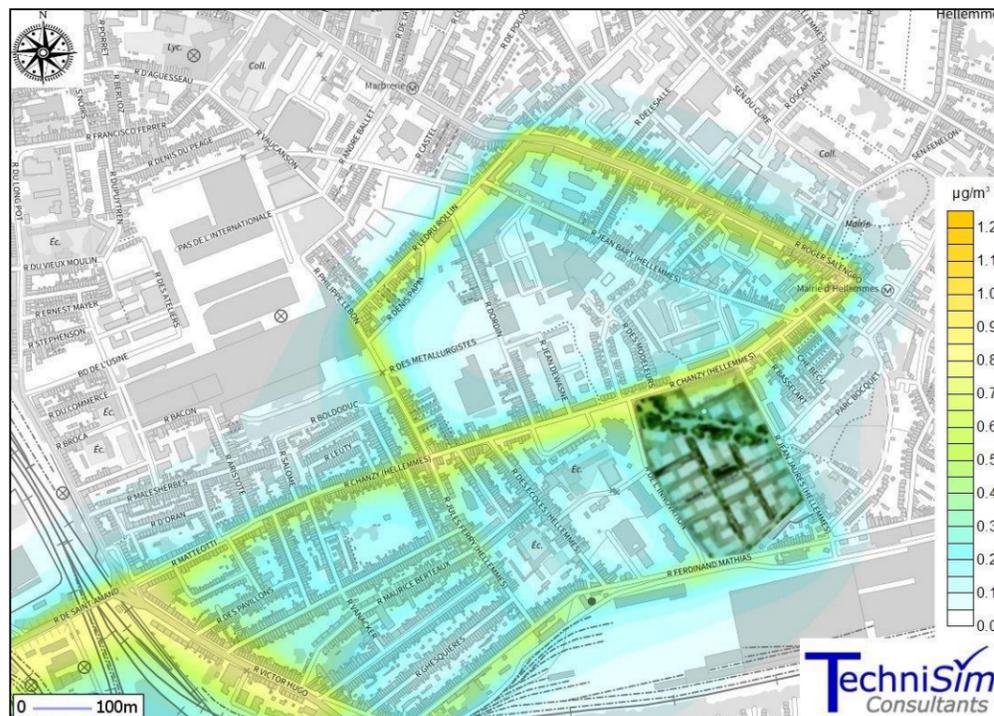


Figure 89: Cartographie des concentrations en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Mise en service + 20 ans - Situation de référence avec le projet

Tableau 45:Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française

Concentrations maximales calculées Unité : µg/m ³	Dioxyde de soufre			Monoxyde de carbone		Benzo(a)pyrène	Plomb	Arsenic	Cadmium	Nickel
	Moyenne annuelle	Maximum journalier	Maximum horaire	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle
Situation actuelle	0,263	0,419	2,568	20,88	204,17	3,96E-05	3,66E-06	6,86E-07	4,57E-07	5,25E-06
Mise en service – situation de référence	0,299	0,472	2,930	16,06	157,46	4,18E-05	4,10E-06	7,69E-07	5,12E-07	5,87E-06
Mise en service – situation de référence avec projet	0,329	0,524	3,199	17,68	171,92	4,65E-05	4,57E-06	8,57E-07	5,70E-07	6,54E-06
Mise en service + 20 ans – situation de référence	0,237	0,375	2,327	8,23	80,71	2,43E-05	3,44E-06	6,48E-07	4,25E-07	4,74E-06
Mise en service + 20 ans – situation de référence avec projet	0,261	0,416	2,541	9,06	88,13	2,71E-05	3,83E-06	7,22E-07	4,74E-07	5,28E-06
Valeur limite		125	350 (24 dépassements autorisés)		10 000 sur 8 heures		2,5E-01			
Objectif de qualité	50									
Seuil d'information et de recommandations			300							
Seuil d'alerte			500 sur 3 heures consécutives							
Niveau critique	20									
Valeur cible						1,0E-03		6,0E-03	5,0E-03	2,0E-02

16.3. CONCLUSION DE L'IMPACT DU TRAFIC ROUTIER LIÉ AU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

La réalisation de l'aménagement va entraîner une hausse de trafic sur les voies étudiées.

En tout état de cause, au niveau des lieux vulnérables (écoles), des riverains et sur l'emprise projet, les concentrations calculées en situation actuelle et aux horizons futurs en situation de référence et avec projet sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une réglementation.

Aux horizons futurs, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent pour les principaux polluants émis à l'échappement **et ce, malgré l'augmentation globale des volumes de trafic, pour les scénarios Référence et Référence avec le Projet, par rapport à la situation actuelle.**

Cela est 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.**

Les polluants émis également par l'abrasion (notamment les particules et les métaux) voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude soit diminuer de manière moins importante soit augmenter de manière non significative.

Pour conclure, la réalisation des aménagements projetés et les hausses de trafic associées sur la zone d'étude ne sont pas de nature à dégrader significativement, la qualité de l'air au niveau des lieux vulnérables existants, des riverains et de l'emprise projet.

17. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ

17.1. EXPOSITION DES POPULATIONS – INDICE POLLUTION POPULATION

L'Indice Pollution Population [IPP] est un indicateur qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet routier et aux voies impactées par celui-ci. Toutefois il ne s'agit pas d'un indicateur sanitaire à proprement parler.

L'IPP résulte du croisement des concentrations des polluants retenus (ici : dioxyde d'azote et particules PM10) et des populations exposées sur la zone d'étude.

Les résultats de l'IPP sont reportés dans les tableaux et graphiques ci-après.

Exemple de lecture des tableaux :

Pour la situation actuelle 32,2% de la population considérée sont exposés à une concentration de dioxyde d'azote supérieure à 2,0 µg/m³ en moyenne annuelle, alors que pour les situations de mise en service + 20 ans personne n'est exposée à une concentration de dioxyde supérieure à 1,0 µg/m³ en moyenne annuelle.

Tableau 46: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote

[µg/m ³]	Nombre d'individus exposés à une concentration calculée				
	> 2	[2 ; 1 [[1 ; 0,5 [[0,5 ; 0,2 [≤ 0,2
Situation actuelle	36,2%	6,6%	5,5%	28,0%	23,7%
Mise en service - Situation de référence	35,0%	6,3%	3,0%	30,6%	25,1%
Mise en service - Situation de référence + projet	35,1%	7,9%	5,9%	27,4%	23,7%
Mise en service + 20 ans - Situation de référence	0,0%	0,0%	6,2%	35,1%	58,7%
Mise en service + 20 ans - Situation de référence + projet	0,0%	0,0%	13,1%	29,1%	57,7%

Tableau 47: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10

[µg/m ³]	Nombre d'individus exposés à une concentration calculée				
	> 0,8	[0,8 ; 0,6 [[0,6 ; 0,5 [[0,5 ; 0,3 [≤ 0,3
Situation actuelle	10,9%	18,5%	3,1%	8,8%	58,7%
Mise en service - Situation de référence	12,8%	18,0%	1,6%	8,8%	58,7%
Mise en service - Situation de référence + projet	17,6%	15,5%	2,0%	7,2%	57,7%
Mise en service + 20 ans - Situation de référence	3,2%	18,3%	9,4%	10,5%	58,7%
Mise en service + 20 ans - Situation de référence + projet	10,5%	20,0%	2,5%	8,2%	58,7%

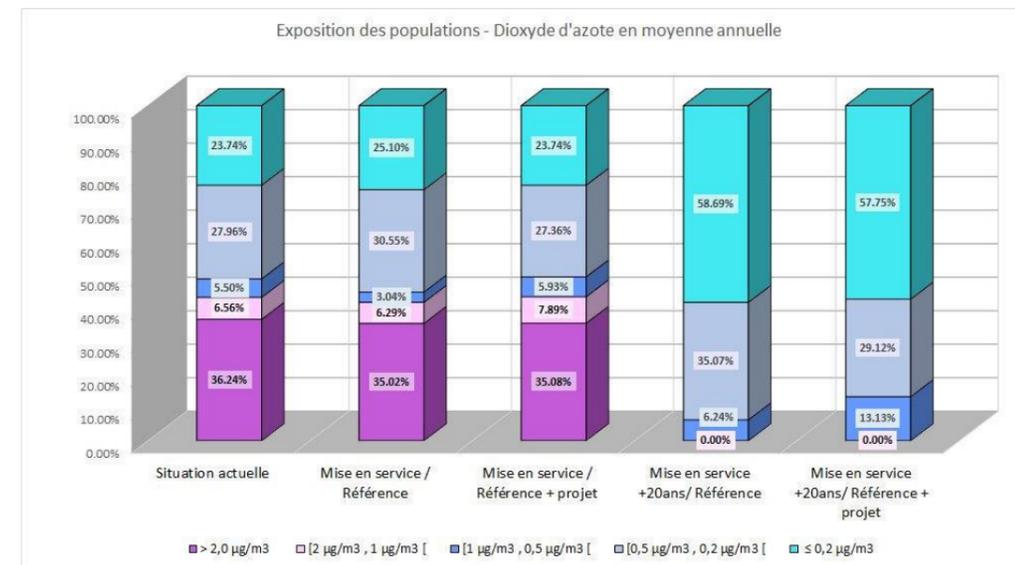


Figure 90: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote

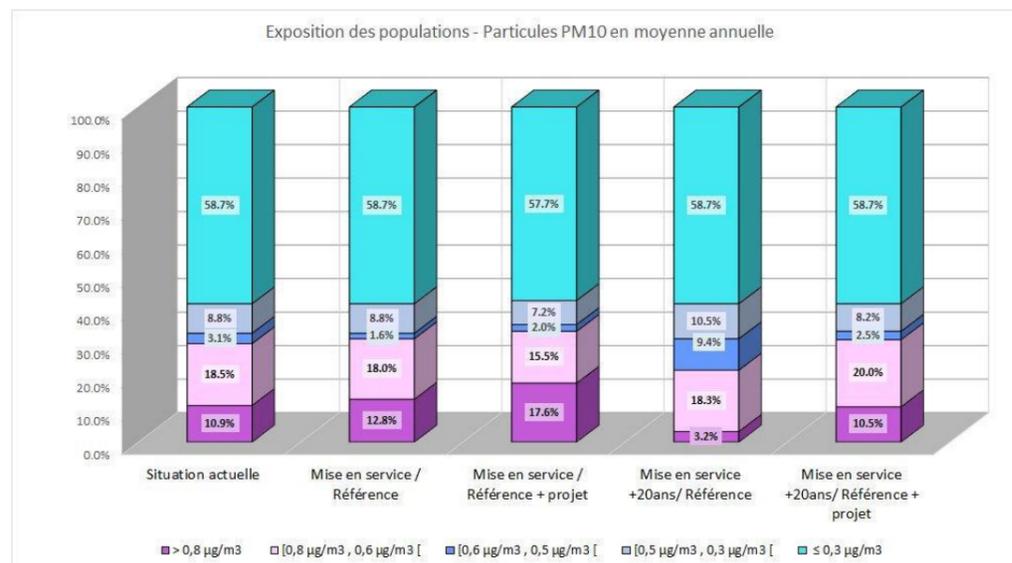


Figure 91: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10

La mise en service du projet ne tend pas à influencer significativement sur la distribution des concentrations, aussi bien pour le dioxyde d'azote que pour les PM10.

Par conséquent, le trafic supplémentaire généré par le projet n'est pas de nature à augmenter significativement l'exposition des populations à la pollution d'origine automobile.

17.2. EVALUATION 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'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 » ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires : une nouvelle version du guide sur la démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » ;
- 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.

17.2.1. 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.
- Les voies d'expositions privilégiées ici sont la voie inhalation pour toutes les situations étudiées.
- 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).

17.2.2. 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.

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans le tableau qui va suivre.

Tableau 48 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées– Exposition CHRONIQUE

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur toxicologique de référence		Source	Année	Effet(s) critique(s)	
Particules Diesel	A seuil	Inhalation	30	VTR	5,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	US EPA	2003	Effets respiratoires
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]			
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	3,40E-05	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OMS	1996	Cancer du poumon
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹			
Dioxines	A seuil	Inhalation	Non précisé	REL	4,00E-05	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2000	Effets hépatiques et pulmonaires
		Ingestion	Non précisé	RfD	7,00E-10	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]	US EPA	2012	Effets sur la reproduction et perturbateur endocrinien
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	38,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	1986	Adénome et carcinome hépatiques
		Ingestion		ERUo	130000,0	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹	OEHHA	1986	Adénome et carcinome hépatiques
Furannes	A seuil	Inhalation	100	REL	4,00E-05	[$\text{TEQ}\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2000	Effets hépatiques et pulmonaires
		Ingestion	Non précisé	RfD	7,00E-10	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]	US EPA	2012	Effets sur la reproduction et perturbateur endocrinien
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	11,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2011	Adénome et carcinome hépatiques
		Ingestion		ERUo	39000,0	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹	OEHHA	2011	Adénome et carcinome hépatiques
Ammoniac 7664-41-7	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	500,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2018	Diminution de la fonction pulmonaire et augmentation des symptômes respiratoires
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]			
	Sans seuil	Inhalation				[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹			
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹			
Acétaldéhyde 75-07-0	A seuil	Inhalation	75	VGAI	160,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2014	Dégénérescence de l'épithélium olfactif
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]			
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	2,20E-06	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	US EPA	1991	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹			
Benzène 71-43-2	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	10,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2008	Effets hématologiques non cancérogènes
		Ingestion	Non précisé	MRL	5,00E-04	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]	ATSDR	2007	Effets hématologiques non cancérogènes
	Sans seuil	Inhalation		VTR cancérogène	2,60E-05	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	ANSES	2014	Leucémies aiguës
		Ingestion		CC oral	8,34E-02	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹	Santé Canada	2010	Cancérogène lymphome malin (rat femelle), l'hyperplasie de la moelle hématopoïétique (rat male)
1,3-Butadiène 106-99-0	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	2,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2021	Atrophie ovarienne
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]			
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	3,00E-05	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	US EPA	2002	Retenue par l'INERIS en 2019 - Leucémie
		Ingestion				[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹			
Ethylbenzène 100-41-4	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	1500,0	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2016	Effet ototoxique (Perte de cellules ciliées externes dans l'organe de Corti)
		Ingestion	Non précisé	DJT	1,00E-01	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]	Santé Canada	2010	Altérations histopathologiques au niveau du foie et des reins
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	2,50E-06	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2007	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles
		Ingestion		ERUo	0,011	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹	OEHHA	2007	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur toxicologique de référence		Source	Année	Effet(s) critique(s)		
Formaldéhyde 50-00-0	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	123	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2017	Irritations oculaires et nasales, lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	
		Ingestion	100	DJT	1,50E-01	[mg/(kg,j)]	OMS	2004	Irritations de l'estomac	
	Sans seuil	Inhalation		CT0,05*		5,26E-06	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	Santé Canada	2000	Tumeurs nasales CT0,05=9,5 mg/m3 soit 5,26E-05 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-1
		Ingestion					[mg/(kg,j)] ⁻¹			
Toluène 108-88-3	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	20000	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2018	Effets neurologiques (troubles de la vision des couleurs)	
		Ingestion	3000	RfD	8,00E-02	[mg/(kg,j)]	US EPA	2005	Augmentation du poids du rein chez le rat	
	Sans seuil	Inhalation					[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹			
		Ingestion					[mg/(kg,j)] ⁻¹			
Xylènes 1330-20-7	A seuil	Inhalation	300	MRL	100	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	US EPA	2003	Effets neurologiques altération de la coordination motrice (test de rotarod)	
		Ingestion	100	DJT	1,5	[mg/(kg,j)]	Santé Canada	2010	Effets neurologiques et hépatiques	
	Sans seuil	Inhalation					[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹			
		Ingestion					[mg/(kg,j)] ⁻¹			
Benzo(a)pyrène 50-32-8	A seuil	Inhalation	Non précisé	RfC	2,00E-03	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	US EPA	2017	Diminution de la survie des embryons/fœtus	
		Ingestion	Non précisé	RfD	3,00E-04	[mg/(kg,j)]	US EPA	2017	Altérations neurocomportementales	
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	1,10E-03	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2008	Tumeur du tractus respiratoire	
		Ingestion		ERUo	1	[mg/(kg,j)] ⁻¹	US EPA	2017	Tumeurs de l'estomac, de l'œsophage, de la langue et du larynx	
Naphtalène 91-20-3	A seuil	Inhalation	250	VTR	37	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2013	Lésions non cancéreuses des épithéliums olfactifs et respiratoires	
		Ingestion	3000	RfD	2,00E-02	[mg/(kg,j)]	US EPA	1998	Baisse de 10 % du poids du corps des rats mâles,	
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	5,60E-06	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	ANSES	2013	Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	
		Ingestion		ERUo	1,20E-01	[mg/(kg,j)] ⁻¹	OEHHA	2011	Adénomes et des carcinomes broncho-alvéolaires / Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium nasal olfactif	
Arsenic 7440-38-2	A seuil	Inhalation	Extrapolation	REL	1,50E-02	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2008	Diminution des capacités intellectuelles et des effets néfastes sur le comportement	
		Ingestion	5	TDI	4,50E-04	[mg/(kg,j)]	Fobig	2009	Lésions cutanées	
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	1,50E-04	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	TCEQ	2012	Cancers pulmonaires	
		Ingestion		ERUo	1,5	[mg/(kg,j)] ⁻¹	US EPA	2009	Cancers cutanés	
Cadmium 7440-43-9	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	0,45	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2012	Effets non cancérogènes	
			25	VTR	0,3	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2012	Effets cancérogènes	
		Ingestion	Non précisé	TDI	3,50E-04	[mg/(kg,j)]	ANSES	2017	Dose hebdomadaire tolérable pour les effets non cancérogènes	
	Sans seuil	Inhalation					[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹			
		Ingestion					[mg/(kg,j)] ⁻¹			

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur toxicologique de référence		Source	Année	Effet(s) critique(s)	
Chrome III 7440-47-3	A seuil	Inhalation	Non précisé	MRL	2	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ATSDR	2012	Inflammation chronique des poumons et l'hyperplasie des cellules septales chez les rats mâles
		Ingestion	Non précisé	TDI	3,00E-01	[mg/(kg,j)]	EFSA	2014	Chrome III sels insolubles - Absence d'effet
			Non précisé	TCA	5,00E-03	[mg/(kg,j)]	RIVM	2001	Chrome III sels solubles - Non précisé
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	1,10E-02	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	Santé Canada	2017	Cancer du poumon - Valeur pour le chrome total
Ingestion					[mg/(kg,j)] ⁻¹				
Chrome VI 7440-47-3	A seuil	Inhalation	Non précisé	TCA	3,00E-02	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	OMS CICAD	2013	Chrome VI sous forme de particules - Modification de la lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire
		Ingestion	Non précisé	MRL	9,00E-04	[mg/(kg,j)]	ATSDR	2012	Hyperplasie au niveau du duodénum
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	4,00E-02	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OMS CICAD	2013	Augmentation du risque de cancer pulmonaire
		Ingestion		ERUo	0,5	[mg/(kg,j)] ⁻¹	OEHHA	2011	Adénomes et carcinomes de l'intestin grêle chez les mâles et les femelles rats et souris
Mercure 7439-97-6	A seuil	Inhalation	300	REL	3,00E-02	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2008	Mercure élémentaire - Effets neurologiques : troubles de la mémoire, un manque d'autonomie ainsi que des tremblements de la main
		Ingestion	Non précisé	ADI	4,00E-03	[mg/(kg,j)]	EFSA	2012	Mercure inorganique - Effets rénaux
	Sans seuil	Inhalation				[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹			
		Ingestion				[mg/(kg,j)] ⁻¹			
Nickel 7440-02-0	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	2,30E-01	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	TCEQ	2011	Lésions nasales et pulmonaires
		Ingestion	100	REL	2,80E-03	[mg/(kg,j)]	EFSA	2015	Effets reprotoxiques
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	1,70E-04	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	TCEQ	2011	Cancers du poumon
		Ingestion				[mg/(kg,j)] ⁻¹			
Plomb 7439-92-1	A seuil	Inhalation	Non précisé	VTR	0,9	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2013	Toxicité rénale
		Ingestion	Non précisé	VTR	6,30E-04	[mg/(kg,j)]	ANSES	2013	Toxicité rénale
	Sans seuil	Inhalation		ERUi	1,20E-05	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2011	Tumeurs rénales
		Ingestion		ERUo	8,50E-03	[mg/(kg,j)] ⁻¹	OEHHA	2011	Tumeurs rénales
Acroléine 107-02-8	A seuil	Inhalation	75	VTR	0,15	[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$]	ANSES	2020	Lésions de l'épithélium respiratoire supérieur chez le rat [0,00006 ppm]
		Ingestion	100	RfD	5,00E-04	[mg/(kg,j)]	US EPA	2003	Réduction de la survie des animaux à la dose la plus élevée
	Sans seuil	Inhalation				[$\mu\text{g},\text{m}^{-3}$] ⁻¹			
		Ingestion				[mg/(kg,j)] ⁻¹			

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur toxicologique de référence		Source	Année	Effet(s) critique(s)
Monoxyde de carbone 630-08-0	A seuils	Inhalation			$(\mu\text{g},\text{m}^{-3})$			
		Ingestion			$(\text{mg}/(\text{kg},\text{j}))$			
	Sans seuils	Inhalation			$(\mu\text{g},\text{m}^{-3})^{-1}$			
		Ingestion			$(\text{mg}/(\text{kg},\text{j}))^{-1}$			
Dioxyde d'azote 10102-44-0	A seuils	Inhalation			$(\mu\text{g},\text{m}^{-3})$			
		Ingestion			$(\text{mg}/(\text{kg},\text{j}))$			
	Sans seuils	Inhalation			$(\mu\text{g},\text{m}^{-3})^{-1}$			
		Ingestion			$(\text{mg}/(\text{kg},\text{j}))^{-1}$			
Dioxyde de soufre 7446-09-5	A seuils	Inhalation			$(\mu\text{g},\text{m}^{-3})$			
		Ingestion			$(\text{mg}/(\text{kg},\text{j}))$			
	Sans seuils	Inhalation			$(\mu\text{g},\text{m}^{-3})^{-1}$			
		Ingestion			$(\text{mg}/(\text{kg},\text{j}))^{-1}$			

❖ **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.

Dans la présente étude :

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic considéré.
- La voie d'exposition privilégiée est l'inhalation.
- Pour le benzo(a)pyrène, il est considéré le mélange de HAP exprimé en benzo(a)pyrène équivalent.

La figure suivante schématise conceptuellement l'EQRs réalisée dans ce document.

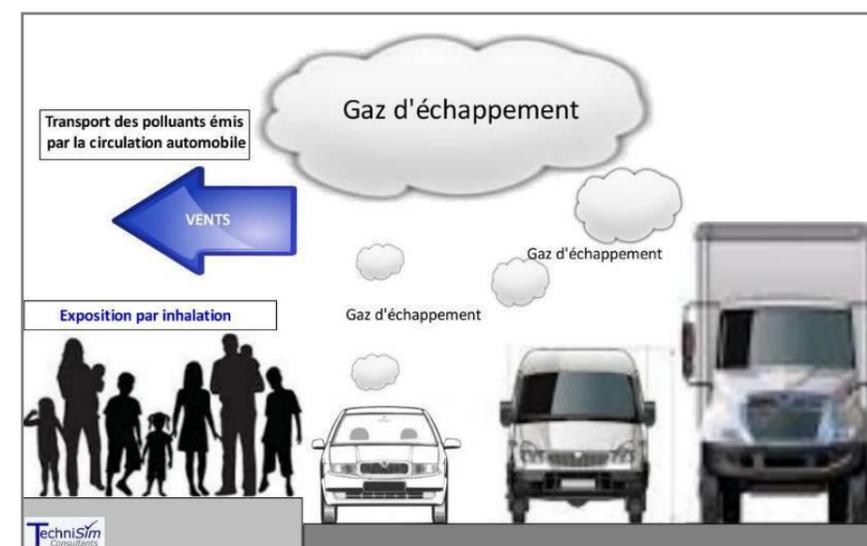


Figure 92: Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

Ici, les scénarios étudiés sont les suivants :

- **Effets à seuils**
 - **Nourrisson** : ce scénario considère les enfants de moins de 3 ans vivant au sein de la zone d'étude considérée ;
 - **Enfant** : ce scénario considère les enfants de moins de 11 ans vivant au sein de la zone d'étude considérée ;
 - **Résident** : ce scénario considère les individus vivant au sein de la zone d'étude considérée.
- **Effets sans seuils**
 - **Résident enfant** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude considérée ;
 - **Résident** : ce scénario considère les individus adultes ou adolescents vivant au sein de la zone d'étude considérée.

Les paramètres associés au dit scénario sont indiqués ci-dessous.

Tableau 49: Scénario d'exposition « nourrisson » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations considérées pour les calculs
Nourrisson Durée d'exposition : 3 ans	Extérieur	1 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements scolaires présents dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
	Domicile	23 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitations

Tableau 50: Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations considérées pour les calculs
Enfant Durée d'exposition : 8 ans	Etablissement scolaire	10 h/jour (8h à 18h avec l'accueil périscolaire) – 4 jours par semaine – 36 semaines/an 6 h/jour (8h à 14h) – 1 jour par semaine (mercredi) – 36 semaines/an	Concentrations maximales calculées dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
	Extérieur	<i>Période scolaire</i> 1 h/jour – 4 jours par semaine – 36 semaines/an 1 h/jour – 1 jour par semaine (mercredi) – 36 semaines/an 2 h/jour – 2 jours par semaine (samedi et dimanche) – 36 semaines/an <i>Hors période scolaire</i> 2 h/jour – 7 jours par semaine – 16 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements scolaires présents dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
	Domicile	<i>Période scolaire</i> 13 h/jour – 4 jours par semaine – 36 semaines/an 17 h/jour – 1 jour par semaine (mercredi) – 36 semaines/an 22 h/jour – 2 jours par semaine (samedi et dimanche) – 36 semaines/an <i>Hors période scolaire</i> 22 h/jour – 7 jours par semaine – 16 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitations

Tableau 51: Scénarios d'exposition « résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations considérées pour les calculs
Résident Durée d'exposition : 30 ans	Extérieur	8 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an 1 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines /an 1 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements scolaires présents dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
	Domicile	16 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an 23 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines /an 23 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitations

Tableau 52: Scénario d'exposition « résident enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations considérées pour les calculs
Durée d'exposition : 3 ans	Extérieur	1 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements scolaires présents dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
	Domicile	23 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitations
Durée d'exposition : 8 ans	Etablissement scolaire	10 h/jour (8h à 18h avec l'accueil périscolaire) – 4 jours par semaine – 36 semaines/an	Concentrations maximales calculées dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
		6 h/jour (8h à 14h) – 1 jour par semaine (mercredi) – 36 semaines/an	
	Extérieur	<i>Période scolaire</i> 1 h/jour – 4 jours par semaine – 36 semaines/an 1 h/jour – 1 jour par semaine (mercredi) – 36 semaines/an 2 h/jour – 2 jours par semaine (samedi et dimanche) – 36 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements scolaires présents dans la zone d'étude (<i>hypothèse majorante</i>)
		<i>Hors période scolaire</i> 2 h/jour – 7 jours par semaine – 16 semaines/an	
Domicile	<i>Période scolaire</i> 13 h/jour – 4 jours par semaine – 36 semaines/an 17 h/jour – 1 jour par semaine (mercredi) – 36 semaines/an 22 h/jour – 2 jours par semaine (samedi et dimanche) – 36 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitations	
	<i>Hors période scolaire</i> 22 h/jour – 7 jours par semaine – 16 semaines/an		

❖ **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. Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour. Celle-ci se calcule à l'aide de la formule ci-après :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti) \right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m ³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration CI pendant une journée	[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	Période de temps 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.

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, l'InVS 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.

Les concentrations moyennes inhalées sont présentées dans les tableaux ci-après.

❖ Effets à seuils

Tableau 53: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Nourrisson » (effets à seuils)

[µg/m³]	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service – Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Particules Diesel	4,73E-01	3,42E-01	3,30E-01	3,81E-01	1,04E-01
2,3,7,8-TCDD	4,17E-12	3,42E-12	3,31E-12	3,77E-12	1,25E-12
2,3,4,7,8-PECDF	6,19E-12	5,08E-12	4,92E-12	5,59E-12	1,85E-12
Acétaldéhyde	5,51E-02	3,88E-02	3,75E-02	4,27E-02	1,41E-02
Acroléine	2,64E-02	1,87E-02	1,81E-02	2,06E-02	6,81E-03
Ammoniac	4,51E-01	4,94E-01	4,78E-01	5,44E-01	1,80E-01
Arsenic	6,86E-07	7,69E-07	7,43E-07	8,57E-07	2,34E-07
Benzène	5,15E-02	3,28E-02	3,18E-02	3,62E-02	1,20E-02
Benzo(a)pyrène	1,09E-04	1,10E-04	1,10E-04	1,28E-04	3,50E-05
1,3-Butadiène	2,25E-02	1,52E-02	1,47E-02	1,67E-02	5,54E-03
Cadmium	4,57E-07	5,12E-07	4,94E-07	5,70E-07	1,56E-07
Chrome III	1,45E-05	1,64E-05	1,58E-05	1,82E-05	4,98E-06
Chrome VI	1,45E-05	1,64E-05	1,58E-05	1,82E-05	4,98E-06
Ethylbenzène	1,64E-02	9,76E-03	9,44E-03	1,07E-02	3,55E-03
Formaldéhyde	1,03E-01	7,22E-02	6,99E-02	7,95E-02	2,63E-02
Mercur	1,95E-05	1,04E-05	9,65E-06	2,44E-05	6,24E-06
Naphtalène	3,32E-02	3,48E-02	3,36E-02	3,88E-02	1,06E-02
Nickel	5,13E-06	2,73E-06	2,53E-06	6,40E-06	1,64E-06
Plomb	3,66E-06	4,10E-06	3,96E-06	4,57E-06	1,25E-06
Toluène	8,31E-02	5,17E-02	5,01E-02	5,70E-02	1,88E-02
Xylènes	6,57E-02	4,10E-02	3,97E-02	4,52E-02	1,49E-02

Tableau 54: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Enfant » (effets à seuils)

[µg/m³]	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service – Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Particules Diesel	4,02E-01	2,90E-01	7,84E-02	3,25E-01	1,09E-01
2,3,7,8-TCDD	3,60E-12	2,95E-12	9,61E-13	3,04E-12	1,07E-12
2,3,4,7,8-PECDF	5,34E-12	4,37E-12	1,43E-12	4,51E-12	1,59E-12
Acétaldéhyde	4,75E-02	3,34E-02	1,09E-02	3,44E-02	1,21E-02
Acroléine	2,28E-02	1,61E-02	5,24E-03	1,66E-02	5,86E-03
Ammoniac	3,89E-01	4,26E-01	1,39E-01	4,39E-01	1,55E-01
Arsenic	5,83E-07	6,51E-07	1,76E-07	6,77E-07	1,91E-07
Benzène	4,44E-02	2,83E-02	9,21E-03	2,92E-02	1,03E-02
Benzo(a)pyrène	9,25E-05	7,37E-06	7,24E-06	1,01E-04	2,86E-05
1,3-Butadiène	1,94E-02	1,31E-02	4,27E-03	1,35E-02	4,77E-03
Cadmium	3,88E-07	4,34E-07	1,17E-07	4,51E-07	1,27E-07
Chrome III	1,23E-05	1,39E-05	3,76E-06	1,44E-05	4,07E-06
Chrome VI	1,23E-05	1,39E-05	3,76E-06	1,44E-05	4,07E-06
Ethylbenzène	1,41E-02	8,40E-03	2,74E-03	8,67E-03	3,06E-03
Formaldéhyde	8,90E-02	6,22E-02	2,03E-02	6,42E-02	2,26E-02
Mercur	1,63E-05	1,82E-05	4,35E-06	1,97E-05	5,56E-06
Naphtalène	2,82E-02	2,95E-02	7,98E-03	3,06E-02	8,65E-03
Nickel	4,28E-06	4,77E-06	1,14E-06	5,17E-06	1,46E-06
Plomb	3,11E-06	3,47E-06	9,40E-07	3,61E-06	1,02E-06
Toluène	7,17E-02	4,45E-02	1,45E-02	4,60E-02	1,62E-02
Xylènes	5,67E-02	3,53E-02	1,15E-02	3,65E-02	1,29E-02

Tableau 55: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Résident » (effets à seuils)

[µg/m ³]	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service– Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Particules Diesel	4,73E-01	3,42E-01	1,24E-01	3,81E-01	1,58E-01
2,3,7,8-TCDD	4,17E-12	3,42E-12	1,38E-12	3,77E-12	1,74E-12
2,3,4,7,8-PECDF	6,19E-12	5,08E-12	2,04E-12	5,59E-12	2,59E-12
Acétaldéhyde	5,51E-02	3,88E-02	1,56E-02	4,27E-02	1,97E-02
Acroléine	2,64E-02	1,87E-02	7,52E-03	2,06E-02	9,51E-03
Ammoniac	4,51E-01	4,94E-01	1,99E-01	5,44E-01	2,52E-01
Arsenic	6,86E-07	7,69E-07	2,80E-07	8,57E-07	3,56E-07
Benzène	5,15E-02	3,28E-02	1,32E-02	3,62E-02	1,67E-02
Benzo(a)pyrène	1,09E-04	2,66E-05	2,65E-05	1,28E-04	5,33E-05
1,3-Butadiène	2,25E-02	1,52E-02	6,12E-03	1,67E-02	7,74E-03
Cadmium	4,57E-07	5,12E-07	1,86E-07	5,70E-07	2,37E-07
Chrome III	1,45E-05	1,64E-05	5,96E-06	1,82E-05	7,58E-06
Chrome VI	1,45E-05	1,64E-05	5,96E-06	1,82E-05	7,58E-06
Ethylbenzène	1,64E-02	9,76E-03	3,92E-03	1,07E-02	4,97E-03
Formaldéhyde	1,03E-01	7,22E-02	2,90E-02	7,95E-02	3,68E-02
Mercure	1,75E-05	1,95E-05	5,27E-06	2,18E-05	7,25E-06
Naphtalène	3,32E-02	3,48E-02	1,27E-02	3,88E-02	1,61E-02
Nickel	4,60E-06	5,12E-06	1,38E-06	5,73E-06	1,90E-06
Plomb	3,66E-06	4,10E-06	1,49E-06	4,57E-06	1,90E-06
Toluène	8,31E-02	5,17E-02	2,08E-02	5,70E-02	2,63E-02
Xylènes	6,57E-02	4,10E-02	1,65E-02	4,52E-02	2,09E-02

❖ Effets sans seuils

Tableau 56: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Résident Enfant » (effets sans seuils)

[µg/m³]	scénario « référence »		scénario « projet »	
	Situation actuelle	Situation de référence	Résident hors projet	Résident des aménagements projetés
Particules Diesel	8,34E-02	4,77E-02	5,34E-02	1,69E-02
2,3,7,8-TCDD	7,44E-13	4,84E-13	5,09E-13	1,76E-13
2,3,4,7,8-PECDF	1,11E-12	7,18E-13	7,56E-13	2,61E-13
Acétaldéhyde	9,83E-03	5,47E-03	5,76E-03	1,99E-03
Acroléine	4,72E-03	2,64E-03	2,78E-03	9,61E-04
Ammoniac	8,05E-02	6,99E-02	7,35E-02	2,54E-02
Arsenic	1,21E-07	1,07E-07	1,14E-07	3,19E-08
Benzène	9,19E-03	4,64E-03	4,88E-03	1,69E-03
Benzo(a)pyrène	1,92E-05	5,57E-06	1,71E-05	4,77E-06
1,3-Butadiène	4,01E-03	2,15E-03	2,26E-03	7,82E-04
Cadmium	8,06E-08	7,15E-08	7,60E-08	2,12E-08
Chrome III	2,56E-06	2,29E-06	2,43E-06	6,79E-07
Chrome VI	2,56E-06	2,29E-06	2,43E-06	6,79E-07
Ethylbenzène	2,92E-03	1,38E-03	1,45E-03	5,02E-04
Formaldéhyde	1,84E-02	1,02E-02	1,07E-02	3,71E-03
Mercure	3,39E-06	2,52E-06	3,30E-06	9,03E-07
Naphtalène	5,85E-03	4,86E-03	5,16E-03	1,44E-03
Nickel	8,93E-07	6,62E-07	8,65E-07	2,37E-07
Plomb	6,45E-07	5,73E-07	6,08E-07	1,70E-07
Toluène	1,48E-02	7,31E-03	7,69E-03	2,66E-03
Xylènes	1,17E-02	5,80E-03	6,10E-03	2,11E-03

Tableau 57: Concentrations moyennes inhalées par composés – scénario « Résident » (effets sans seuils)

[µg/m³]	scénario « référence »	scénario « projet »	
		Résident hors projet	Résident des aménagements projetés
Particules Diesel	1,65E-01	1,76E-01	1,13E-01
2,3,7,8-TCDD	1,57E-12	1,67E-12	1,09E-12
2,3,4,7,8-PECDF	2,34E-12	2,48E-12	1,62E-12
Acétaldéhyde	1,89E-02	2,01E-02	1,35E-02
Acroléine	9,11E-03	9,65E-03	6,49E-03
Ammoniac	2,06E-01	2,20E-01	1,36E-01
Arsenic	3,18E-07	3,43E-07	2,00E-07
Benzène	1,67E-02	1,77E-02	1,21E-02
Benzo(a)pyrène	2,32E-05	5,22E-05	3,08E-05
1,3-Butadiène	7,55E-03	7,99E-03	5,42E-03
Cadmium	2,12E-07	2,28E-07	1,33E-07
Chrome III	6,76E-06	7,29E-06	4,24E-06
Chrome VI	6,76E-06	7,29E-06	4,24E-06
Ethylbenzène	5,13E-03	5,41E-03	3,76E-03
Formaldéhyde	3,54E-02	3,75E-02	2,52E-02
Mercure	8,08E-06	8,74E-06	4,57E-06
Naphtalène	1,47E-02	1,58E-02	9,34E-03
Nickel	2,12E-06	2,29E-06	1,20E-06
Plomb	1,69E-06	1,83E-06	1,07E-06
Toluène	2,66E-02	2,81E-02	1,94E-02
Xylènes	2,11E-02	2,23E-02	1,54E-02

17.2.3. Quotients de danger

Les quotients de dangers sont présentés dans les tableaux ci-après.

Tableau 58: Quotients de dangers par composés – scénario « Nourrisson »

	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service – Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Particules Diesel	9,46E-02	6,83E-02	6,60E-02	7,61E-02	2,08E-02
2,3,7,8-TCDD	1,04E-07	8,56E-08	8,28E-08	9,43E-08	3,12E-08
2,3,4,7,8-PECDF	1,55E-07	1,27E-07	1,23E-07	1,40E-07	4,63E-08
Acétaldéhyde	3,44E-04	2,42E-04	2,34E-04	2,67E-04	8,82E-05
Acroléine	1,76E-01	1,25E-01	1,21E-01	1,37E-01	4,54E-02
Ammoniac	9,03E-04	9,89E-04	9,57E-04	1,09E-03	3,60E-04
Arsenic	4,58E-05	5,13E-05	4,95E-05	5,71E-05	1,56E-05
Benzène	5,15E-03	3,28E-03	3,18E-03	3,62E-03	1,20E-03
Benzo(a)pyrène	5,45E-02	5,52E-02	5,52E-02	6,41E-02	1,75E-02
1,3-Butadiène	1,12E-02	7,60E-03	7,36E-03	8,37E-03	2,77E-03
Cadmium	1,02E-06	1,14E-06	1,10E-06	1,27E-06	3,46E-07
Chrome III	7,27E-06	8,19E-06	7,91E-06	9,12E-06	2,49E-06
Chrome VI	4,85E-04	5,46E-04	5,27E-04	6,08E-04	1,66E-04
Ethylbenzène	1,09E-05	6,50E-06	6,29E-06	7,16E-06	2,37E-06
Formaldéhyde	8,39E-04	5,87E-04	5,68E-04	6,47E-04	2,14E-04
Mercur	6,50E-04	3,47E-04	3,22E-04	8,12E-04	2,08E-04
Naphtalène	8,97E-04	9,41E-04	9,08E-04	1,05E-03	2,86E-04
Nickel	2,23E-05	1,19E-05	1,10E-05	2,78E-05	7,11E-06
Plomb	4,07E-06	4,56E-06	4,40E-06	5,07E-06	1,38E-06
Toluène	4,15E-06	2,59E-06	2,50E-06	2,85E-06	9,42E-07
Xylènes	6,57E-04	4,10E-04	3,97E-04	4,52E-04	1,49E-04
SOMME	3,46E-01	2,63E-01	2,56E-01	2,94E-01	2,08E-02

Tableau 59: Quotients de dangers par composés – scénario « Enfant »

	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service– Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Particules Diesel	8,03E-02	5,79E-02	1,57E-02	6,50E-02	2,18E-02
2,3,7,8-TCDD	8,99E-08	7,37E-08	2,40E-08	7,61E-08	2,68E-08
2,3,4,7,8-PECDF	1,34E-07	1,09E-07	3,56E-08	1,13E-07	3,98E-08
Acétaldéhyde	2,97E-04	2,09E-04	6,79E-05	2,15E-04	7,59E-05
Acroléine	1,52E-01	1,07E-01	3,50E-02	1,11E-01	3,91E-02
Ammoniac	7,79E-04	8,52E-04	2,77E-04	8,79E-04	3,10E-04
Arsenic	3,89E-05	4,34E-05	1,18E-05	4,51E-05	1,27E-05
Benzène	4,44E-03	2,83E-03	9,21E-04	2,92E-03	1,03E-03
Benzo(a)pyrène	4,63E-02	3,68E-03	3,62E-03	5,07E-02	1,43E-02
1,3-Butadiène	9,69E-03	6,55E-03	2,13E-03	6,76E-03	2,38E-03
Cadmium	8,63E-07	9,64E-07	2,61E-07	1,00E-06	2,83E-07
Chrome III	6,17E-06	6,94E-06	1,88E-06	7,21E-06	2,04E-06
Chrome VI	4,11E-04	4,63E-04	1,25E-04	4,81E-04	1,36E-04
Ethylbenzène	9,43E-06	5,60E-06	1,82E-06	5,78E-06	2,04E-06
Formaldéhyde	7,24E-04	5,06E-04	1,65E-04	5,22E-04	1,84E-04
Mercure	5,42E-04	6,06E-04	1,45E-04	6,57E-04	1,85E-04
Naphtalène	7,61E-04	7,97E-04	2,16E-04	8,28E-04	2,34E-04
Nickel	1,86E-05	2,07E-05	4,96E-06	2,25E-05	6,35E-06
Plomb	3,45E-06	3,86E-06	1,04E-06	4,01E-06	1,13E-06
Toluène	3,58E-06	2,23E-06	7,26E-07	2,30E-06	8,11E-07
Xylènes	5,67E-04	3,53E-04	1,15E-04	3,65E-04	1,29E-04
SOMME	2,97E-01	1,82E-01	5,84E-02	2,40E-01	7,98E-02

Tableau 60: Quotients de dangers par composés – scénario « Résident »

	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service – Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Particules Diesel	9,46E-02	6,83E-02	2,49E-02	7,61E-02	3,16E-02
2,3,7,8-TCDD	1,04E-07	8,56E-08	3,44E-08	9,43E-08	4,36E-08
2,3,4,7,8-PECDF	1,55E-07	1,27E-07	5,11E-08	1,40E-07	6,46E-08
Acétaldéhyde	3,44E-04	2,42E-04	9,74E-05	2,67E-04	1,23E-04
Acroléine	1,76E-01	1,25E-01	5,01E-02	1,37E-01	6,34E-02
Ammoniac	9,03E-04	9,89E-04	3,98E-04	1,09E-03	5,03E-04
Arsenic	4,58E-05	5,13E-05	1,86E-05	5,71E-05	2,37E-05
Benzène	5,15E-03	3,28E-03	1,32E-03	3,62E-03	1,67E-03
Benzo(a)pyrène	5,45E-02	1,33E-02	1,32E-02	6,41E-02	2,66E-02
1,3-Butadiène	1,12E-02	7,60E-03	3,06E-03	8,37E-03	3,87E-03
Cadmium	1,02E-06	1,14E-06	4,14E-07	1,27E-06	5,27E-07
Chrome III	7,27E-06	8,19E-06	2,98E-06	9,12E-06	3,79E-06
Chrome VI	4,85E-04	5,46E-04	1,99E-04	6,08E-04	2,53E-04
Ethylbenzène	1,09E-05	6,50E-06	2,62E-06	7,16E-06	3,31E-06
Formaldéhyde	8,39E-04	5,87E-04	2,36E-04	6,47E-04	2,99E-04
Mercure	5,83E-04	6,51E-04	1,76E-04	7,28E-04	2,42E-04
Naphtalène	8,97E-04	9,41E-04	3,42E-04	1,05E-03	4,35E-04
Nickel	2,00E-05	2,23E-05	6,01E-06	2,49E-05	8,27E-06
Plomb	4,07E-06	4,56E-06	1,66E-06	5,07E-06	2,11E-06
Toluène	4,15E-06	2,59E-06	1,04E-06	2,85E-06	1,32E-06
Xylènes	6,57E-04	4,10E-04	1,65E-04	4,52E-04	2,09E-04
SOMME	9,46E-02	2,22E-01	9,42E-02	2,94E-01	1,29E-01

Tableau 61: Quotients de dangers pour le cadmium – effets cancérigènes

Scénario	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service – Habitant du projet	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Nourrisson	1,52E-06	3,31E-07	1,71E-06	1,65E-06	1,90E-06
Enfant	1,29E-06	1,45E-06	3,91E-07	1,50E-06	4,24E-07
Résident	1,52E-06	1,71E-06	6,21E-07	1,90E-06	7,90E-07

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.

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 sans projet.

Les ERI ainsi calculés pour les différents scénarios sont reportés dans le tableau ci-après.

Il en est de même pour les ERI cumulés.

17.2.4. Excès de risques individuels

Cet indicateur représente le nombre de cancer en excès au sein d'une population exposée à un certain niveau de polluant par rapport à une population non exposée.

Les hypothèses retenues pour les calculs des ERI sont les suivantes :

- **Pour le scénario Résident enfant – il est considéré qu'un enfant est exposé :**
 - *Sous scénario « référence »*
 - 11 années aux niveaux calculés pour la situation actuelle
 - 11 années aux niveaux calculés l'horizon de mise en service – situation de référence
 - *Sous scénario « projet »*
 - 11 années aux niveaux calculés l'horizon de mise en service – situation de référence avec le projet

- **Pour le scénario Résident**

Il est considéré qu'une personne est exposée

 - *Sous scénario « référence »*
 - 10 années aux niveaux calculés pour la situation actuelle ;
 - 20 années aux niveaux calculés l'horizon de mise en service – situation de référence
 - *Sous scénario « projet »*
 - 10 années aux niveaux calculés pour la situation actuelle ;
 - 20 années aux niveaux calculés l'horizon de mise en service – situation de référence avec le projet.

Tableau 62: Excès de risques individuel – Scénario Résident Enfant

	scénario « référence »		scénario « projet »	
	Situation actuelle	Situation de référence	Résident hors projet	Résident des aménagements projetés
Particules Diesel	2,84E-06	1,62E-06	1,82E-06	5,74E-07
2,3,7,8-TCDD	2,83E-11	1,84E-11	1,94E-11	6,69E-12
2,3,4,7,8-PECDF	1,22E-11	7,90E-12	8,31E-12	2,87E-12
Acétaldéhyde	2,16E-08	1,20E-08	1,27E-08	4,38E-09
Acroléine	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Ammoniac	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Arsenic	1,81E-11	1,61E-11	1,71E-11	4,78E-12
Benzène	2,39E-07	1,21E-07	1,27E-07	4,39E-08
Benzo(a)pyrène	2,11E-08	6,13E-09	1,88E-08	5,24E-09
1,3-Butadiène	1,20E-07	6,45E-08	6,79E-08	2,35E-08
Cadmium	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Chrome III	2,82E-08	2,52E-08	2,67E-08	7,47E-09
Chrome VI	1,02E-07	9,15E-08	9,72E-08	2,71E-08
Ethylbenzène	7,31E-09	3,45E-09	3,63E-09	1,25E-09
Formaldéhyde	9,69E-08	5,37E-08	5,65E-08	1,95E-08
Mercur	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Naphtalène	3,27E-08	2,72E-08	2,89E-08	8,07E-09
Nickel	1,52E-10	1,13E-10	1,47E-10	4,03E-11
Plomb	7,74E-12	6,87E-12	7,30E-12	2,04E-12
Toluène	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Xylènes	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Cumulé	3,51E-06	2,03E-06	2,26E-06	7,15E-07

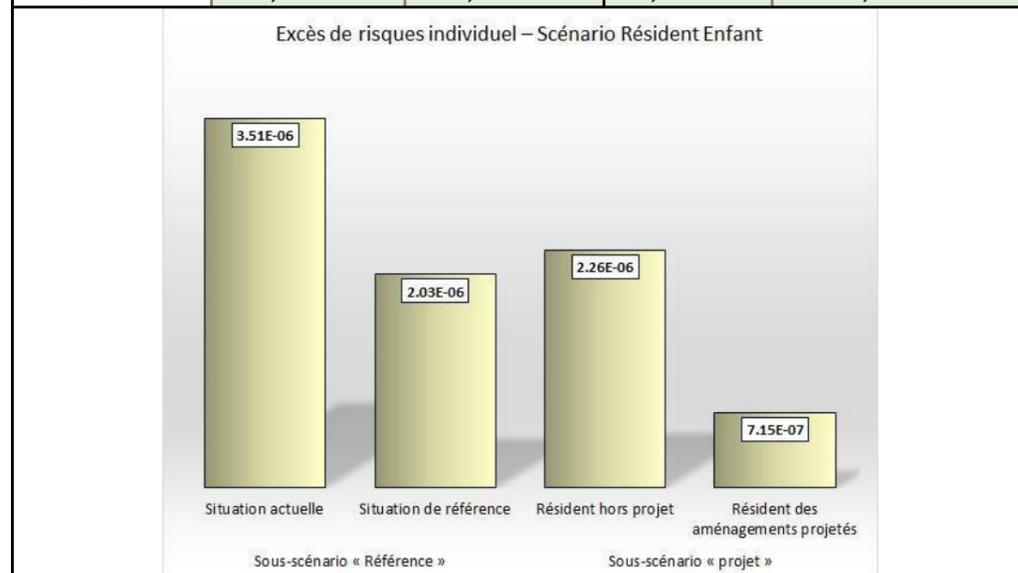
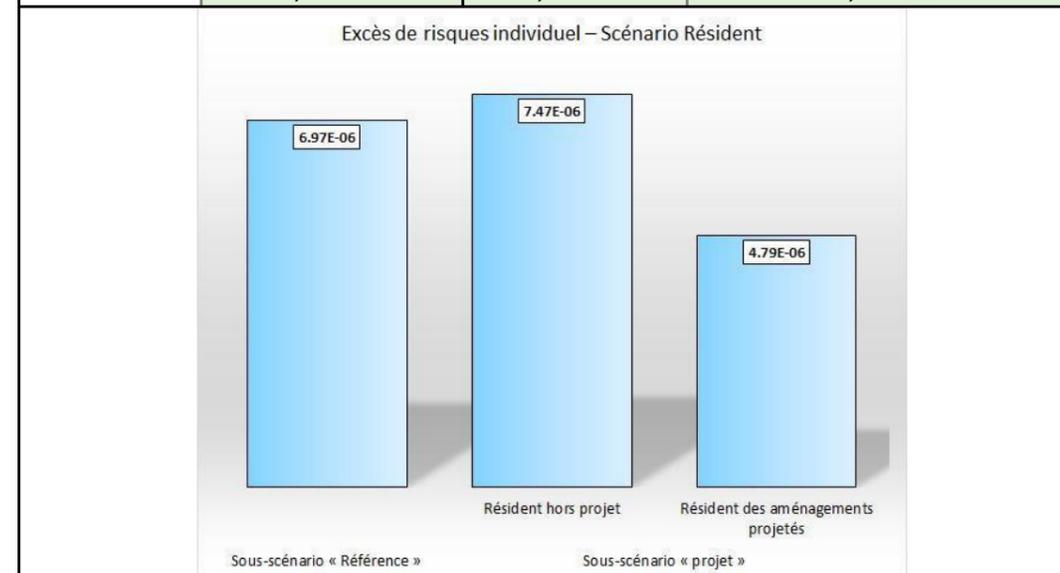


Tableau 63: Excès de risques individuel – Scénario résident

	scénario « référence »	scénario « projet »	
		Résident hors projet	Résident des aménagements projetés
Particules Diesel	5,62E-06	6,00E-06	3,83E-06
2,3,7,8-TCDD	5,98E-11	6,36E-11	4,16E-11
2,3,4,7,8-PECDF	2,57E-11	2,73E-11	1,79E-11
Acétaldéhyde	4,17E-08	4,41E-08	2,97E-08
Acroléine	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Ammoniac	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Arsenic	4,77E-11	5,14E-11	3,00E-11
Benzène	4,35E-07	4,60E-07	3,15E-07
Benzo(a)pyrène	2,55E-08	5,74E-08	3,39E-08
1,3-Butadiène	2,27E-07	2,40E-07	1,63E-07
Cadmium	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Chrome III	7,43E-08	8,02E-08	4,67E-08
Chrome VI	2,70E-07	2,92E-07	1,70E-07
Ethylbenzène	1,28E-08	1,35E-08	9,40E-09
Formaldéhyde	1,86E-07	1,97E-07	1,33E-07
Mercur	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Naphtalène	8,22E-08	8,86E-08	5,23E-08
Nickel	3,61E-10	3,90E-10	2,04E-10
Plomb	2,03E-11	2,19E-11	1,28E-11
Toluène	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Xylènes	Pas de VTR	Pas de VTR	Pas de VTR
Cumulé	6,97E-06	7,47E-06	4,79E-06



L'ERI cumulé signifie que pour une population de **10 000 000** habitants, il sera observé par rapport une population de même effectif non exposée :

- 20,3 cancers supplémentaires au maximum pour le scénario « Résident Enfant – situation de référence » (soit 21 cancers supplémentaires) ;
- 22,6 cancers supplémentaires au maximum pour le scénario « Résident Enfant – résident hors projet » (soit 23 cancers supplémentaires) ;
- 7,15 cancers supplémentaires au maximum pour le scénario « Résident Enfant – résident des aménagements projetés » (soit 8 cancers supplémentaires) ;
- 69,7 cancers supplémentaires au maximum pour le scénario « Résident - référence » (soit 70 cancers supplémentaires) ;
- 74,7 cancers supplémentaires au maximum pour le scénario « Résident hors projet » (soit 75 cancers supplémentaires) ;
- 47,9 cancers supplémentaires au maximum pour le scénario « Résident des aménagement projetés » (soit 48 cancers supplémentaires).

La population dans la zone considérée étant inférieure à 100 000 habitants, les différences entre les scénarios « référence » et « projet » ne sont pas significatives (<1).

Aussi le trafic supplémentaire dû à la mise en service des aménagements ne va pas entraîner d'effets sanitaires à la suite d'une dégradation notable de la qualité de l'air.

17.2.5. Cas particulier des substances sans aucune VTR et des effets aigus

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR ; c'est le cas du dioxyde d'azote, des particules PM10 (autres que les particules diesel), le dioxyde de soufre et les monoxydes de carbone.

Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne avec les recommandations de l'OMS.

Ces dernières sont présentées sur les figures ci-après.

Tableau 0.1. Niveaux de qualité de l'air recommandés et cibles intermédiaires

Polluant	Durée retenue	Cible intermédiaire				Niveau recommandé
		1	2	3	4	
PM _{2,5} , µg/m ³	Annuel	35	25	15	10	5
	24 heures ^a	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Annuel	70	50	30	20	15
	24 heures ^a	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Saison de pointe ^b	100	70	–	–	60
	8 heures ^a	160	120	–	–	100
NO ₂ , µg/m ³	Annuel	40	30	20	–	10
	24 heures ^a	120	50	–	–	25
SO ₂ , µg/m ³	24 heures ^a	125	50	–	–	40
CO, mg/m ³	24 heures ^a	7	–	–	–	4

^a 99^e percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)

^b Moyenne de la concentration moyenne en O₃ maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O₃ des moyennes glissantes sur six mois.

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l'air restant valides
NO ₂ , µg/m ³	1 heure	200
SO ₂ , µg/m ³	10 minutes	500
	8 heures	10
CO, mg/m ³	1 heure	35
	15 minutes	100

Figure 93: Recommandations de l'OMS pour la qualité de l'air

Le tableau ci-après rappelle les concentrations maximales calculées au niveau des récepteurs ponctuels.

Tableau 64: Concentrations maximales calculées au niveau des récepteurs ponctuels – dioxyde d'azote, particules PM10, particules PM2,5, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone

[unité : µg/m³]	Durée	Niveau recommandé par l'OMS	Situation actuelle	Mise en service – Habitant hors projet		Mise en service – Habitant du projet	
Polluant				Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Dioxyde d'azote	Année	10	9,30	8,69	9,57	1,17	1,29
	Jour	25	14,8	13,7	15,2	1,9	2,1
	Heure	200	90,9	85,2	93,1	11,5	12,5
Particules PM10	Année	15	2,29	2,40	2,67	2,07	2,30
	Jour	45	5,25	5,54	6,14	4,78	5,30
Particules PM2,5	Année	5	1,09	1,04	1,16	0,73	0,82
	Jour	15	2,50	2,40	2,66	1,69	1,88
Dioxyde de soufre	Jour	40	0,42	0,47	0,52	0,38	0,42
Monoxyde de carbone	Jour	4000	33,34	25,39	28,14	13,02	14,42
	Heure	35 000	204	157	172	81	88

Les recommandations de l'OMS sont respectées au niveau des lieux vulnérables et des habitants de la zone quelques soient l'horizon et le scénario, en considérant uniquement les émissions des brins dont les trafics ont été fournis.

17.2.6. 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 cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l'animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale s'effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs changent d'une substance à une autre.

Pour certaines d'entre elles, il n'y a purement pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition, à savoir :

L'incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

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.).

17.3. SYNTHÈSE DE L'EQRS – IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

Le projet n'impactera pas significativement le trafic routier.

Les hausses du trafic consécutives à la mise en service des aménagements sont très restreintes.

Par conséquent, l'impact sur la qualité de l'air sera minime, voire presque inexistant.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE

18.1. GÉNÉRALITÉS

Les Hauts-de-France jouissent globalement d'un climat tempéré d'influence océanique, c'est-à-dire avec des températures clémentes et des précipitations régulières. La réalité du changement climatique se manifeste par l'élévation des températures moyennes et des variations du régime des précipitations (formes "intenses" comme les fortes pluies). En lien avec le réchauffement global de la planète, le niveau des mers monte, et avec lui, le risque de submersion marine, crucial pour le littoral régional (cf. figure suivante).

Les vagues de chaleur ont-elles aussi augmenté.

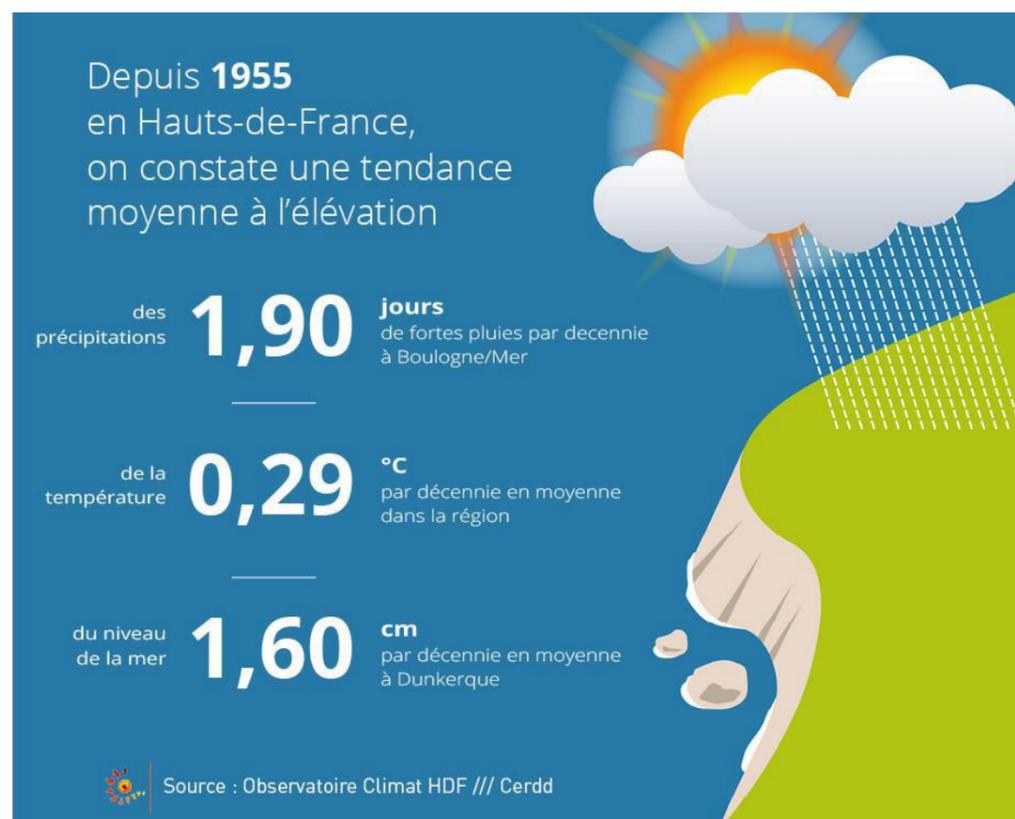


Figure 94 : Évolution climatique en Hauts-de-France - données 2017 (Source : Observatoire Climat HdF)

Ces observations sur le climat sont la conséquence de l'augmentation globale des gaz à effet de serre sur la période.

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 région Hauts-de-France

En Hauts-de-France, la consommation d'énergie finale atteint 209 TWh en 2017, soit 18 Mtep. La France a quant à elle consommé la même année 1 799 TWh, soit 155 Mtep : la région Hauts-de-France contribue à hauteur de 12 % de la consommation nationale d'énergie pour 9 % de la population.

La consommation d'énergie finale depuis 1990 a augmenté de 8% en Hauts-de-France comme en France.

Parallèlement, en 2017, les émissions directes de GES de la région s'élevaient à 61,2 Mt eq.CO₂ (hors UTCTF). Le secteur le plus émetteur est l'industrie (hors secteur énergie) : en effet, celle-ci représente 22,7 Mt eq.CO₂, soit 37,1 % du bilan régional. Elle est suivie par les transports avec 19,9 %, qui comprend la mobilité des personnes et le transport de marchandises. L'agriculture et la sylviculture constituent le 3^e poste d'émissions avec 12,0 % du bilan régional, devant le résidentiel qui compte pour 8,4 % et le tertiaire qui représente 4,7 %.

Enfin, le traitement des déchets représente 6,5 % des émissions régionales et l'industrie de l'énergie participe à 11,4 %.

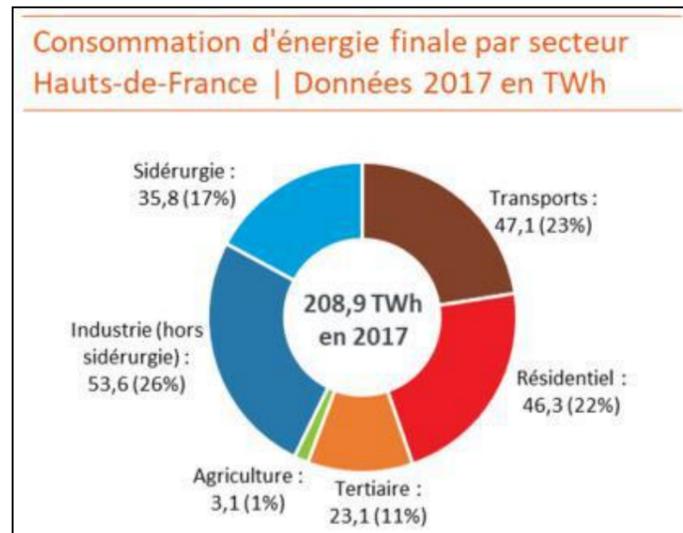


Figure 95 : Consommation d'énergie finale par secteur en Hauts-de-France en 2017 (Source : Observatoire Climat Hdf)

❖ Secteur résidentiel

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel en Hauts-de-France pour l'année 2017 sont de l'ordre de 5 138 tonnes équivalent CO₂ (5,1 ktCO₂e), soit 8,40 % des émissions totales de la région.

L'évolution des émissions de GES entre 2009 et 2017 en Hauts-de-France pour le secteur résidentiel est schématisée ci-après.

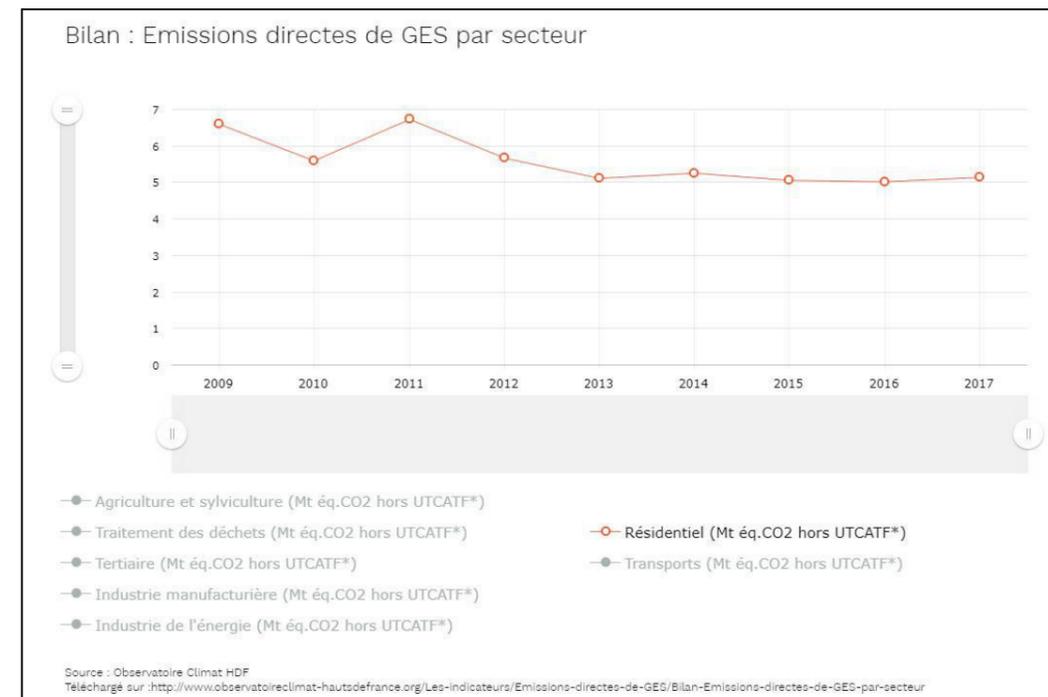


Figure 97 : Évolution des émissions directes de GES du secteur résidentiel en région Hauts-de-France entre 2009 et 2017 (Source : Observatoire Climat Hdf)

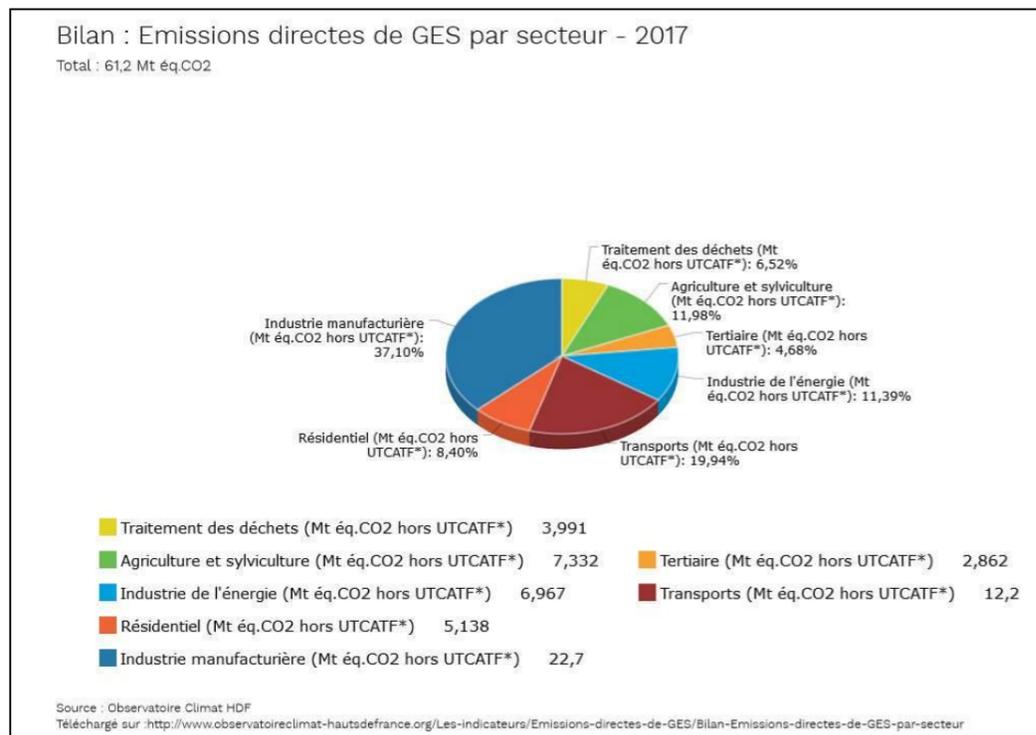


Figure 96 : Contributions par secteur aux émissions directes de GES en Région Hdf pour l'année 2017 (Source : Observatoire Climat Hdf)

❖ **Secteur tertiaire**

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire en Hauts-de-France pour l'année 2017 sont de l'ordre de 2 862 tonnes équivalent CO₂ (2,8 ktCO₂e), soit 4,68 % des émissions totales de la région.

L'évolution des émissions de GES entre 2009 et 2017 en Hauts-de-France pour le secteur tertiaire est schématisée ci-après.

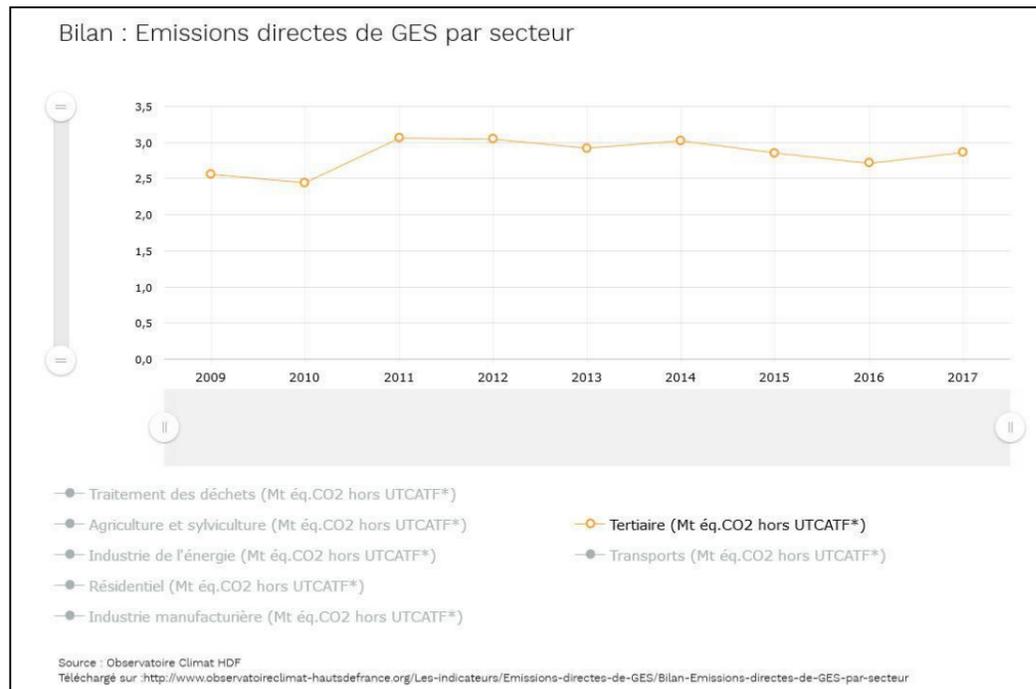


Figure 98 : Évolution des émissions directes de GES du secteur tertiaire en région Hauts-de-France entre 2009 et 2017 (Source : ORC Hdf)

❖ **Transport routier**

Selon les inventaires du CITEPA⁴⁰, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse. Cette baisse s'explique par la dé-dieselisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

⁴⁰ Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

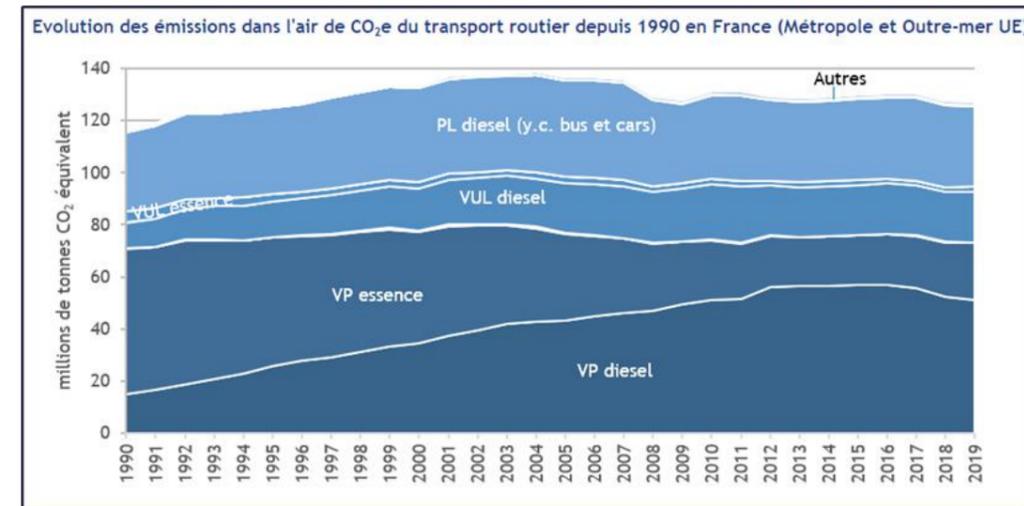


Figure 99: Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du transport routier (Source : Citepa, avril 2021 - Format SECTEN)

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.

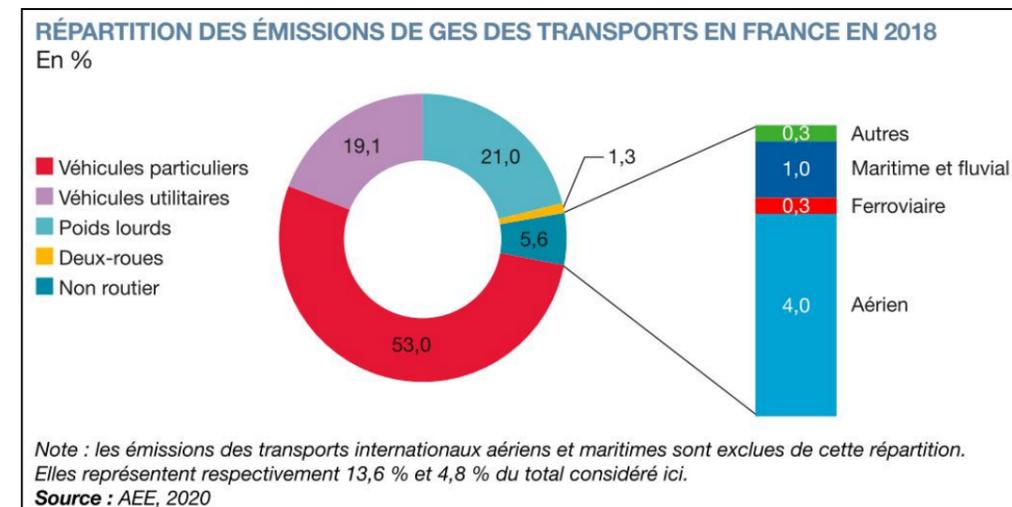


Figure 100 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2021 ; Ministère de la Transition Écologique)

Selon l'Observatoire Régional du Climat, le transport routier représentait 18 % des émissions de GES de la région HDF en 2017 (soit 12,2 Mt eqCO₂). Entre 2009 et 2017, les émissions de GES ont augmenté de 5 % pour ce secteur (figure suivante).

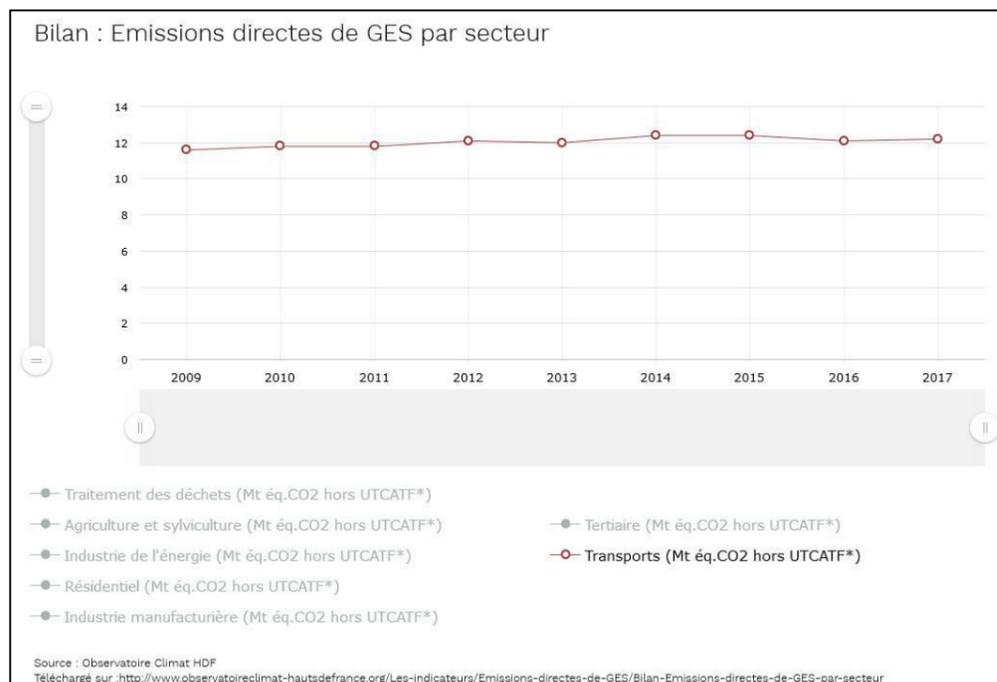


Figure 101 : Évolution des émissions directes de GES du secteur des transports en région Hauts-de-France entre 2009 et 2017 (Source : Observatoire du Climat HDF)

18.2. 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.

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 65: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré

[kilo équivalent 100 ans CO ₂ /jour]	Situation actuelle	Mise en service		Mise en service + 20ans	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
CO ₂ [PRG = 1]	7884,2	8677,9	9756,8	8069,9	9073,0
N ₂ O [PRG = 265]	134,1	135,9	152,9	83,7	94,2
CH ₄ [PRG = 30]	8,2	6,2	6,9	6,4	7,2
TOTAL	8026,6	8819,9	9916,6	8160,0	9174,4

PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME via le 5^e rapport du GIEC de 2013⁴¹

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).

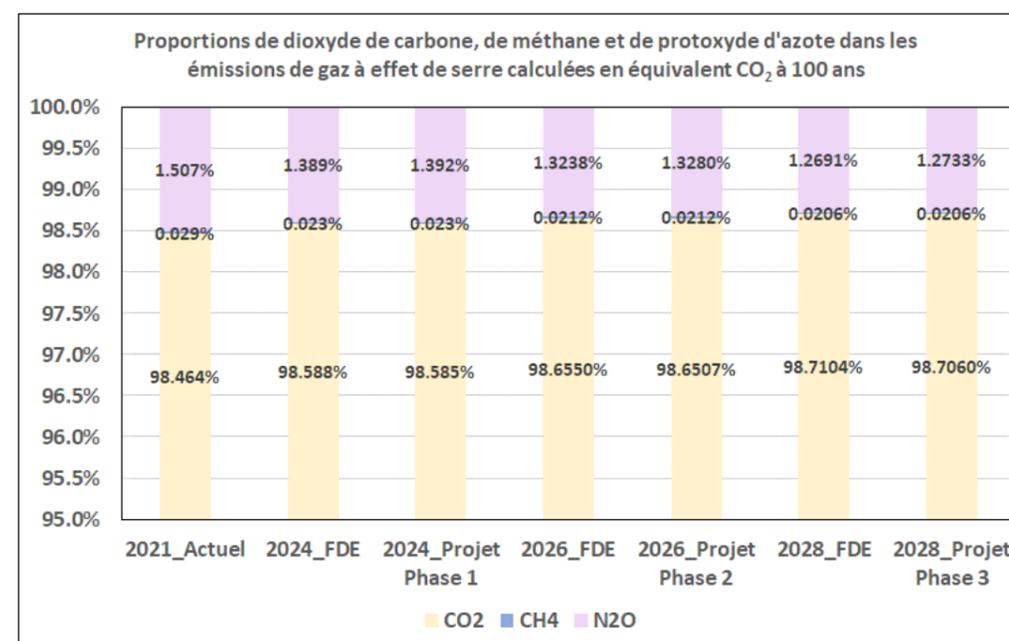


Figure 102: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

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.

⁴¹ http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm

Les consommations de carburant sur le réseau d'étude augmentent pour les horizons futures consécutivement aux augmentations des consommations de carburant sur le réseau d'étude.

En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier épousent la même trajectoire.

19. COÛTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

19.1. 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.

Tableau 66 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab/km ²]	> 4 500	1 500 -4 500	450 -1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab/km ²]	6 750	2 250	750	250	25

Compte tenu de la densité de population moyenne de la zone d'étude (> 7 000 hab/km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu **urbain très dense**.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau immédiatement ci-après.

Tableau 67 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)

Types de véhicule	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)					
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.

Pour la région Hauts-de-France, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,1 % 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 68 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude

[€ actualisé]	Situation actuelle	Mise en service		Mise en service + 20 ans	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Sur une journée	5196,31	3721,35	4109,59	4362,83	4817,89

Le coût de la pollution atmosphérique générée par le transport routier du réseau d'étude tend à légèrement baisser aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle.

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.

19.2. 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 69 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier sur le réseau d'étude

[€ actualisé]	Situation actuelle	Mise en service		Mise en service + 20 ans	
		Référence	Réf + Projet	Référence	Réf + Projet
Sur une journée	450,8	1917,4	2155,8	5544,7	6234,0

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.

20. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

20.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution. Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.

En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus.

Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les 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 cancérogènes.

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 cancérogènes.

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 cancérogène 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.

20.2. 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).

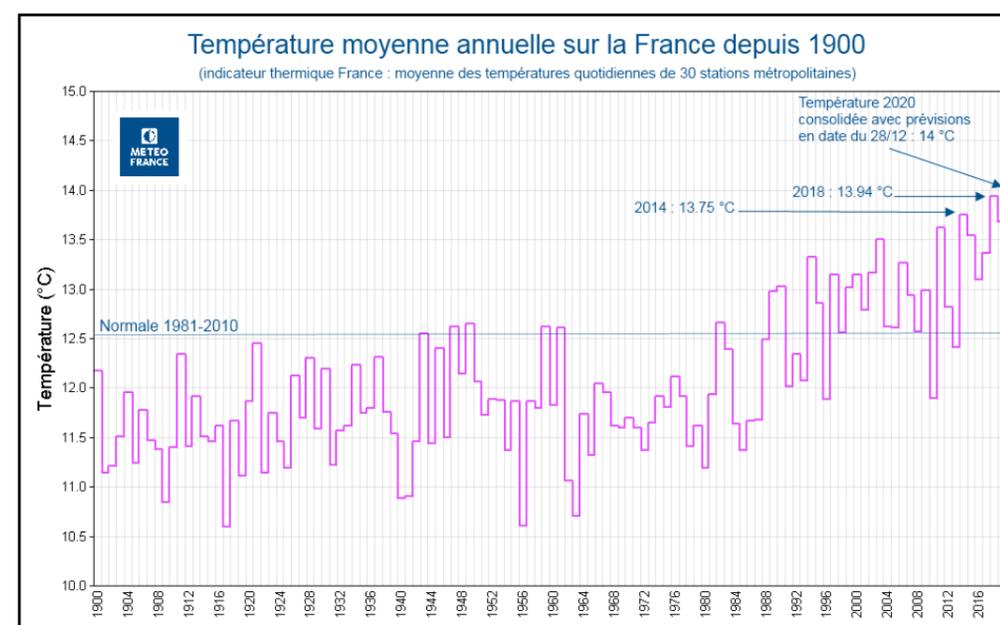


Figure 103 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France)

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).

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 elle aussi connu une canicule en 2020.

20.3. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTÉ

La région Hauts-de-France présente une exposition élevée aux épisodes de de canicules remarquables de plus en plus fréquents, tout comme le reste du territoire métropolitain, liée notamment à l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU), en raison de la forte densité urbaine et de la minéralisation de l'espace. Concernant la métropole Lilloise⁴², cela s'est traduit par une différence de près de 9 degrés Celsius entre les centres urbains denses et les villes périurbaines lors de la canicule d'août 2016⁴³. Les écarts de température nocturne⁴⁴ entre les centres urbains et leur périphérie ont été constatés et mesurés dans la nuit du 24 au 25 août 2016 notamment, par l'Agence de développement et d'urbanisme de Lille Métropole.

Depuis 2015, en France, chaque été a présenté un épisode caniculaire remarquable, faisant suite à ceux de 2006 et 2003 pour le 21^e siècle ; à l'exception de l'été 2021. Le pays, vu dans son ensemble, n'a pas connu d'été aussi frais depuis 2014.

L'été 2021 a été marqué par une vague de chaleur de faible intensité dans le Sud-Est et des 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.

⁴² https://www.adu-lille-metropole.org/pdf/remanence_ilots%20dechaleur_2406219.jpg

⁴³ <https://www.adu-lille-metropole.org/coup-de-chaud-sur-la-ville/>

⁴⁴ https://www.adu-lille-metropole.org/wp-content/uploads/2017/06/ICU_web.pdf

La vague de chaleur d'août a eu lieu du 10 au 16 août 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.

Les paragraphes suivants présentent les données sanitaires des vagues de chaleur de l'été 2020. Année pour laquelle, la région Haut-de-France a été concernée.

En France métropolitaine⁴⁵, l'été 2020 s'est traduit par le déclenchement, pour le deuxième été depuis la mise en place du Plan National Canicule, de vigilances 'rouge canicule'. Pour la 2^e année consécutive, les régions du Nord de la France ont été particulièrement touchées par la chaleur. L'été 2020 a été marqué par trois vagues de chaleur, dont l'une très étendue et **particulièrement sévère dans le Nord de la France**. En effet, les 5 départements de la région ont été placés en vigilance rouge durant 4 jours. La caractéristique remarquable de l'été 2020 réside dans les températures nocturnes élevées, dépassant des records dans certains départements.

Les 3 vagues de chaleur se sont étendues du 26 juillet au 03 août, **du 7 au 13 août** et du 19 août au 21 août. Un épisode caniculaire d'une sévérité jamais égalée ces 50 dernières années a touché la région Hauts-de-France durant la 1^{ère} quinzaine du mois d'août 2020.

La figure suivante présente les caractéristiques de ces épisodes.

Dates	Régions concernées	Nombre de départements	Durée moyenne par département (jours)	% de la population métropolitaine touchée
26/07 – 03/08	Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val de Loire, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Provence-Alpes-Côte-D'azur	22	4,2	18,8 %
07/08 – 13/08	Toutes les régions métropolitaines à l'exception de la Bretagne et la Corse	64	5,1	71,1 %
19/08 – 21/08	Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté	5	3	6,0 %

Figure 104 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2020 en France métropolitaine (source : Santé Publique France)

L'étendue géographique a été notable, puisque durant l'été 2020, potentiellement plus de 50 millions de personnes domiciliées dans les 73 départements touchés ont été exposées au moins un jour à des températures dépassant les seuils d'alerte, soit environ 77 % de la population.

⁴⁵ <https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/289499/2765915>

Plusieurs pics de pollution à l'ozone concomitants à ces vagues de chaleur ont été observés notamment dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes, Grand Est, **Hauts-de-France (du 8 au 12 août)**, Ile-de-France, Normandie et Provence-Alpes-Côte-d'Azur, qui ont été placées en dispositif d'alerte et de recommandations.

Pour la région **Hauts-de-France**, durant l'été 2020, 1 vague de chaleur a été relevée. Les caractéristiques de cette vague de chaleur font de cet épisode caniculaire l'épisode le plus sévère enregistré ces 50 dernières années dans les Hauts-de-France, avec des critères d'intensité (cumul des intensités journalières) particulièrement élevés (identiques à ceux enregistrés lors des canicules de 2003 et 2019) et des critères de sévérité supérieurs aux épisodes de 2003 et 2019, notamment en termes de durée d'exposition.

Le 5 août, les 5 départements des Hauts-de-France (soit 100 % de la population régionale résidente) ont été placés en **vigilance jaune** par les prévisionnistes de Météo-France. Le lendemain, ces 5 départements étaient placés en **vigilance canicule orange** durant deux jours, puis en **vigilance rouge** du 8 au 11 août. La vigilance canicule a été levée pour l'ensemble des départements de la région le 14 août.

Le bilan de Météo-France a montré que le nombre de jours de dépassement des seuils d'alerte dans la région a été variable selon les départements :

- 7 jours, du 7 au 13 août, pour l'Aisne et le Nord ;
- 6 jours, du 8 au 13 août, pour la Somme ;
- 5 jours, du 8 au 12 août, pour l'Oise et le Pas-de-Calais.

En définitive, la région a connu l'épisode caniculaire **le plus long jamais observé**. Durant une semaine, du 6 au 12 août, les seuils d'alerte **canicule nocturnes (18°C)** et **diurnes (33°C)** ont été dépassés.

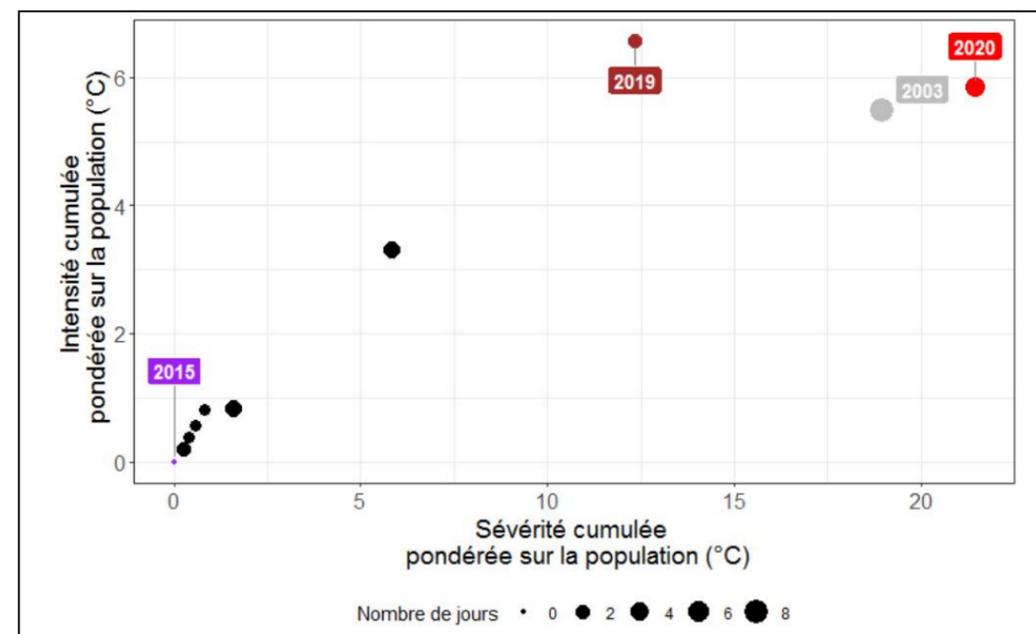


Figure 105 : Caractéristiques de l'exposition à la chaleur pour l'été 2020 par rapport aux autres vagues de chaleur survenues en région Hauts-de-France depuis 1999 (croisement données de température et de population) (Source : Santé Publique France)

La répartition de la vague de chaleur à mi-septembre 2020⁴⁶, était la suivante.



Figure 106 : Zones du territoire de France métropolitaine où les records de températures ont été battus en septembre 2020

⁴⁶ <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/279>

En région Hauts-de-France, l'impact de la canicule sur la santé entre le 1^{er} juin et le 15 septembre a été le suivant :

- Entre le 1er juin et le 15 septembre 2020 dans la région Hauts-de-France, 1 352 passages aux urgences et 291 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule.

Plus précisément, concernant l'épisode de début août (du 7 au 16 août) :

- Le dispositif Sursaud® a enregistré 382 passages aux urgences hospitalières et 151 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule : les passages aux urgences pour iCanicule concernaient plus particulièrement des personnes âgées de 75 ans et plus (43,7 % des cas).
- 156 des passages aux urgences (soit 40,8 %) ont donné lieu à hospitalisation selon iCanicule.
- Les taux d'hospitalisation ont différencié selon les tranches d'âges : 18,8 % chez les moins de 15 ans, 26,5 % chez les 15-74 ans et 62,3 % chez les personnes âgées de 75 ans et plus. Ces hospitalisations ont représenté 2,7 % de l'ensemble des hospitalisations toutes causes codées après un passage aux urgences, avec un pic atteignant 4,3 % les 11 et 12 août.
- Au cours de cette période de canicule, les passages aux urgences pour hyperthermies et « coup de chaleur » constituaient 40 % des recours pour l'indicateur iCanicule et leur part était plus élevée dans la population plus jeune : 80 % chez les moins de 15 ans et 58 % chez les adultes de 15 à 74 ans. Les prises en charge pour « coup de chaleur » à SOS Médecins concernaient spécialement (94 %) des enfants âgés de moins de 15 ans.

Les planches ci-après présentent la **sévérité** (cumul des valeurs maximales de dépassement des températures observées par rapport aux températures d'alerte sur la période de survenue) de la vague de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte entre le 07/08 et le 16/08/2020.

L'été 2020 dans les Hauts-de-France est celui qui présente l'impact sanitaire le plus lourd en termes de mortalité depuis la mise en place du plan national canicule en 2004.

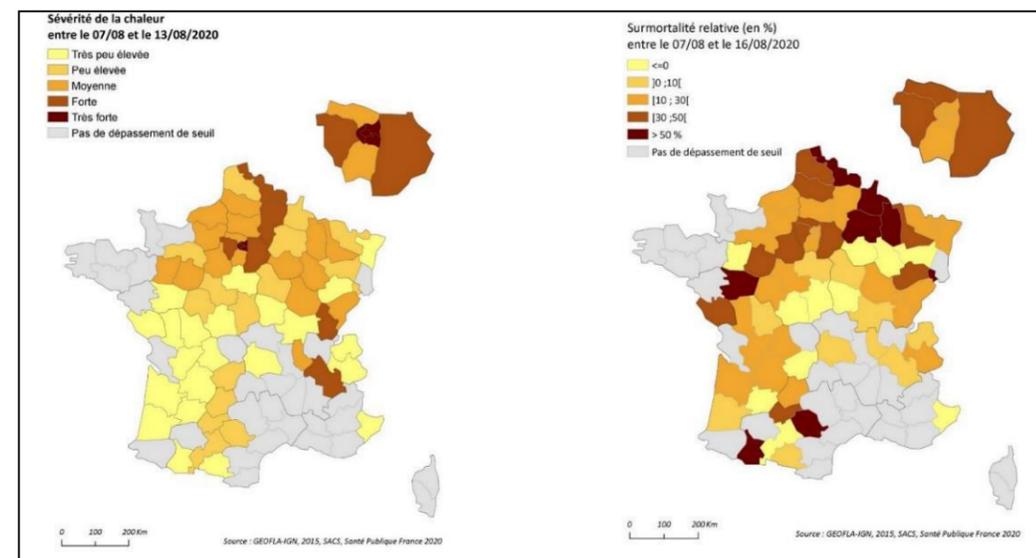


Figure 107 : Sévérité de la vague de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte entre le 07/08 et le 16/08/2020, France métropolitaine [Santé Publique France]

Les 15 départements ayant connu une vigilance rouge au cours de l'été 2020 en France métropolitaine totalisent 1 029 décès en excès (+ 30,7 %), soit plus de la moitié des décès en excès pour l'été 2020. La moitié de ces décès en excès enregistrés dans les départements ayant connu une vigilance rouge sont localisés dans les Hauts-de-France.

Tableau 70 : Répartition des décès en excès pendant l'épisode du 7 au 16 août 2020 par tranches d'âge sur les périodes de dépassement effectif des seuils d'alerte et mortalité relative – Hauts-de-France [Santé Publique France, données extrapolées]

	Décès en excès Moyenne [minimale ; maximale]	Mortalité relative Moyenne [minimum ; maximum]
Moins de 15 ans	-3 [-6 ; 0]	-36,9 % [-54,8 ; 4,5]
15-44 ans	2 [-3 ; 8]	6,5 % [-7,2 ; 28,1]
45-64 ans	85 [70 ; 95]	39,9 % [30,7 ; 47,2]
65-74 ans	106 [84 ; 121]	46,1 % [33,3 ; 56,3]
75 ans et plus	372 [337 ; 406]	49,8 % [43,2 ; 57,0]
TOTAL	562 [505 ; 608]	45,6 % [39,3 ; 51,3]

Dans le contexte sanitaire de l'épidémie de Covid-19, l'été 2020 a été marqué par 3 vagues de chaleurs intenses, dont l'une, survenue du 7 au 13 août, a touché les Hauts-de-France. Dans la région, où la population est peu habituée aux vagues de chaleur, cet épisode caniculaire a été qualifié par Météo France d'exceptionnellement intense et d'une sévérité jamais observée ces 50 dernières années.

La surmortalité relative très importante, concomitamment observée dans la région, contribue pour plus d'un quart au nombre total de décès en excès survenus en France métropolitaine. Cette surmortalité, concernant majoritairement des personnes âgées de 75 ans et plus, a aussi été observée à partir de 45 ans.

L'hypothèse d'une contribution directe de l'épidémie de Covid-19 a pu être infirmée par l'analyse des indicateurs de surveillance, non alarmants à cette période. En revanche, une contribution indirecte de l'épidémie à l'impact sanitaire ne peut être exclue notamment chez des populations plus jeunes du fait de la diminution des modalités des recours aux soins, observée durant l'épidémie, qui a pu fragiliser la santé d'une partie de la population et ainsi augmenter sa vulnérabilité aux agressions environnementales telles que l'épisode caniculaire du mois d'août. En dépit des campagnes d'information et de prévention mises en place dans le cadre du plan canicule, la médiatisation importante de l'épidémie de Covid-19 a pu contribuer à diminuer la **perception du risque canicule**, déjà plutôt faible dans la région des **Hauts-de-France**.

Enfin, les températures observées cet été étaient suffisamment exceptionnelles pour expliquer une surmortalité conséquente, d'autant plus que la population des Hauts-de-France est **peu habituée et préparée** (notamment en termes d'isolation des bâtis, pour la plupart anciens) aux vagues de chaleurs extrêmes, alors que leur fréquence et leur intensité sont en augmentation ces dernières années.

Au niveau de la France métropolitaine, ces épisodes 2020 sont loin du bilan de la canicule de 2003. Le bilan national de ces épisodes caniculaires est, sur les périodes de dépassement effectif des seuils départementaux, en moyenne de 1 924 [1 484 – 2 387] décès en excès dans les départements concernés. Cela représente une surmortalité moyenne de 18,2 % [13,5 % - 23,7 %].

Pour comparaison, en 2003, 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 28°C au cœur de Lille.

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 2020.

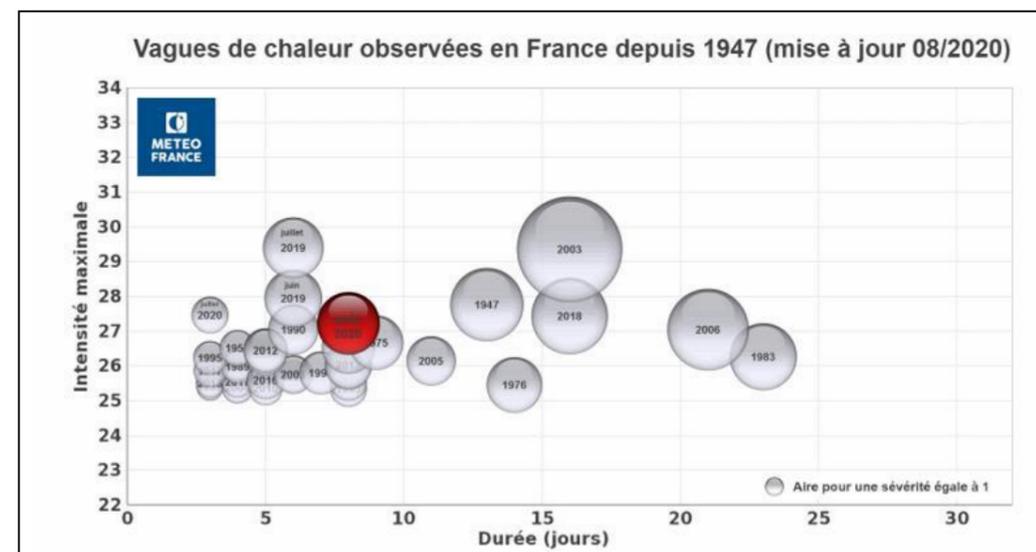


Figure 108 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- 2020 (source : météoFrance)

43 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 ;
- 26 épisodes depuis 2000.

Il y a eu autant de vagues de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020.

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur⁴⁷ sur la période 1976-2005, on estime qu'il y a 3 chances sur 4⁴⁸ pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 10 jours supplémentaires dans le sud-est et de 0 à 5 ailleurs, à l'horizon 2021-2050. Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du XXI^e siècle.

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).

⁴⁷ 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 »

⁴⁸ Rapport "Le climat de la France au 21^e siècle" « Scénarios régionalisés édition 2014 » publié par le ministère de l'Écologie

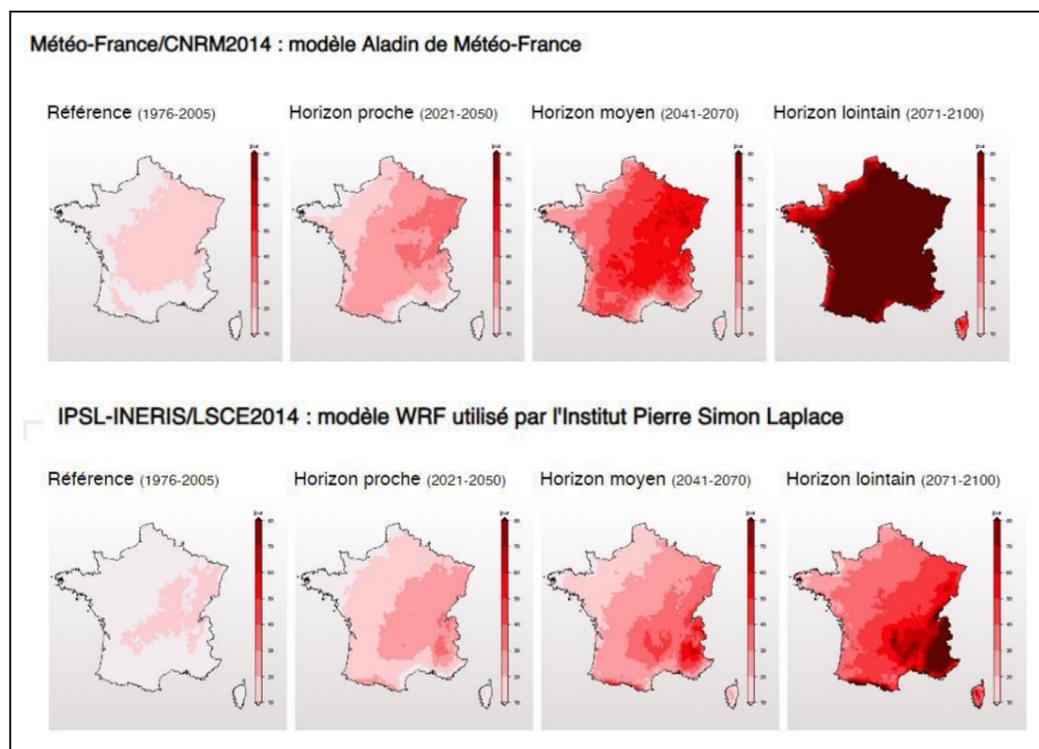


Figure 109 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : <http://www.drias-climat.fr>)

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules.

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain.

Au-delà de l'augmentation significative de l'exposition de la région des Hauts-de-France aux canicules, c'est probablement l'augmentation de leur fréquence qui pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire, la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Hauts-de-France (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 Toulouse⁴⁹. Néanmoins, les résultats confirment l'impact non négligeable sur la santé publique de la concentration d'ozone en zone urbaine.

⁴⁹ 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

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée en fonction des zones géographiques.

L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants.

Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu'il en soit, il demeure complexe de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu'au regard des politiques d'amélioration de la qualité de l'air et d'atténuation du changement climatique menées aujourd'hui.

20.4. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

Les allergies respiratoires concernent 1 Français sur 4⁵⁰ 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.

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 région Hauts-de-France, la saison pollinique s'étale de janvier à décembre (figure suivante).

⁵⁰ Surveillance des pollens et des moisissures dans l'air ambiant – 2019 ; APSF/RNSA/AtmoFrance

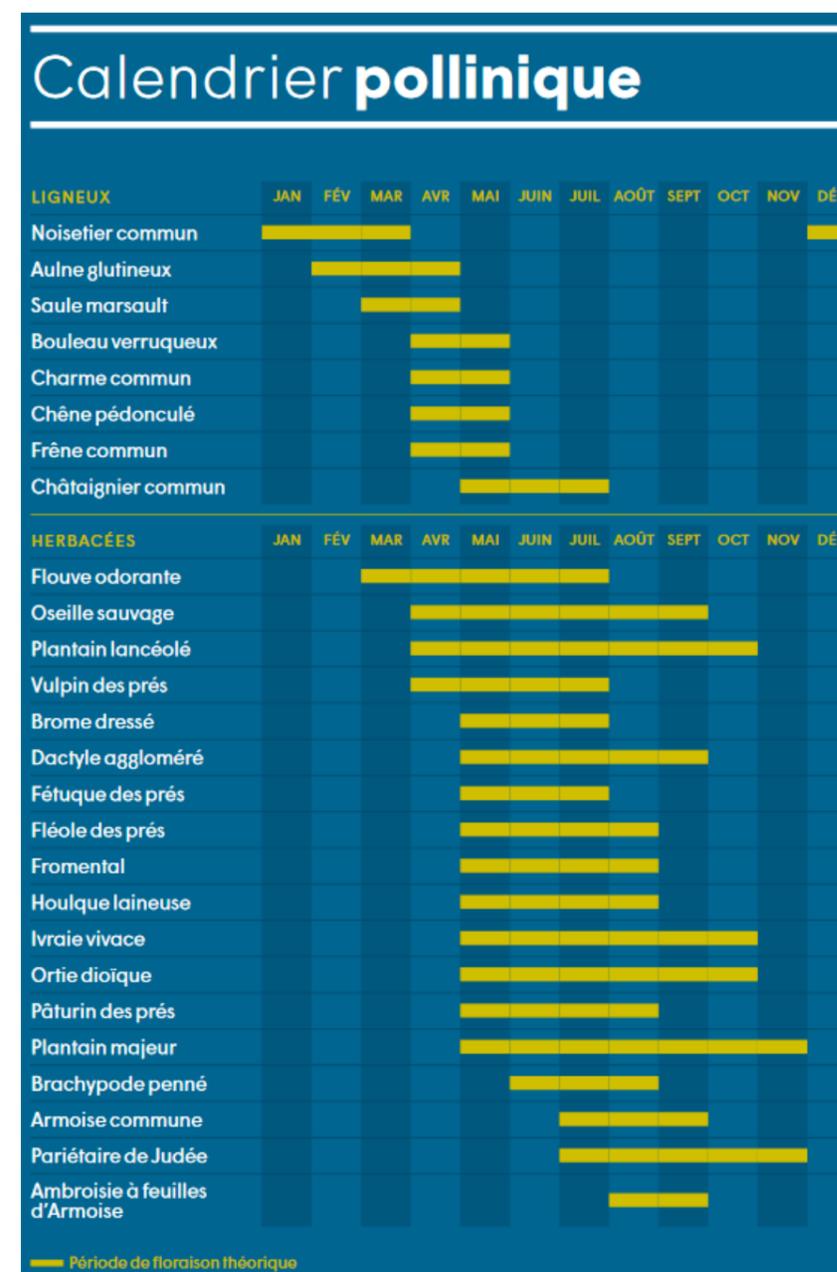


Figure 110 : Calendrier pollinique en en région Hauts-de-France (source : Pollinair⁵¹)

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.

⁵¹ <http://www.pollinair.fr/images/pdf/Pollinair-HautsDeFrance-Guide-Fiches.pdf>

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 71: 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.

20.5. 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.

⁵² <http://www.vegetation-en-ville.org/> (site du RNSA)

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 ;
- 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.

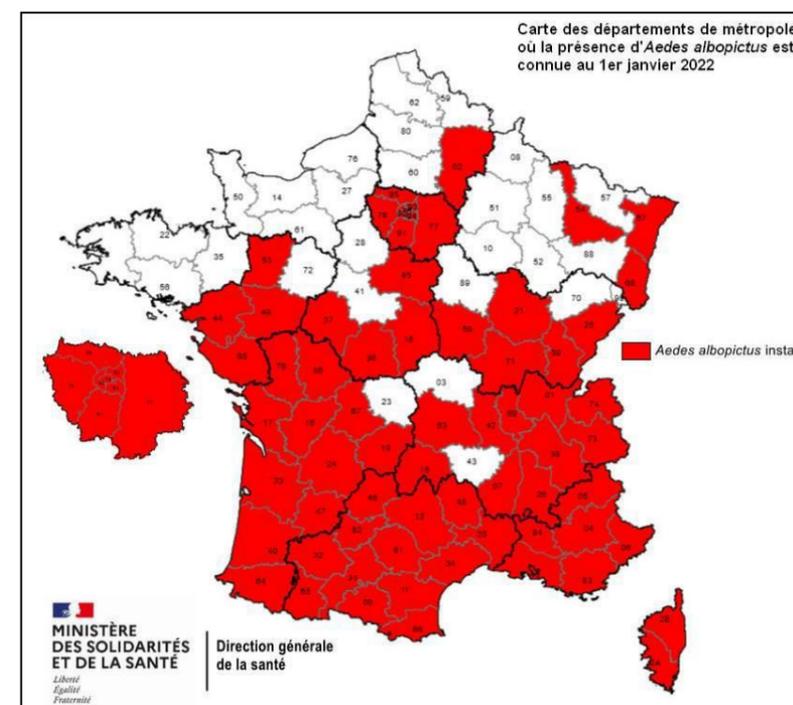


Figure 111 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1^{er} janvier 2022 en France métropolitaine

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.

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

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.

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.

Aedes albopictus n'est pour l'heure non installé durablement dans le département du Nord.

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 112 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques

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>

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.

En 2021, au 19 novembre, ont été confirmés en France métropolitaine 157 cas importés de dengue dont 105 en provenance de La Réunion ; 137 de ces cas ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus* ; 3 cas importés de chikungunya et 0 cas importés de Zika. Un cas autochtone de dengue a été identifié dans le département du Var le 26/07/2021⁵⁸.

20.6. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Le projet franco-italien CLIMAERA⁵⁹ (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

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>

⁵⁹ Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. <https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports>

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 ALCOIRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

- L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

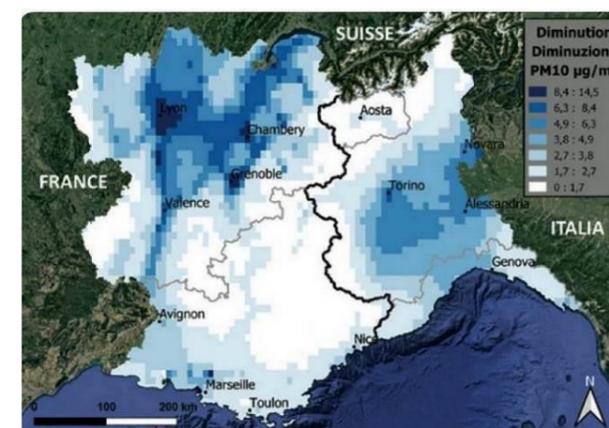


Figure 113 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA)

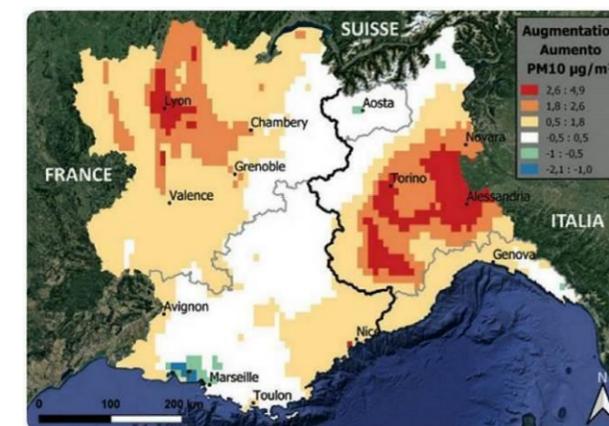


Figure 114 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)

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 NO_2 . 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.

21. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BATIMENTS

21.1. 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.

21.2. 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).

21.3. 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 :

- Détériorer 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.

21.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO₂, NO_x, CO, CO₂ ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines

mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.

La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels, et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO_2 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.

22. 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 ventes⁶⁰ 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 auto-partage 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.

⁶⁰ <http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescler/r/venteParTypeEnergie>

22.1. 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.

22.2. 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.

22.3. 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.

22.4. 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 localement⁶¹.

Des solutions alternatives, telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

⁶¹ 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.

23. CONDUITE DE L'ÉTUDE ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Les principales difficultés rencontrées lors de la conduite de l'étude concernent surtout l'obtention des données pour la phase chantier, ainsi que l'évaluation des données de trafic et du parc roulant pour les horizons futurs.

Conclusion

Ce document présente le volet air et santé de l'étude d'impact de l'aménagement « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy », au sein de la commune de Lille dans le département du Nord [59].

La première partie de ce rapport a consisté à dresser l'état 'actuel' relatif à la qualité de l'air de la zone d'étude, alors que la seconde a évalué les impacts de la mise en service des aménagements sur la qualité de l'air et sur la santé.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques :

- Lors de la phase chantier ;
- Lors de la phase exploitation via les bâtiments et le trafic supplémentaire qu'il va induire.

En ce qui concerne les nuisances liées au chantier, des mesures à la fois techniques et organisationnelles sont disponibles en vue de les réduire.

Parallèlement, des mesures sont prévues pour réduire, voire éviter les émissions provenant des bâtiments, en particulier les systèmes de chauffage.

Pour ce qui est du trafic supplémentaire, les modélisations ont pu démontrer que l'impact de ce trafic est très faible sur la qualité de l'air et que celui-ci n'est pas de nature à dégrader la qualité de l'air et la santé des populations environnantes.

De même, l'évaluation quantitative des risques sanitaires n'a pas mis en évidence de risques sanitaires significatifs compte tenu à la fois des teneurs et de la durée d'exposition considérées.

En définitive, l'aménagement projeté et les hausses de trafic liées ne vont pas affecter significativement la qualité de l'air et la santé des populations.

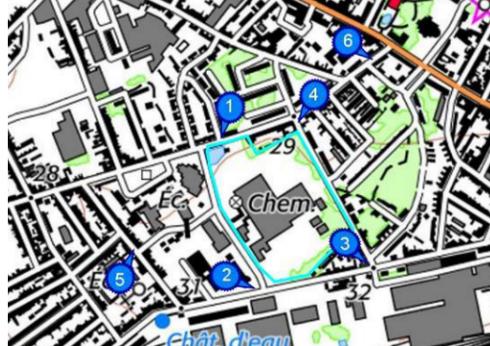
Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

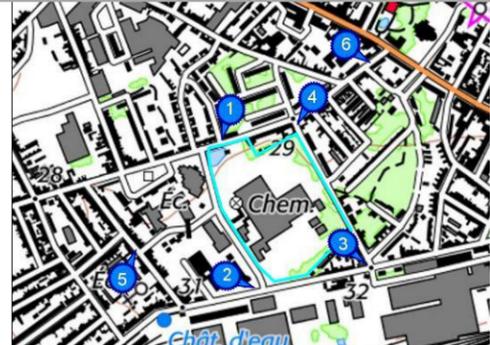
AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air	EQIS	Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
AEE	Agence Européenne de l'Environnement	FET	Facteur d'équivalence Toxique
ALD	Affections Longues Durées	GES	Gaz à Effet de Serre
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ARS	Agence Régionale de Santé	GPL	Gaz de pétrole liquéfié
As	Arsenic	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry	HdF	Hauts-de-France
Ba	Baryum	Hg	Mercurie
B(a)P	Benzo(a)Pyrène	HPM	Heure de pointe du matin
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive	HPS	Heure de pointe du soir
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes	IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
CAA	Concentration Admissible dans l'Air	IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
Cd	Cadmium	INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès	INRETS	Institut de recherche sur les transports
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.	INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
CH₂O	Formaldéhyde	InVS	Institut de Veille Sanitaire
CH₄	Méthane	IPP	Indice Pollution Population
C₂H₄O	Acétaldéhyde	IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
C₃H₄O	Acroléine	IREP	Registre français des émissions polluantes
C₄H₆	1,3-Butadiène	kep	kilo équivalent pétrole
C₆H₆	Benzène	LOM	Loi d'Orientations des Mobilités
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer	MEL	Métropole Européenne de Lille
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique	MRL	minimum risk level
CJUE	Cour de justice de l'Union européenne	NH₃	Ammoniac
CMI	Concentration Moyenne Inhalée	Ni	Nickel
CO	Monoxyde de carbone	NO	Monoxyde d'azote
CO₂	Dioxyde de carbone	NO₂	Dioxyde d'azote
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport	NOx	Oxydes d'azote
CORINAIR	CORe INventories AIR	N₂O	Protoxyde d'azote
COV	Composé Organique Volatil	O₃	Ozone
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique	OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
Cr	Chrome	OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	OMS	Organisation Mondiale de la Santé
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques	ORC HdF	Observatoire Climat Hauts-de-France
EFSA	European Food Safety Authority	ORS	Observatoire Régional de Santé
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes	PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
EICU	Effet d'îlot de Chaleur Urbain	Pb	Plomb
EIS	Évaluation de l'Impact Sanitaire	PCET	Plan Climat Énergie Territorial
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale	PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
EPT	établissement public territorial	PDU	Plan de Déplacement Urbain
ERI	Excès de Risque Individuel	PIB	Produit intérieur brut
ERP	Établissement Recevant du Public	PL	Poids Lourd
ERU	Excès de risque Unitaire	PLD	Plan Local de Déplacement
		PLQA	Plans Locaux de Qualité de l'Air
		PLU	Plan Local d'Urbanisme
		PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
		PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
		PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm
		PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
		PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
		PNSE	Plan National Santé Environnement

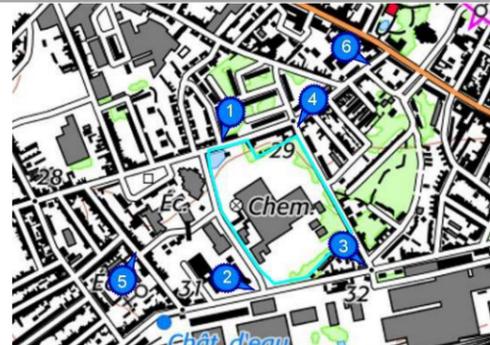
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l'Air
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
QD	Quotient de danger
REL	Risk Effect Level
RfC	Reference concentration
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
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
UTCF	Utilisation des Terres, leurs Changements et la Forêt
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZAG	Zone Agglomération
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l'Air
ZPAd	Zone de Protection de l'Air départementale

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES

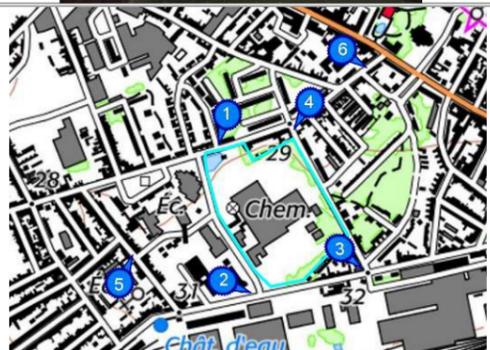
Point n°1			
Projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy - Hellemmes - Lille » - Lille [59]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Croisement entre la Rue des Modeleurs et la Rue Chanzy (Hellemmes)		50,62569°N 3,10363°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbain Trafic	Début mesure	26/01/2022 12h07
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	16/02/2022 11h55
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation 2,5 m	Durée d'exposition	503,8 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 590	25,9	Écart relatif de 2,1 % < 5 % bonne répétabilité des mesures
	FTS 591	27,0	

Point n°2			
Projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy - Hellemmes - Lille » - Lille [59]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Croisement entre la Rue Ferdinand Mathias et la Rue de l'Innovation		50,62300°N 3,10463°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbain Trafic	Début mesure	26/01/2022 12h31
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	16/02/2022 12h06
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation 2,5 m	Durée d'exposition	503,6 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 475	21,6	Écart relatif de 3,8 % < 5 % bonne répétabilité des mesures
	FTS 476	23,4	
	FTS 592	22,3	
PM10	SD5	Moyenne : 17,4 Max : 51,1 (le 26/01/2022)	Moyenne sur la campagne de mesure (du 26 janvier au 16 février) Maximum en moyenne journalière
PM2,5		Moyenne : 14,8 Max : 41,6 (le 26/01/2022)	

Point n°3			
Projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy - Hellemmes - Lille » - Lille [59]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Croisement entre la Rue Jean Jaurès (Hellemmes), la rue des ateliers de la SNCF et la rue Ferdinand Mathias		50,62349°N 3,10777°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbain Trafic	Début mesure	26/01/2022 12h36
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	16/02/2022 12h21
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation 2,5 m	Durée d'exposition	503,7 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 478	22,2	Écart relatif de 2,8 % < 5 %, bonne répétabilité des mesures
	FTS 479	23,5	
	FTS 589 (blanc)	< 0,4	Blanc inférieur à la limite de détection

Point n°4			
Projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy - Hellemmes - Lille » - Lille [59]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Croisement entre la Rue Chanzy (Hellemmes) et la Rue Jean Jaurès (Hellemmes)		50,62604°N 3,10569°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbain Trafic	Début mesure	26/01/2022 12h07
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	16/02/2022 11h49
Type de Support Hauteur	Poteau téléphonique 2,5 m	Durée d'exposition	503,7 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 593	24,8	Écart relatif de 0,5 % < 5 %, bonne répétabilité des mesures
	FTS 594	24,6	

Point n°5			
Projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy - Hellemmes - Lille » - Lille [59]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Point proche d'un lieu vulnérable 52 Rue des Écoles (Hellemmes), 59260 Lille		50,62378°N 3,10099°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbain Trafic	Début mesure	26/01/2022 12h23
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	16/02/2022 12h00
Type de Support	Panneau de signalisation	Durée d'exposition	503,6 h
Hauteur		2,5 m	
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 595	27,0	Écart relatif de 0,0 % < 5 %, bonne répétabilité des mesures
	FTS 596	27,0	

Point n°6			
Projet « Friche Quebecor H2D Rue Chanzy - Hellemmes - Lille » - Lille [59]			
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Croisement entre la Rue Roger Salengro et la Rue Chanzy (Hellemmes)		50,62713°N 3,10790°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbain Trafic	Début mesure	26/01/2022 12h55
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	16/02/2022 11h45
Type de Support	Panneau de signalisation	Durée d'exposition	503,8 h
Hauteur		2,5 m	
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 597	23,3	Écart relatif de 1,1 % < 5 %, bonne répétabilité des mesures
	FTS 598	22,7	
PM10	SD16	Moyenne : 14,0 Max: 36,2 (le 26/01/2022)	Moyenne sur la campagne de mesure (du 26 janvier au 16 février) Maximum en moyenne journalière
PM2,5		Moyenne : 11,8 Max : 30,8 (le 26/01/2022)	

ANNEXE N°3 : CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE IN SITU

La qualité de l'air est directement liée aux conditions météorologiques⁶².

En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.).

De manière simplifiée :

- **Le vent** est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d'air contenant des polluants en provenance d'autres sources. Lorsqu'il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d'accumulation, n'est pas inhabituel.
- **Les températures** trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l'air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.
- **Le soleil** est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l'ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d'ozone sera importante s'il existe dans l'atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c'est-à-dire les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils).
- **Les précipitations** influencent également la qualité de l'air. De fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, etc.).
- **Le phénomène d'inversion de température** peut être à l'origine d'une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l'air diminue avec l'altitude (dans les basses couches de l'atmosphère), l'air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière).

Cependant, lorsque le sol s'est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d'altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d'inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d'air chaud en altitude plus communément appelée couche d'inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l'ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l'air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d'azote et aux

particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d'inversion de température.

Les données des paragraphes suivants sont principalement issues de la station météorologique de Lille-Lesquin située à environ 5,1 km au Sud du projet.

❖ Température

Les températures enregistrées lors de la campagne du 26 janvier au 16 février ont été de 7,1°C en moyenne (figure page suivante). Cela est supérieur (+3,2°C) par rapport aux normales saisonnières (1981-2010) ; la température moyenne de janvier-février étant de 3,9°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.

Les pressions atmosphériques enregistrées pendant la campagne de mesure sont présentées en figure page suivante.

Lors de la campagne de mesures, les conditions ont été plutôt anticycloniques entre le 26 janvier et le 13 février 2022, puis majoritairement dépressionnaires entre le 14 février et le 16 février 2022.

Néanmoins, elles présentent des variations importantes (augmentations et diminutions de la pression atmosphérique).

⁶² <https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques>
<https://www.atmo-auvergnepes.fr/article/influence-de-la-meteo>

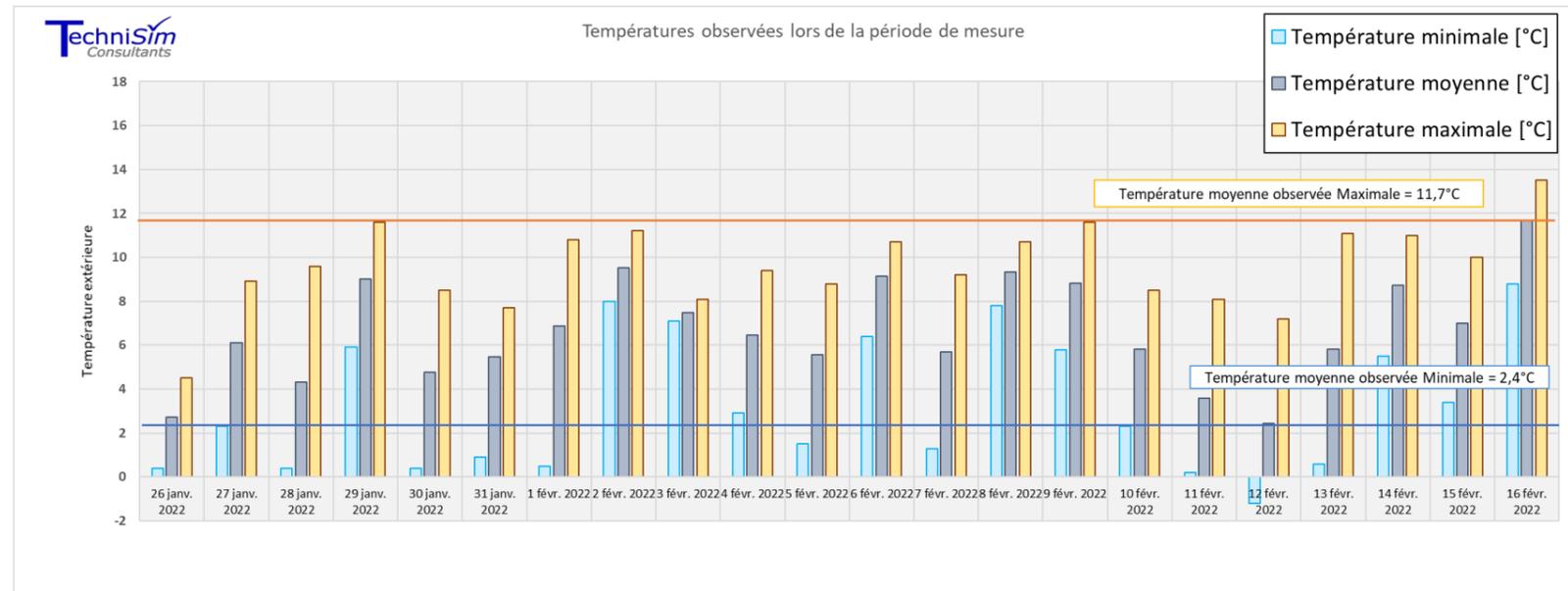


Figure 115 : Températures enregistrées lors de la période de mesure

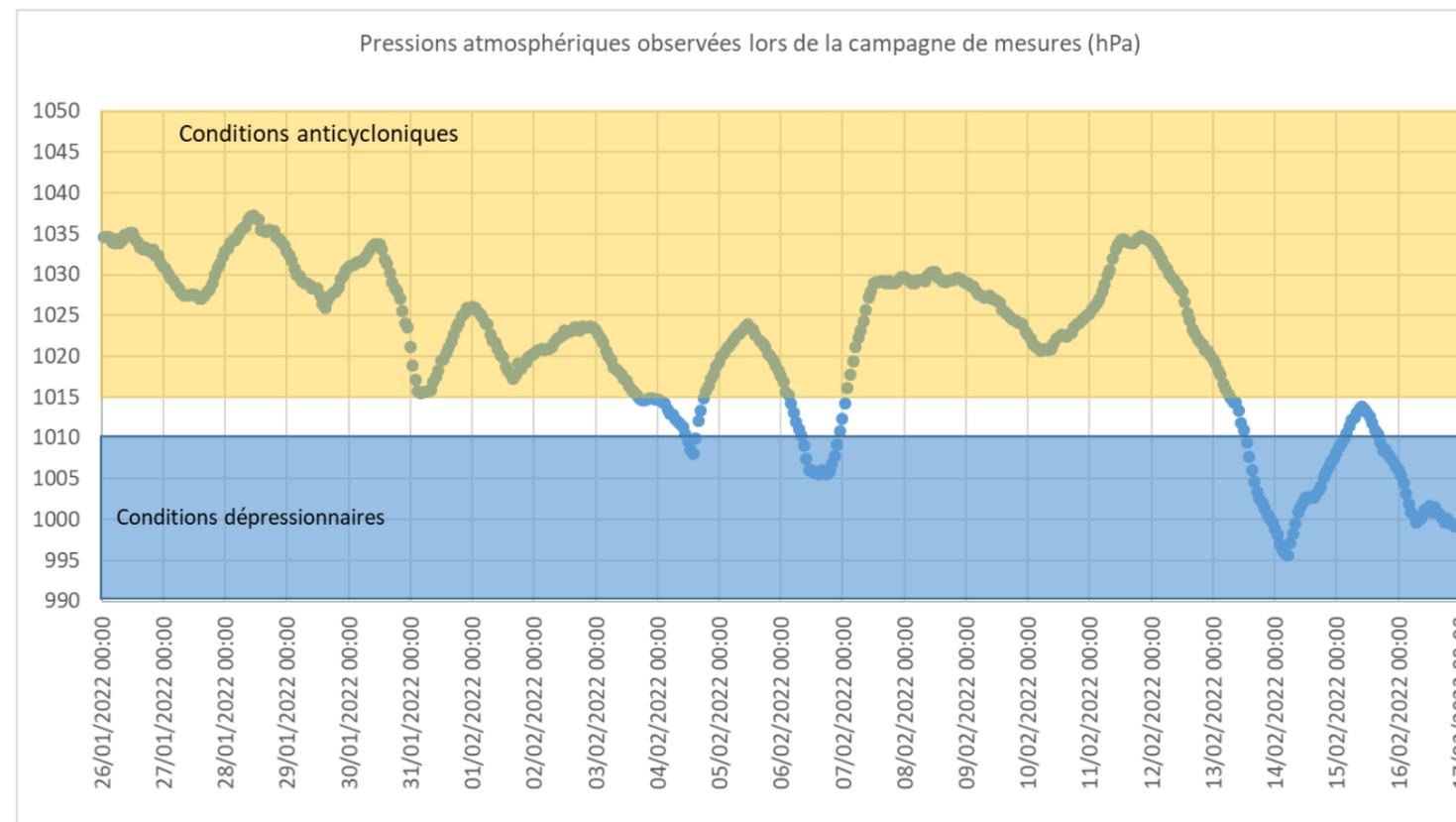


Figure 116 : Pressions enregistrées lors de la période de mesure

❖ 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 advenir 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 vitesses⁶³ de vents moyennes horaires sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure.

Les vitesses moyennes horaires de vent, enregistrées pendant la campagne de mesure sont comprises entre 0 et 65 km/h, avec des rafales atteignant 95,8 km/h au maximum le 16 février. La vitesse horaire moyenne du vent sur l'ensemble de la période est de 27,0 km/h, les moyennes journalières sont comprises entre 11,0 et 43,0 km/h.

Tableau 72 : Vitesse du vent moyen journalier durant la campagne de mesure

Date	Vitesse moyenne du vent [km/h]	Date	Vitesse moyenne du vent [km/h]
26/01/2022	11,0	06/02/2022	40,0
27/01/2022	18,0	07/02/2022	18,0
28/01/2022	12,5	08/02/2022	18,0
29/01/2022	21,5	09/02/2022	14,0
30/01/2022	11,0	10/02/2022	11,0
31/01/2022	32,0	11/02/2022	11,0
01/02/2022	22,0	12/02/2022	14,0
02/02/2022	18,0	13/02/2022	25,0
03/02/2022	18,0	14/02/2022	25,0
04/02/2022	21,5	15/02/2022	27,0
05/02/2022	23,5	16/02/2022	43,0
Moyenne période 26/01 au 16/02/2022		27,0 km/h	

Lors de cette campagne (cf. figure suivante), les vents enregistrés sont majoritairement des vents de Sud à Sud-Ouest (fréquence de 46 % sur les secteurs 180° à 230°).

⁶³ Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

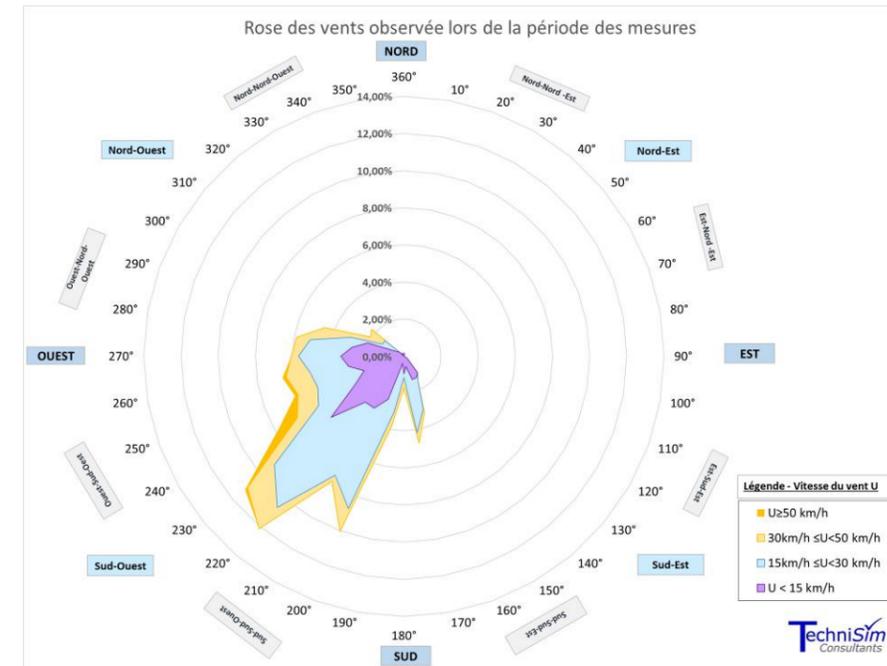


Figure 117 : Origine des vents lors de la campagne de mesure

Cette rose des vents est plutôt conforme à celle observée en moyenne annuelle pour le secteur (cf. figure ci-après). Les vents sur la période sont ainsi représentatifs des conditions habituelles.

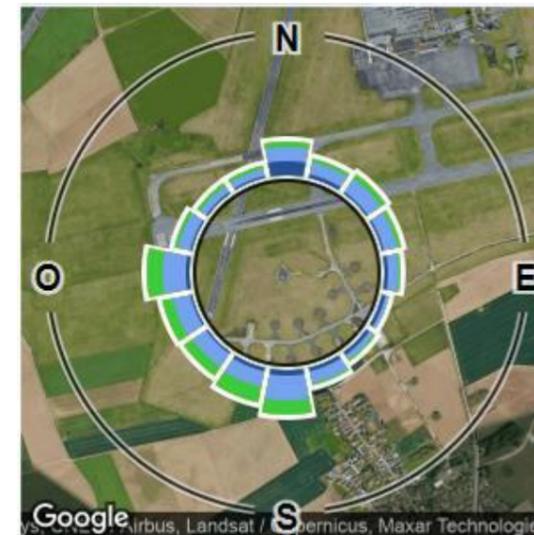


Figure 118 : Rose des vents annuelle pour la station Lille Aéroport (source : fr.windfinder.com/)

Pour qualifier les vents, il est couramment utilisé 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 ci-après.

Tableau 73 : 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	≥ à 64	≥ à 118	Très gros dégâts.

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurées selon l'échelle de Beaufort.

Sur 58,5 % de la campagne, le vent a été présent de manière assez faible : 0,2 % des vents étaient qualifiés de 'calmes', 3,4 % de 'très légère brise', 17,6 % de 'légère brise', et 37,3 % de 'petites brises'.

9 jours ont présenté des épisodes venteux importants : 17,2 % des vents étaient des 'jolies brises', 17,1 % des 'bonnes brises', 5,5 % des 'vents frais', 1,5 % des 'grand frais' et 0,2 % des 'coups de vents'.

Les vents mesurés sont majoritairement des vents faibles ne favorisant pas une dispersion efficace des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 58,5 % des vents mesurés.

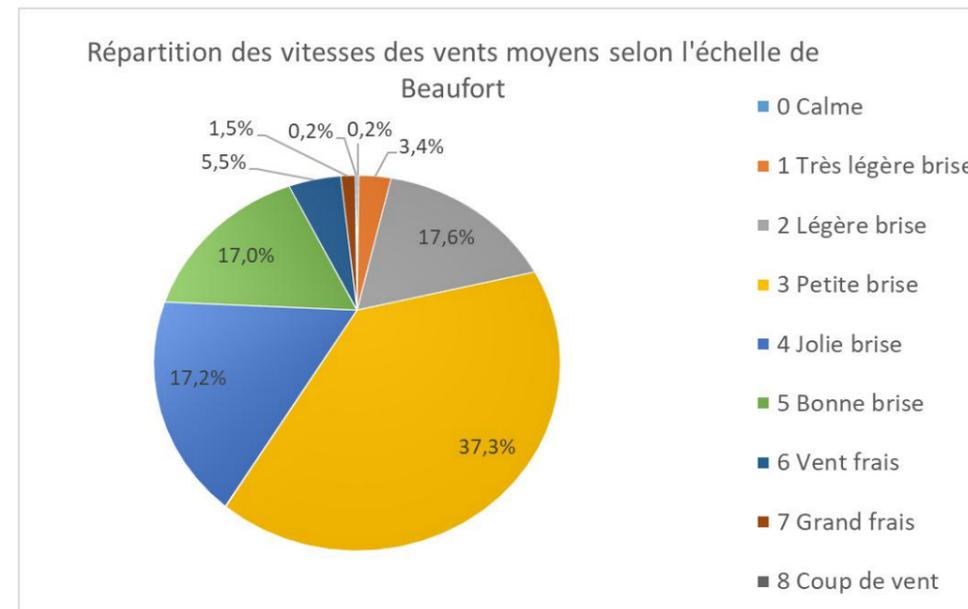


Figure 119 : Répartition des vitesses des vents moyens pendant la campagne de mesure selon l'échelle de Beaufort

❖ Précipitations

Lors des mesures, le cumul des précipitations a été de 26,2 mm sur la période de 22 jours (ce qui est supérieur à la normale sur les deux mois, ramenée à 22 jours, soit 20,1 mm). Sur la période de mesure, il y a eu 15 jours de précipitations (dont 8 jours présentant au moins 1 mm de pluie) dont l'épisode le plus important a eu lieu le 6 février (6,2 mm de pluie) (cf. figure ci-après).

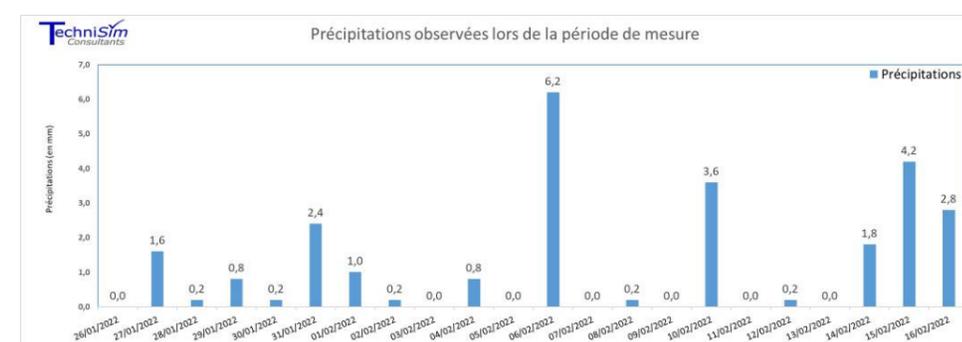


Figure 120 : Précipitations enregistrées lors de la période de mesure

❖ Ensoleillement

L'ensoleillement n'est pas fourni pour la station Lille-Lesquin.

ANNEXE N°4 : PRÉSENTATION 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 :

- des plans 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 Schéma Régional Climat Air Énergie (SRADDET), les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), les Plans Locaux de Qualité de l'Air (PLQA).
- des plans 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).

La figure suivante présente l'articulation des documents de planification entre eux.

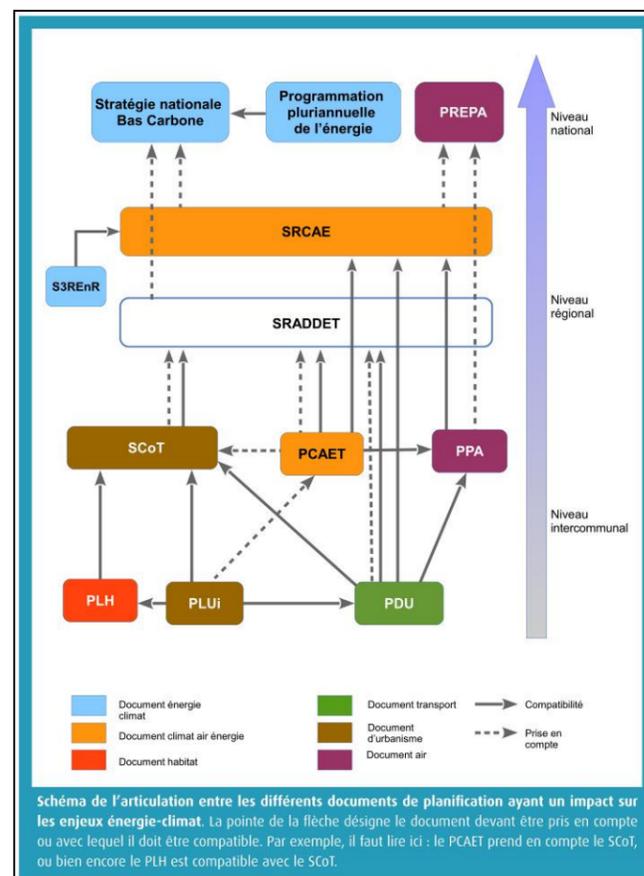


Figure 121 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : CEREMA)

Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air [PRSQA]

Le Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région Hauts-de-France 2017-2021 a pour ambition de présenter, en lien direct avec les orientations nationales, les principales orientations de l'association Atmo Hauts-de-France.

Il décline l'ensemble des thématiques qui seront couvertes par l'activité de l'association et les orientations structurelles qui permettront de les atteindre.

Avec ce programme, Atmo Hauts-de-France vise à alimenter et accompagner sur son territoire une politique, visant à réduire les polluants et à agir *in fine* sur :

- La santé humaine,
- Les ressources biologiques et les écosystèmes,
- Les changements climatiques,
- La détérioration des biens matériels,
- La qualité du cadre de vie.

Le PRSQA contribuera à servir les actions en faveur de la qualité de l'atmosphère, notamment pour réduire les impacts sur la santé et l'environnement, à la convergence des enjeux atmosphériques et de la demande sociétale.

Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires [SRADDET]

L'article 10 de la loi portant nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe) modifie les dispositions du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) et introduit l'élaboration d'un Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) parmi les attributions de la région en matière d'aménagement du territoire.

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 intègre le SRCAE.

Les régions avaient jusqu'à fin juillet 2019 pour élaborer et adopter leur SRADDET.

La Région Hauts-de-France, lors de la séance plénière du 30 juin 2020 a adopté son projet de Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), transmis au Préfet de Région. Ce dernier l'a approuvé par arrêté préfectoral le 4 août 2020.

La stratégie régionale prend corps à travers quatre lignes directrices détaillées ci-dessous :

Ligne directrice 1 : Attractivité économique

- **Axe 1 : Soutenir les excellences régionales**
 - Favoriser la diversification économique des territoires en articulation avec les écosystèmes territoriaux
 - Déployer l'économie circulaire
 - Conforter les pôles d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation et développer leur accessibilité
 - Soutenir le développement et la transformation des filières professionnelles de l'habitat
- **Axe 2 : Affirmer un positionnement de hub logistique**
 - Augmenter la part modale du fluvial et du ferroviaire dans le transport de marchandises
 - Optimiser l'implantation des activités logistiques
 - Favoriser des formes de logistique urbaine et de desserte du dernier km plus efficaces

Ligne directrice 2 : Atouts inter-territoires

- **Axe 1 : Faire du Canal Seine-Nord Europe un vecteur de développement économique, industriel et un support d'aménités**
 - Faire du CSNE un maillon structurant du Hub logistique Hauts-de-France en veillant notamment à la complémentarité et la mise en réseau des sites et infrastructures

- Optimiser l'usage de la voie d'eau par une mobilisation des terrains nécessaires au développement économique, touristique et récréatif du Canal
- Tirer parti de la voie d'eau comme ossature des mobilités alternatives et des loisirs notamment en facilitant l'accès aux berges et aux quais
- Garantir un cadre de vie de qualité et un maintien de la biodiversité aux abords du Canal

• **Axe 2 : Assurer un développement équilibré et durable du littoral**

- Assurer des conditions d'un accueil respectueux des équilibres sociaux, économiques et environnementaux sur le littoral
- Valoriser les portes d'entrées en réduisant l'impact environnemental des flux
- Encourager la gestion intégrée du trait de côte

Ligne directrice 3 : Modèle d'aménagement

• **Axe 1 : Garantir un système de transport fiable et attractif**

- Proposer des conditions de déplacements soutenables (en transports en commun et sur le réseau routier)
- Améliorer l'accessibilité à la métropole lilloise
- Faciliter les échanges avec l'Île-de-France, en particulier grâce à la liaison Roissy-Picardie
- Encourager des solutions de mobilité pour tous les publics et les territoires les plus vulnérables
- Développer les pôles d'échanges multimodaux
- Tendre vers un système intégré de transport à l'échelle des Hauts de France
- Favoriser le développement des pratiques alternatives et complémentaires à la voiture individuelle

• **Axe 2 : Favoriser un aménagement équilibré des territoires**

- Rééquilibrer l'offre commerciale en faveur des centres villes et des centres bourgs
- Produire du logement à la hauteur des besoins et en cohérence avec l'ossature régionale
- Réduire la consommation des surfaces agricoles, naturelles et forestières
- Privilégier le renouvellement urbain à l'extension urbaine
- Développer des modes d'aménagement innovants et prenant en compte les enjeux de biodiversité et de transition énergétique
- Améliorer l'accessibilité des services au public - une articulation du SRADDET et des SDAASP
- Soutenir l'accès au logement

- Développer les stratégies numériques dans les territoires
- Développer de nouvelles formes de travail grâce à un écosystème numérique, en particulier dans les territoires peu denses et isolés

Ligne directrice 4 : Gestion de ressources

- **Axe 1 : Encourager la sobriété et organiser les transitions**
 - Réduire les consommations d'énergies et les émissions de gaz à effet de serre
 - Améliorer la qualité de l'air en lien avec les enjeux de santé publique et de qualité de vie
 - Développer l'autonomie énergétique des territoires et des entreprises
 - Expérimenter et développer des modes de production bas carbone
 - Réhabiliter thermiquement le bâti tertiaire et résidentiel
 - Encourager l'usage de véhicules moins émetteurs de gaz à effet de serre et de polluants, dont électriques et/ou gaz
 - Maintenir et restaurer les services systémiques fournis par les sols notamment en termes de piège à carbone
 - Adapter les territoires au changement climatique
 - Réduire nos déchets à la source, transformer nos modes de consommation, inciter au tri et au recyclage
 - Collecter, valoriser, éliminer les déchets
- **Axe 2 : Valoriser les cadres de vie et la nature régionale**
 - Garantir des paysages et un cadre de vie de qualité et œuvrer à la reconquête des chemins ruraux
 - Valoriser les ressources remarquables du territoire et l'accueil de nouvelles activités dans les espaces ruraux peu denses et isolés
 - Maintenir et développer les services rendus par la biodiversité.

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 ;
- des objectifs régionaux de maîtrise de demande en énergie ;
- des objectifs de valorisation du potentiel d'énergies renouvelables ;
- des orientations d'adaptation au changement climatique ;
- des 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 schéma régional du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE) du Nord-Pas-de-Calais a été approuvé par arrêté du Préfet de région le 20 novembre 2012 et par délibération de l'assemblée plénière du Conseil Régional le 24 octobre 2012.

Avec l'entrée en vigueur du SRADDET Hauts-de-France, ce dernier se substitue aux SRCAE.

Pour rappel, l'état des lieux réalisé dans le cadre du SRCAE définit 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 mise en œuvre d'une méthodologie nationale d'identification des zones sensibles doit permettre de déterminer dans le cadre du SRCAE les zones sur lesquelles les orientations visant à améliorer la qualité de l'air doivent être renforcées. Le résultat de cette méthodologie en Nord-Pas-de-Calais est présenté dans la carte ci-dessous.

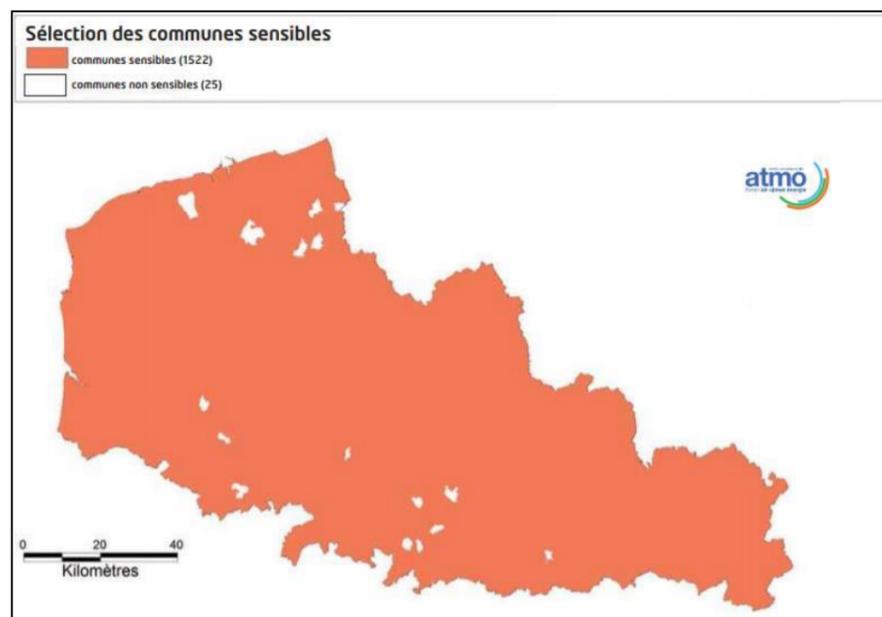


Figure 122 : Zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE Nord Pas de Calais

Il ressort que 1 522 communes sur les 1 547 sont considérées en zone sensible pour la qualité de l'air au sens du SRCAE.

A la date du SRCAE (2012), la zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air au sens du SRCAE.

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 **CO**nseil **D**épartemental de l'**E**nvironnement et des **R**isques **S**anitaires et **T**echnologiques (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 Schéma Régional Climat-Air-Énergie (voir section 3 de cette partie) en remplacement du **Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA)**. En revanche, le lien de compatibilité est inversé avec le **Plan de 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.

Dans la région Hauts-de-France, les 2 PPA suivant coexistent :

- PPA de la région de Creil ;
- PPA interdépartemental du Nord-Pas-de-Calais.

Le PPA Nord-Pas-de-Calais a été approuvé le 27 mars 2014. Son arrêté interpréfectoral de mise en œuvre a été signé le 1er juillet 2014.

Le périmètre du PPA est illustré sur la carte immédiatement suivante.

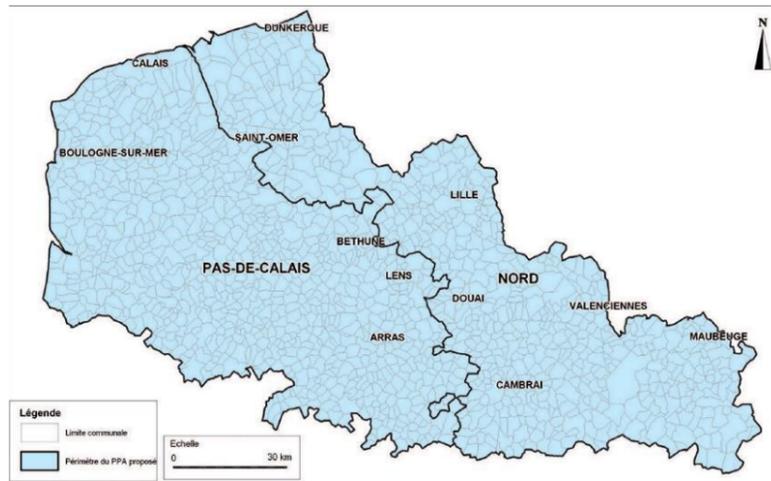


Figure 123 : Périmètre du PPA Nord-Pas-de-Calais (source : Atmo Hauts-de-France)

Le PPA Nord-Pas-de-Calais s'articule autour de 14 mesures réglementaires et 8 mesures d'accompagnement, précisées *infra* :

Mesures réglementaires

- Imposer des valeurs limites d'émissions pour toutes les installations fixes de combustion dans les chaufferies collectives ou les installations industrielles ;
- Limiter les émissions de particules dues aux équipements individuels de combustion au bois ;
- Rappeler l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts ;
- Rappeler l'interdiction du brûlage des déchets de chantiers ;
- Rendre progressivement obligatoires les Plans de Déplacements Entreprises, Administration et Établissements Scolaires ;
- Organiser le covoiturage dans les zones d'activités de plus de 5 000 salariés ;
- Réduire de façon permanente la vitesse et mettre en place la régulation dynamique sur plusieurs tronçons sujets à congestion en région Nord - Pas-de-Calais ;
- Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les documents d'urbanisme ;
- Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impact
- Améliorer la connaissance des émissions industrielles ;
- Améliorer la surveillance des émissions industrielles ;
- Réduire et sécuriser l'utilisation des produits phytosanitaires – Actions Certiphyto et Eco phyto ;

- Diminuer les émissions en cas de pic de pollution : mise en œuvre de la procédure interpréfectorale d'information et d'alerte de la population ;
- Inscrire des objectifs de réduction des émissions dans les nouveaux plans de déplacements urbains (PDU) et plan locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi) à échéance de la révision pour les PDUi existants.

Mesures d'accompagnement

- Promouvoir la charte « CO2, les transporteurs s'engagent » en région Nord - Pas-de-Calais
- Développer les flottes de véhicules moins polluants ;
- Promouvoir les modes de déplacements moins polluants ;
- Sensibilisation des particuliers concernant les appareils de chauffage ;
- Information des professionnels du contrôle des chaudières sur leurs obligations ;
- Promouvoir le passage sur banc d'essai moteur des engins agricoles ;
- Sensibiliser les agriculteurs et former dans les lycées professionnels ;
- Placer les habitants en situation d'agir dans la durée en faveur de la qualité de l'air.

À l'occasion de la journée nationale pour la qualité de l'air, le 16 septembre 2020, le comité de pilotage du plan de protection de l'atmosphère (PPA) interdépartemental Nord et Pas-de-Calais s'est réuni afin de partager les principaux résultats de l'évaluation et d'acter le lancement de la révision du document pour poursuivre l'action collective en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air dont le calendrier prévisionnel est indiqué schéma suivant.

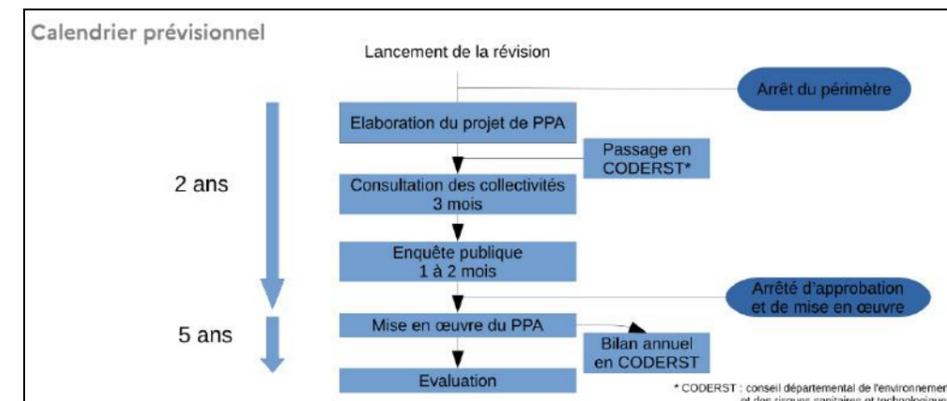


Figure 124 : Calendrier prévisionnel de la révision et mise en œuvre du ou des prochain(s) PPA dans le Nord et le Pas-de-Calais

Le comité de suivi du plan de protection de l'atmosphère (PPA) s'est réuni le vendredi 2 avril 2021 pour marquer le lancement de la révision du PPA. Cette réunion visait à présenter le périmètre retenu pour la révision (resserré autour des agglomérations de plus de 250 000 habitants, voir figure ci-dessous) et à préciser le déroulé et le calendrier de la démarche (le travail de révision se déroulera sur 2021 et 2022).

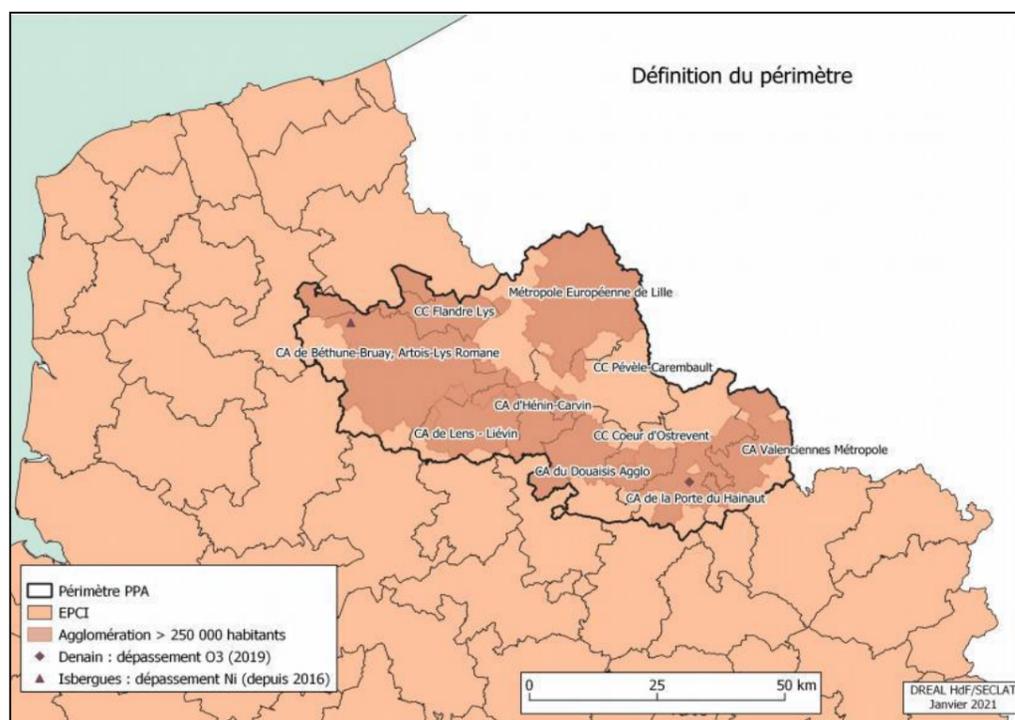


Figure 125 : Périmètre du futur PPA du Nord et du Pas-de-Calais en cours de révision

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 pour le PRÉPA 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 2017 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 74 : 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

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

En 2014, le Plan Climat Énergie Territorial est devenu Plan Climat Air Énergie Territorial.

La MEL a adopté un premier Plan Climat Énergie Territorial (PCET) en 2013, fixant des objectifs pour 2020, c'est-à-dire :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre de 30 % par rapport à 1990 ;
- Réduction de 10 % des consommations d'énergie par rapport à l'évolution tendancielle ;
- Multiplication par 5 de la production d'énergies renouvelables.

Plan climat-air-énergie territorial (PCAET)

Le Plan Climat-Air-Énergie 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.

Depuis la *Loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte*, seuls les établissements publics de coopération intercommunale sont soumis à cette obligation :

- au plus tard le 31 décembre 2016 pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 50 000 habitants existants au 1er janvier 2015 ;
- au plus tard le 31 décembre 2018 pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants existants au 1er janvier 2017.

La carte suivante présente les EPCI des Hauts-de-France ayant obligation de réaliser leur PCAET.

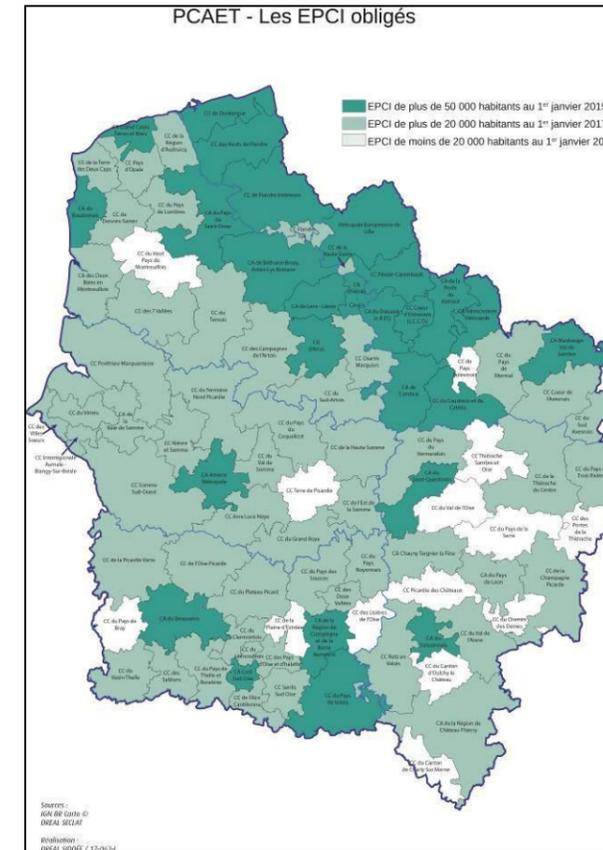


Figure 126 : EPCI ayant obligation de réaliser un PCAET dans les Hauts-de-France

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).

Le PCAET doit contenir :

- Un bilan d'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 dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais en juin 2021⁶⁴.



Figure 127 : Avancement des démarches PCAET dans les Hauts-de-France au 1^{er} juin 2021 (source : DREAL Hauts de France)

⁶⁴ <https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/?Plans-Climat-Air-Energie-Territoriaux-PCAET-15845>

La ville de Lille fait partie de l'intercommunalité Métropole Européenne de Lille dont le PCAET a été adopté en février 2021 par le Conseil métropolitain et porte sur la période 2021-2026.

Les objectifs pour 2030-2050⁶⁵ du Plan Climat Air Énergie Territorial de la MEL sont :

- Énergie et gaz à effet de serre
 - Gaz à effets de serre : -45 % en 2030 par rapport à 1990, -32 % en 2030 par rapport à 2015 et neutralité carbone en 2050 ;
 - Consommations d'énergie : -16 % en 2030 par rapport à 2016, -39 % en 2050 par rapport à 2016 ;
 - Production locale d'énergies renouvelables : x 2,7 entre 2016 et 2030 (de 1 TWh à 2,3 TWh) ;
 - Accroître la capacité de séquestration carbone en développant les boisements et espaces naturels.
- Qualité de l'air
 - Réduire les émissions de polluants atmosphériques notamment dans les secteurs du transport routier (44 %), de l'industrie (36 %), du résidentiel (36 %) et du tertiaire (38 %) ;
 - Réduire de 45 % les émissions d'oxydes d'azote, 42 % les émissions de particules fines et 34 % les émissions de composés organiques volatils (PM10 et PM2,5) ;
 - Réduire les émissions d'ammoniac dans le secteur de l'agriculture.
- Adaptation au changement climatique
 - Améliorer la connaissance et la gestion des risques associés au changement climatique (pics de chaleur, inondations, retrait-gonflement des argiles...) ;
 - Préserver la ressource en eau, en qualité et en quantité ;
 - Atténuer les effets des épisodes caniculaires et des îlots de chaleur urbains, en réintroduisant la nature et l'eau dans les milieux urbanisés et en développant le boisement.

Le plan d'action du PCAET repose sur 3 axes et 11 priorités (= objectifs stratégiques).

⁶⁵ https://www.lillemetropole.fr/sites/default/files/2020-08/Brochure_PCAET.PDF

ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE VERS UNE MÉTROPOLÉ SOBRE ET NEUTRE EN CARBONE EN 2050

- **Vers une métropole sobre en carbone.**
 - OBJECTIFS 2030 :
 - Multiplier par 2,7 la production d'énergies renouvelables entre 2016 et 2030 (la production d'énergie renouvelable passant de 4 à 11% de la consommation d'énergie du territoire)
 - Raccorder 70 000 logements aux réseaux de chaleur, afin de stabiliser la facture énergétique des ménages
 - Augmenter la part des énergies renouvelables et de récupération dans les réseaux de chaleur de 20% à 65% entre 2016 et 2030
 - 5 unités de méthanisation d'ici 2025
 - PRINCIPALES ACTIONS : « Autoroute de la chaleur » (raccordement de l'incinérateur de déchets d'Halluin aux réseaux de chaleur de Lille, Tourcoing, Roubaix) ; Développer les réseaux de chaleur et leur approvisionnement en énergies renouvelables et de récupération (biomasse, chaleur industrielle perdue...) ; Projet So MEL So Connected sur le développement des smart grids (réseaux intelligents) ; Créer un opérateur métropolitain pour développer la production d'énergies renouvelables et de récupération (solaire, méthanisation, biomasse, biogaz, géothermie...) ; Réalisation d'un cadastre solaire sur tout le territoire de la MEL pour développer le solaire photovoltaïque sur les toits ; Promouvoir des actions de sobriété énergétique dans les communes, les entreprises et chez les habitants.
- **Réduire l'impact climatique des transports**
 - OBJECTIFS 2030 :
 - Réduire de 19 % les consommations d'énergie et de 27 % les émissions de GES pour le secteur des transports.
 - 300 bornes de recharge pour véhicules électriques.
 - 4 stations de ravitaillement en GNV (gaz naturel véhicule).
 - PRINCIPALES ACTIONS : Mise en œuvre du Schéma Directeur des Infrastructures de Transports (SDIT) voté en juin 2019 : cinq nouvelles lignes de tramway, liaisons express en bus ou en car pour relier les pôles urbains, nouvelles lignes de bus à haut niveau de service, nouvelles Lianes sur des voies réservées, amélioration des liaisons ferrées avec les territoires voisins ; Mise en œuvre des objectifs environnementaux contenus dans la Concession de Service Public (CSP) sur la gestion du réseau de transports en commun (Ilevia) ; Accompagner les changements de comportements vers une mobilité plus durable, avec un nouveau Plan Mobilité, comprenant un Plan Marche et un Plan Vélo, mais aussi le développement de l'autopartage, du covoiturage, des services de mobilité... ; Optimiser et décarboner la logistique urbaine (transport et livraison de marchandises, « dernier kilomètre »).

- **Favoriser un aménagement plus durable du territoire**
 - PRINCIPALES ACTIONS : Renforcer la prise en compte des enjeux climat-air-énergie dans les documents d'urbanisme (PLU) et les projets d'aménagement ; Reconquérir les friches urbaines et industrielles et développer des usages alternatifs ou transitoires: agriculture urbaine, production d'énergies renouvelables, création d'espaces verts ou de boisements ; Développer la capacité de séquestration carbone du territoire, en amplifiant les actions de boisement, en augmentant la surface d'espaces naturels et en développant l'agroforesterie.
- **Améliorer la performance énergétique des logements**
 - OBJECTIFS 2030 :
 - Réduire de 18 % les consommations d'énergie et de 44 % les émissions de GES du secteur résidentiel.
 - Rénover 8 200 logements par an, dont 20 copropriétés, d'ici 2030.
 - PRINCIPALES ACTIONS : Renforcer AMELIO, le réseau de conseil et d'accompagnement des particuliers pour la rénovation de leur logement (Maison de l'Habitat Durable et 11 conseillers info énergie) ; Mettre en œuvre le nouveau dispositif AMELIO Pro, offre « clef en main » pour les ménages au-dessus des plafonds ANAH souhaitant rénover leur logement ; Accorder une aide métropolitaine de 2000 euros aux ménages « intermédiaires » réalisant un projet de rénovation performant (5000 euros dans le cas d'une rénovation BBC) ; Mobiliser la filière professionnelle et mettre en relation l'offre et la demande en matière de rénovation de l'habitat ; Soutenir la démarche Habiter2030 de rénovation massive des maisons 1930 ; Soutenir financièrement la rénovation énergétique des logements sociaux ; Accompagner la rénovation de 20 copropriétés par an et déployer la plateforme numérique Coachcopro dédiée à l'accompagnement des projets de rénovation énergétique des copropriétés privées.
- **Soutenir des modes de production et de consommation plus responsables**
 - OBJECTIFS 2030 :
 - Réduire de 15 % les consommations d'énergie et de 48 % les émissions de GES du secteur tertiaire, notamment grâce aux économies d'énergie, à la gestion technique des bâtiments, aux rénovations thermiques et au renouvellement des systèmes de chauffage.
 - Réduire de 13 % les consommations d'énergie et de 19 % les émissions de GES du secteur industriel, notamment grâce à la mise en place de systèmes de management de l'énergie et à l'utilisation de technologies plus efficaces énergétiquement.
 - PRINCIPALES ACTIONS : Contrats d'objectifs et de moyens avec les entreprises les plus consommatrices d'énergie, les chambres consulaires, les fédérations d'entreprises, l'université pour réduire leurs consommations d'énergie et leurs émissions de gaz à effet de serre ; Créer un dispositif d'accompagnement des entreprises situées dans des parcs d'activité ou des ruches d'entreprises, notamment sur la gestion mutualisée de l'énergie ; Soutenir la requalification

de neuf parcs d'activités, en intégrant les enjeux de la transition énergétique et écologique (notamment par rapport au boisement et à la végétalisation) ; Soutenir la gestion durable de deux grands sites d'activités (Eurasanté et la Cité Scientifique de Villeneuve d'Ascq) ; Développer l'économie circulaire en mettant en place une plateforme d'économie circulaire des matériaux de démolition issus du Nouveau Programme de Renouvellement Urbain et en intensifiant les dispositifs de recyclage et de seconde vie des matériaux et des textiles ; Mettre en œuvre le Programme Alimentaire Territorial.

- **Réduire l'impact carbone des politiques métropolitaines grâce au budget climatique**
 - OBJECTIFS 2030 :
 - Réduire la consommation d'énergie et d'eau des bâtiments de la MEL
 - Réduire la consommation d'énergie de la flotte de véhicules de la MEL
 - Réduire la consommation d'énergie de l'éclairage public géré par la MEL
 - Insérer des clauses favorables au climat dans les marchés publics
 - Collecter et valoriser des certificats d'économie d'énergie sur les projets gérés par la MEL ou les communes.
 - PRINCIPALES ACTIONS : Construire un « budget climatique » pour éclairer les élus sur l'impact des politiques métropolitaines vis-à-vis des objectifs du PCAET ; Améliorer la gestion des données climat-air-énergie territoriales ; Réduire l'impact carbone des achats publics de la MEL et participer à la constitution d'un réseau d'achats publics durables à l'échelle de la région ; Améliorer la gestion énergétique et environnementale des bâtiments et équipements de la MEL, ainsi que de son réseau de transports (Ilevia).

UNE MÉTROPOLE SOLIDAIRE PERMETTANT À TOUS DE BÉNÉFICIER DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

- **Mobiliser les acteurs du territoire en faveur de la transition**
 - PRINCIPALES ACTIONS : Associer les acteurs du territoire et les citoyens à la gouvernance et à la mise en œuvre du Plan Climat ; Développer et faire connaître la politique métropolitaine des temps, qui vise à prendre en compte la question des temps individuels (loisirs, famille...) et collectifs (travail, déplacements...), par exemple via l'adaptation des horaires d'ouverture des bibliothèques ou le décalage des déplacements domicile-travail afin de fluidifier le trafic routier ; Accompagner les citoyens, les communes et les partenaires pour changer les comportements du quotidien (consommer, se loger, se déplacer...) en faveur de la transition écologique, de l'adaptation au changement climatique, de la sobriété, de la préservation de la biodiversité et du cadre de vie.

- **Soutenir et participer à des projets de coopération sur les sujets climat-air-énergie**
 - PRINCIPALES ACTIONS : Coopérer avec les territoires voisins sur des projets climat-air-énergie, par exemple avec la Communauté Urbaine de Dunkerque sur les réseaux de chaleur, l'hydrogène et la santé environnementale ; Coopérer avec les territoires voisins sur la qualité de l'air dans le cadre de l'Eurométropole Lille Kortrijk Tournai ; Participer à des projets de coopération internationale sur les sujets climat-air-énergie, par exemple avec le Danemark sur les réseaux de chaleur.

CONSTRUIRE UNE MÉTROPOLE À SANTÉ POSITIVE, RÉILIENTE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AMÉLIORANT LA QUALITÉ DE VIE DES MÉTROPOLITAINS

- **Préparer le territoire aux effets du réchauffement climatique**
 - PRINCIPALES ACTIONS : Protéger la population face aux risques climatiques (canicules, inondations, sécheresse, retrait-gonflement des argiles...) : par exemple, lutter contre les îlots de chaleur urbains en adaptant les techniques et les matériaux de construction ; Développer l'eau et la nature en métropole : végétaliser les toits et façades, développer des espaces verts, planter des arbres... ; Protéger la ressource en eau, en quantité et en qualité : protéger les champs captants, économiser l'eau.
- **Améliorer la qualité de l'air : un enjeu de santé publique**
 - OBJECTIFS 2030 :
 - Réduction de 44 % des polluants liés au transport routier.
 - Réduction de 36 % des polluants liés au secteur résidentiel.
 - Réduction de 36 % des émissions du secteur de l'industrie.
 - Réduction de 38 % des émissions du secteur tertiaire.
 - PRINCIPALES ACTIONS : Améliorer la connaissance et la surveillance de la qualité de l'air, en partenariat avec ATMO ; Sensibiliser, informer, former sur la qualité de l'air extérieur et intérieur ; Réduire les émissions de polluants liées aux transports: mise en place d'une Zone à Faibles Émissions sur 11 communes, expérimentation de la gratuité des transports lors des pics de pollution, installation de bornes de recharge pour véhicules électriques ; Réduire les émissions de polluants liées au chauffage en soutenant financièrement le remplacement des appareils de chauffage les plus polluants, grâce au Fond Air de l'ADEME ; Réduire les émissions de polluants liés à l'agriculture, notamment l'ammoniac.
- **Améliorer les déterminants de santé environnementale**
 - PRINCIPALES ACTIONS : Créer un observatoire métropolitain de la santé environnementale et améliorer les connaissances en matière de déterminants de santé environnementale ; Mener des actions pour réduire la pollution atmosphérique et éviter les pics de pollution ; Réduire l'exposition au bruit grâce à la mise en œuvre du nouveau Plan de Prévention du Bruit dans

l'Environnement ; Intégrer des critères de prise en compte de la santé environnementale dans les projets d'aménagement et dans l'habitat ; Mettre en place une gouvernance métropolitaine de la santé environnementale.

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.

La carte suivante présente les territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV en Hauts-de-France au 10 octobre 2017.

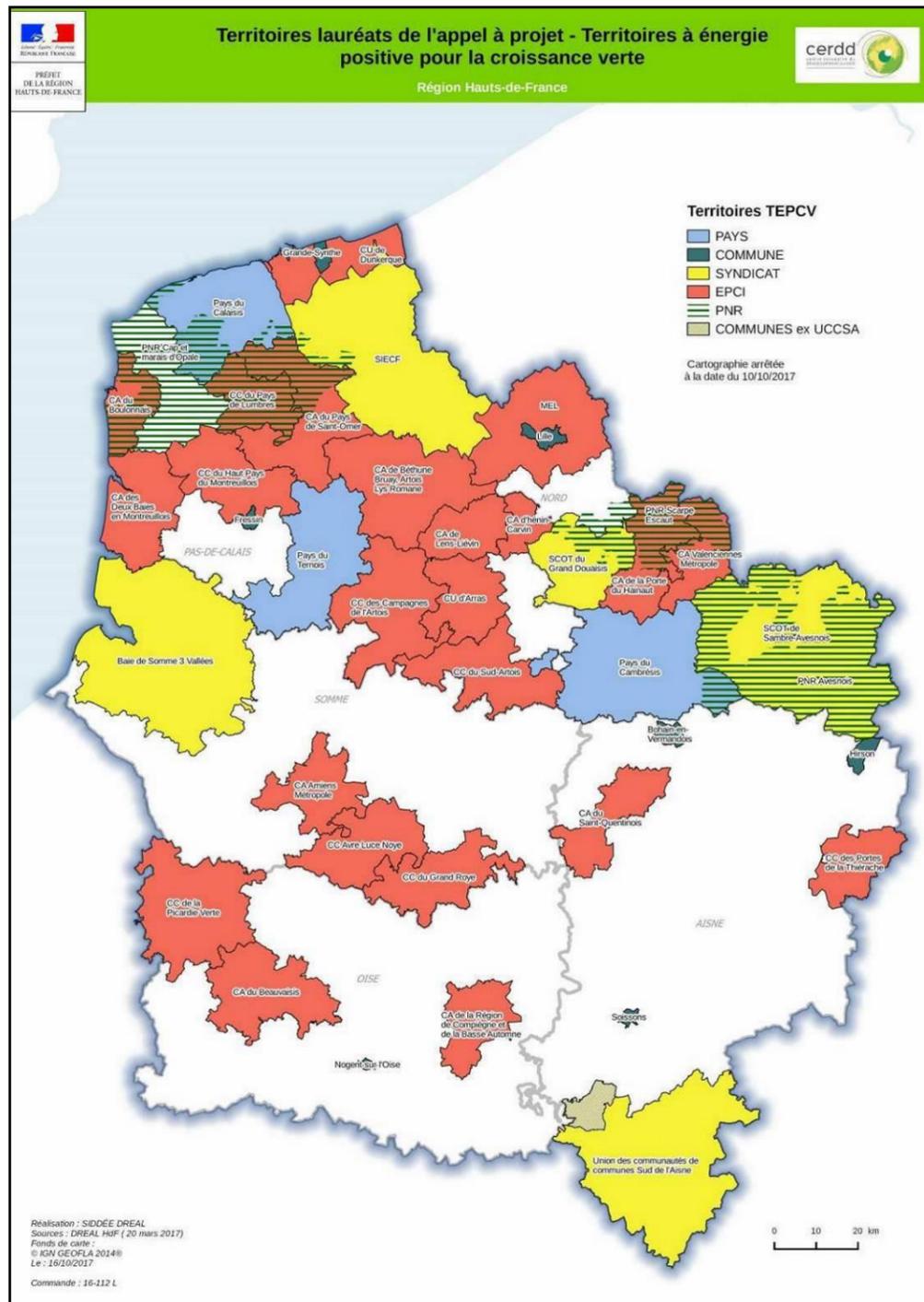


Figure 128 : Carte des territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV au 10-10-2017 en Hauts-de-France

Les conventions financières TEPCV financent des actions concrètes dans les 6 domaines de la Transition Écologique et Énergétique, c'est-à-dire :

- 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, ...).

Lille est labellisée TEPCV au titre de la convention de la « Métropole Européenne de Lille » (lauréate en 2015) ainsi qu'au titre de la commune (lauréate en 2016).

La MEL a été lauréate en février 2015, sur la base de son projet de territoire contribuant à la transition énergétique : le Plan Climat-Énergie Territorial (PCET), adopté en octobre 2013⁶⁶. La MEL et la ville de Lille, également lauréate, ont donc bénéficié dans un premier temps d'une enveloppe partagée de 500 000€ : 300 000 € pour la MEL et 200 000 € pour la ville de Lille. Le Conseil Métropolitain a approuvé le 19 juin 2015 (délibération 15 C 0635) cette répartition financière, ainsi que les projets faisant l'objet du financement en tant que maître d'ouvrage (MEL).

Les actions mises en œuvre par la MEL étaient :

- Réalisation d'audits énergétiques dans les parcs d'activité du XXIe siècle ;
- Mise en œuvre de la stratégie boisement ;

⁶⁶ Délibération 17 C 0196 du conseil métropolitain – séance du 17/02/2017 - Appel à projets « Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte » : Approbation de la signature de l'avenant à la convention particulière d'appui financier

- aménagement d'aires de co-voiturage : travaux de voirie et de signalisation ;
- étude isolation du bâtiment économat du Centre Logistique de Sequedin.

Les actions mises en œuvre par la commune de Lille⁶⁷ portaient plus précisément sur la rénovation énergétique de bâtiments municipaux :

- La crèche Marie Curie (remplacement de la toiture par un puits de lumière, isolation du bâtiment par l'extérieur, rénovation de la ventilation intégrée à la toiture) ;
- La maison tropicale du zoo (isolation du bâtiment par l'extérieur et de la toiture).

La MEL a sollicité un avenant en 2017 à la convention particulière TEPCV afin de bénéficier d'un nouvel appui pouvant atteindre, 1,5 million d'euros à partager avec la ville de Lille.

L'avenant à la convention a pour objet entre autre de préciser les 3 actions complémentaires qui seront mises en œuvre par la MEL :

- Autoconsommation électrique sur le centre de valorisation organique (Cet équipement a en effet été identifié comme un site photovoltaïque. Un potentiel de 4 000 m² couvrant la majorité des toitures permettra de produire jusqu'à 10 % des consommations du site)
- Aménagement d'une voie verte du Paris-Roubaix tronçon Roubaix
- Implantation d'une ombrière photovoltaïque et de bornes de recharges sur le parc relais de Saint Philibert à Lomme (il s'agit d'un équipement innovant permettant d'une part de faire de l'ombre aux véhicules en stationnement, et d'autre part de contribuer à l'alimentation des véhicules électriques. Cela se traduit par la mise en place de panneaux photovoltaïques de 223 m² avec stockage d'électricité sur batteries, et par celle de 12 bornes de recharge de véhicules électriques)

Contrat de transition écologique [CTE]

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.

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. Signé après six mois de travail, 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.

La commune de Lille ne fait pas partie d'un territoire disposant d'un CTE.

Contrat de relance et de transition écologique [CRTE]

En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE).

Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale.

Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE.

Les cartes suivantes⁶⁸ présentent les périmètres des CRTE dans le département du Nord ainsi que l'état d'avancement des CRTE en France.

⁶⁷ Ville de Lille – Le développement durable à Lille « Regarder loin agir de près » Rapport 2017

⁶⁸ <https://cartotheque.anct.gouv.fr/>

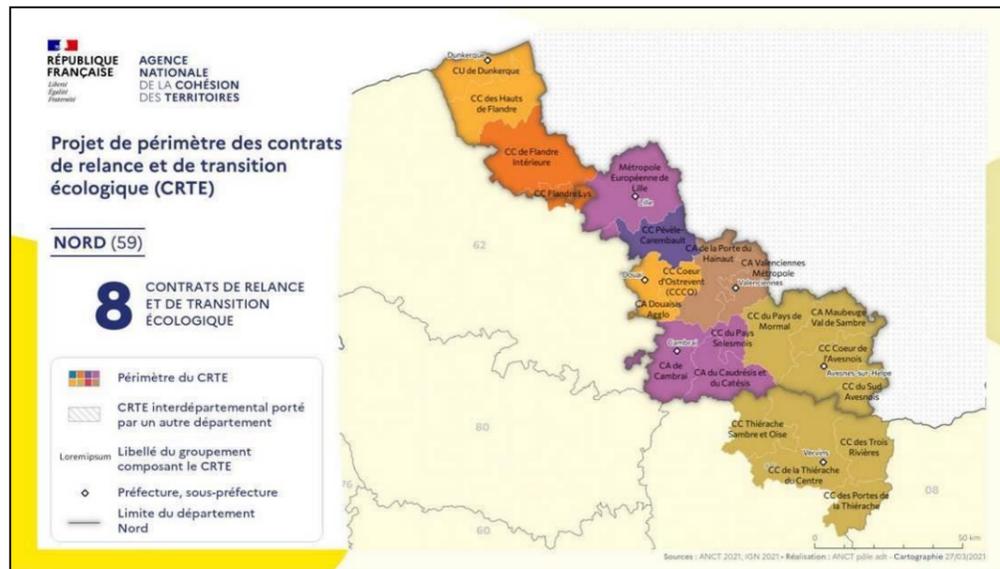


Figure 129 : Périmètre des CRTE dans le département du Nord (Source : Agence Nationale de la Cohésion des Territoires)

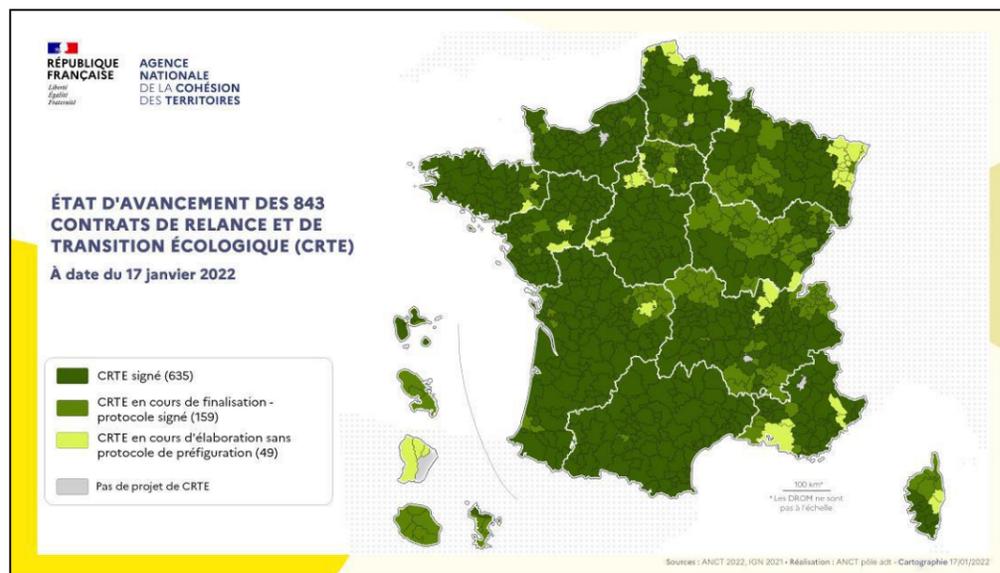


Figure 130 : État d'avancement des 843 CRTE en France au 17 janvier 2022

Lille est incluse dans le périmètre du CRTE de la Métropole Européenne de Lille dont le protocole est signé.

Conclu pour une durée de 6 ans, le CRTE de la MEL approuvé par le Conseil Métropolitain comporte 26 actions réparties en 3 axes. Pour sa phase de relance, sur la période 2021-2026, le CRTE représentent un volume d'investissement prévisionnel de 472,9 M€ dont 223,5 M€ de crédits portés par la MEL.

Axe 1 - Transition énergétique, écologique et durable du territoire métropolitain

Cet axe s'articule autour de la mise en œuvre du Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) de la MEL et de la volonté du Gouvernement d'évoluer vers une société décarbonée d'ici 2030.

- Orientation 1 : améliorer la performance énergétique et environnementale du bâti résidentiel et tertiaire et lutter contre la précarité énergétique
 - Action 1 : rénover énergétiquement les logements sociaux
 - Action 2 : soutenir la rénovation énergétique des copropriétés
 - Action 3 : rénover les résidences universitaires de la cité scientifique de Villeneuve d'Ascq
 - Action 4 : rénover énergétiquement le patrimoine métropolitain et les bâtiments publics de l'état
- Orientation 2 : préserver la ressource en eau et la biodiversité, développer la nature en ville et l'agriculture urbaine
 - Action 5 : protéger la ressource en eau
 - Action 6 : préserver la biodiversité, reconquérir les cours d'eau et développer la trame verte et bleue ainsi que la végétalisation en ville
 - Action 7 : favoriser l'accessibilité pour tous à une alimentation de qualité et développer l'agriculture urbaine
- Orientation 3 : réduire la demande en énergie, moderniser les infrastructures d'assainissement et de gestion des déchets
 - Action 8 : réduire la demande en énergie par une meilleure efficacité énergétique des équipements et par un recours accru aux énergies renouvelables
 - Action 9 : moderniser les infrastructures d'assainissement et de gestion des déchets
- Orientation 4 : s'appuyer sur la requalification des logements vacants, le traitement des friches et espaces dégradés pour limiter l'artificialisation des sols
 - Action 10 : lutter contre l'artificialisation des sols par le traitement des friches
 - Action 11 : requalifier les logements vacants, dégradés ou en situation de blocage
- Orientation 5 : développer les mobilités actives et les transports collectifs

- Action 12 : renforcer l'offre de transports en commun sur le territoire de la MEL par la mise en œuvre du SDIT
- Action 13 : poursuivre le déploiement des bornes de recharge pour véhicules électriques
- Action 14 : développer l'utilisation du vélo
- Action 15 : mettre en place une zone à faible émission (ZFE) et engager l'expérimentation éco-bonus

Axe 2 - Compétitivité, emploi et culture

Les engagements pris sur cet axe s'inscrivent dans la mise en œuvre du Projet Stratégique de Transformation Économique du Territoire (PSTET).

- Orientation 6 Action 16 : soutenir les entreprises de la métropole européenne de Lille
- Orientation 7 : sauvegarder l'emploi, notamment des jeunes, et anticiper les mutations économiques
 - Action 17 : déployer le plan 1 jeune/1 solution sur le territoire de la MEL
 - Action 18 : poursuivre la mobilisation de l'insertion par l'activité économique (IAE)
 - Action 19 : anticiper et accompagner la mutation et le développement des compétences : organiser les transitions collectives et la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC)
- Orientation 8
 - Action 20 : soutenir la culture et son patrimoine par la modernisation des équipements et la valorisation du patrimoine architectural et remarquable

Axe 3 - Cohésion sociale et territoriale

Cet axe a pour objectif de soutenir la relance et l'investissement au sein du bloc communal et d'assurer la mise en œuvre et de la poursuite des dispositifs de lutte contre l'habitat indigne et d'encadrement des loyers, de prévention et lutte contre la pauvreté et d'amélioration de l'inclusion numérique et la diffusion des usages sur le territoire.

- Orientation 9
 - Action 21 : améliorer les équilibres territoriaux en soutenant la relance et l'investissement au sein du bloc communal
- Orientation 10 : œuvrer à un meilleur fonctionnement du marché locatif privé et lutter contre la hausse excessive des loyers
 - Action 22 : assurer la pleine mise en œuvre du permis de louer
 - Action 23 : assurer la pleine mise en œuvre du dispositif d'encadrement des loyers

- Orientation 11
 - Action 24 : prévenir et lutter contre la pauvreté
- Orientation 12 : favoriser l'inclusion numérique et la digitalisation de l'action publique
 - Action 25 : accélérer l'appropriation des nouveaux usages et services numériques
 - Action 26 : poursuivre le déploiement des « France Services »

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-après).

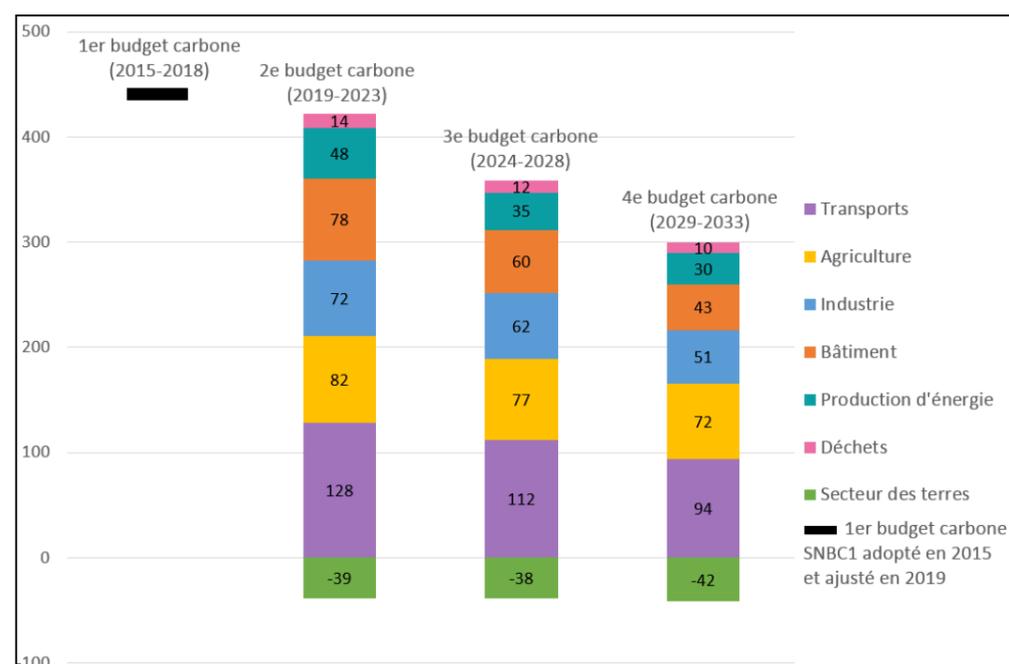


Figure 131 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO₂ équivalent tels que définis dans la SNBC 2 (Source : Ministère de transition écologique et solidaire)

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 est aussi un outil de programmation, car il hiérarchise et prévoit le financement de ses actions (Source CERTU).

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 (source ministère Écologie).

Le PDU est élaboré dans le cadre d'une démarche participative, associant différents acteurs institutionnels et de la société civile.

Le PDU 2010-2020 de la Métropole Européenne de Lille a été adopté en avril 2011 et se décline en 6 axes subdivisés en thématiques, actions où se répartissent les 170 fiches actions du PDU :

Axe 1 : Ville intense et mobilité

- Promouvoir un développement et des formes urbaines durables
 1. Faire la ville intense articulée avec l'ensemble du système de déplacements
 2. Les réseaux de transports collectifs lourds comme supports et vecteurs du développement urbain
 3. Systématiser les approches micro-PDU
 4. Pédagogie, exemplarité et communication en matière d'articulation urbanisme / déplacements
- Développer une politique d'espaces publics de qualité qui invite à se déplacer autrement
 1. Développer et aménager les espaces publics de façon exemplaire
 2. L'espace public, catalyseur de la Ville intense

Axe 2 : Réseaux de transports collectifs

- Favoriser les transports collectifs pour les échanges de Lille Métropole avec l'extérieur
 1. Développer les liaisons ferrées avec les territoires extérieurs limitrophes et éloignés
 2. S'ouvrir les portes de la planète
- Consolider et développer le réseau « armature » de transports collectifs urbains lourds
 1. Renforcer la colonne vertébrale du transport collectif urbain métropolitain : le réseau de métro et le « Mongy »
 2. Développer le rôle urbain du train sur le territoire communautaire et l'articuler avec un réseau de transports de surface en site propre de type tram-train ou tramway
 3. Un réseau de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) structurant qui fait la transition entre modes très lourds (train, métro, tramway) et les modes collectifs de proximité (réseaux urbains et suburbains)

- 4. Une vision partagée du réseau de transports collectifs « armature » de Lille Métropole à horizon 2030-2050
- Améliorer les performances des autres modes collectifs alternatifs à la voiture, en complément des réseaux lourds
 - 1. Un nouveau plan bus pour muscler l'offre classique complémentaire aux modes lourds
 - 2. Diversifier les services collectifs complémentaires aux transports collectifs traditionnels dans une logique de service à la mobilité
- Faciliter l'intermodalité et l'accès au réseau de transports collectifs
 - 1. L'intermodalité au service des usagers
 - 2. Aménager les lieux de l'intermodalité
 - 3. L'accès au réseau de transports collectifs et le droit à la mobilité pour tous

Axe 3 : Partage de la rue et modes alternatifs

- Inciter et favoriser un usage raisonné de la voiture pour se donner les moyens d'un partage de la rue favorable aux modes alternatifs
 - 1. Une hiérarchie du réseau viaire partagée par l'ensemble des acteurs du territoire
 - 2. Les modalités de mise en œuvre de la hiérarchisation du réseau
 - 3. Optimiser les réseaux routiers existants
- Faire de la marche à pied un mode de déplacement à part entière
 - 1. Des itinéraires piétons maillés, confortables et sécurisés indispensables dans la chaîne de déplacements
 - 2. Améliorer la marchabilité du territoire
 - 3. Communiquer sur l'art de se déplacer en ville
- Une ambition métropolitaine pour le vélo
 - 1. Renforcer la communication pour faire évoluer l'image du vélo
 - 2. Aménager un réseau cyclable continu et sécurisé
 - 3. Développer une offre de stationnement adaptée
 - 4. Offrir des services complémentaires aux usagers
- Une politique de stationnement communautaire au service des objectifs du PDU
 - 1. Élaborer une charte de stationnement avec les communes pour une vision partagée d'une politique de stationnement à l'échelle communautaire
 - 2. Des mesures concrètes pour le territoire
 - 3. Améliorer les services existants, innover et expérimenter

Axe 4 : Transport de marchandises

- Des alternatives à la route pour le transport de marchandises en lien avec le territoire métropolitain
 - 1. Vers une stratégie partagée à l'échelle de l'Aire Métropolitaine
 - 2. Renforcer et développer l'intermodalité pour les marchandises en lien avec le territoire communautaire
 - 3. Mettre en place des réseaux continus et cohérents en matière de transports de marchandises pour valoriser le potentiel métropolitain
 - 4. Intégrer la question des déplacements de marchandises dans le développement économique du territoire
- Les livraisons de marchandises en ville
 - 1. Définir une vision communautaire en matière de livraisons en ville
 - 2. Expérimenter pour anticiper les évolutions des systèmes et trouver des solutions originales et pérennes

Axe 5 : Environnement, santé et sécurité des personnes

- Se déplacer mieux pour préserver l'environnement et la santé
 - 1. Impacts sur l'environnement et la santé de la pollution atmosphérique locale liée aux déplacements
 - 2. Réduire les nuisances relatives au bruit
 - 3. Mettre en place une stratégie environnementale transversale aux politiques communautaires
- Voyager en sécurité
 - 1. Inscire la marche à pied au cœur des politiques communautaires
 - 2. Sensibiliser, former et informer
 - 3. Poursuivre les luttes contre le sentiment d'insécurité dans les transports publics

Axe 6 : Mise en œuvre, suivi et évaluation

- Partager les valeurs du PDU à travers le territoire de LMCU et au-delà
 - 1. Coordonner les actions communautaires et institutionnelles sur le territoire
 - 2. Sensibiliser et concerter pour promouvoir les modes alternatifs à l'automobile
 - 3. Inscire les réflexions et actions en matière de déplacements dans un cadre plus large

- Observer les pratiques de déplacements et évaluer la mise en œuvre des actions du PDU
 - 1. Mettre en place et pérenniser un réseau d'observatoires de données en matière de mobilité
 - 2. Poursuivre le suivi et l'amélioration des connaissances liées à la mobilité dans le cadre d'investigations plus lourdes
 - 3. Observer la mise en œuvre des actions du PDU et évaluer le PDU

La délibération 18 C 0290 du conseil métropolitain (séance du 15 juin 2018) a acté la révision du PDU. Ce processus est en cours d'élaboration, le calendrier de réalisation n'est pas communiqué.

Ce nouveau PDU portera sur la période 2022-2035. L'objectif sera de réduire la place de la voiture au profit de modes de déplacements plus doux, moins polluants.

Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi)

Le second PLU de la Métropole Européenne de Lille (MEL) a été approuvé au conseil métropolitain du 12 décembre 2019. Il traduit l'ambition des 87 communes qui le composent : construire un territoire dynamique, solidaire et attractif où la qualité de vie est partagée par tous.

Le PLU 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.

❖ Logement/Urbanisme

La zone d'étude se situe au niveau de la commune de Lille, classifiée dans la catégorie du PLUi « Cœur métropolitain ».

Le cœur métropolitain constitue la centralité principale de la métropole qui concentre à l'échelle régionale et de la métropole les fonctions métropolitaines supérieures en termes de sièges administratifs, d'activités tertiaires supérieures, d'activités touristiques et culturelles à fort rayonnement et de services à la mobilité à l'échelle régionale, nationale et internationale à travers le pôle Euraflandres.

Il s'agit d'un secteur particulièrement tendu en matière d'offre de logements et très concerné par le besoin d'outils à mobiliser pour le rééquilibrage de l'offre de logements sociaux sur le territoire. Ce secteur est également concerné par la problématique de lutte contre l'habitat ancien dégradé et la poursuite de grands projets de requalification urbaine.

L'enjeu majeur pour la métropole est de renforcer les dynamiques du cœur métropolitain pour accroître le rayonnement et l'attractivité de la métropole. Cela implique de permettre au cœur métropolitain d'évoluer de manière à assurer une intensification forte

tout en préservant et améliorant la qualité urbaine et architecturale propre à chaque secteur du cœur métropolitain de sa couronne.

Les enjeux pour les communes du cœur métropolitain sont les suivants :

- Émanciper le cœur métropolitain en s'affranchissant des limites communales ;
- Désenclaver et retisser des liens interquartiers ;
- Renouveler le cadre de vie.

Un objectif annuel de 6 000 logements neufs est inscrit au programme local de l'habitat (PLH) en vigueur. Cet objectif de 6 000 logements se décline de la manière suivante :

- Un tiers de logements sociaux (PLUS et PLAI)
- Un tiers de logements abordables (locatif et accession à prix maîtrisés)
- Un tiers de logements libres (locatif et accession)

Dans une perspective de solidarité métropolitaine et dans le but de répondre à l'ensemble de ces objectifs, l'effort de production de logements et d'habitats est porté par l'ensemble des communes de la métropole.

Les objectifs d'habitation et d'urbanisme du PLUi concernant Lille sont les suivants :

- Soutenir un développement urbain optimisé limitant la consommation foncière et l'étalement urbain
 - Favoriser la mobilisation du foncier en renouvellement urbain et maîtriser l'extension urbaine ;
 - Optimiser l'utilisation du foncier en renouvellement comme en extension ;
 - Intensifier l'usage du foncier à proximité des axes de transports structurants existants et à venir.
- Accompagner le développement des entreprises par le maintien et le développement d'une offre économique diversifiée
 - Favoriser la mixité des fonctions urbaines, maintenir et développer l'accueil d'activités économiques.
- Affirmer les centralités de la métropole comme lieu prioritaire de développement des fonctions économiques métropolitaines
 - Renforcer le cœur métropolitain pour accroître l'attractivité et le rayonnement de la métropole.
- Maîtriser le développement de l'offre commerciale intermédiaire.

- Rationnaliser les implantations dans les centralités commerciales complémentaires et contenir le développement commercial diffus.

❖ Déplacements/Transports

La commune de Lille est desservie par de multiples moyens de transports. De nombreux transports en commun sont utilisés : bus, tramway, métro, train ... Le transport ferroviaire est très développé (4 gares ferroviaire en activités).

Lille se situe également au croisement de 5 autoroutes formant un boulevard périphérique, bénéficie d'un aéroport important (aéroport de Lille-Lesquin) et du 3^e port fluvial le plus important (Port de Lille).

Les objectifs de déplacements et de transport du PLUi concernant Lille sont :

- Améliorer l'accessibilité du territoire
- Favoriser l'interconnexion des réseaux structurants de déplacements (TER, métro, tramway, autoroutier)
- Favoriser l'ouverture multimodale du territoire
 - Renforcer les liaisons ferroviaires avec l'ensemble de la région Hauts-de-France
- Améliorer la fluidité de la circulation sur le réseau routier
 - Renforcer la robustesse du réseau routier magistral
- Apporter une réponse graduée permettant le report modal sur l'ensemble du territoire métropolitain
 - Conforter les possibilités de parcours en transport en commun (TRAM + métro + tram) et favoriser le report modal grâce à la mise en œuvre d'un réseau de parc relais et le développement du maillage doux.
 - Limiter le stationnement à destination pour inciter l'usage des transports en commun
- Améliorer le maillage en transport en commun
 - Conforter les pôles d'échange multimodaux existants.

Le PLUi comporte des OAP (Orientations d'aménagement et de Programmation) thématiques.

L'OAP « Santé et Risques » traite de la problématique de l'amélioration de la qualité de l'air :

Pour appréhender l'enjeu de la qualité de l'air, dans une approche globale et positive, il est utile de mesurer le lien intrinsèque qui existe entre la distribution spatiale des fonctions du territoire métropolitain (services publics, centres commerciaux, sites d'emplois, secteurs de logements, ...), les infrastructures routières et les comportements des usagers en termes de mobilité pour se rendre d'un point à l'autre.

• **Participer à la réduction des déplacements motorisés**

Pour répondre à cet enjeu de préservation et d'amélioration de la qualité de l'air, le choix d'un modèle de développement favorable à la réduction des déplacements motorisés a été privilégié.

Priorité est donnée au renouvellement urbain et à un accès facilité aux équipements et services de proximité (activités commerciales, artisanales, ...). Cette ambition se traduit par la généralisation de la mixité fonctionnelle dans les tissus à dominante résidentielle et la mise en place d'une géographie commerciale reconnaissant les centralités commerciales existantes au sein des tissus urbains et limitant l'extension des grands centres commerciaux monofonctionnels.

Une action sur le stationnement, détaillée dans l'OAP mobilité, vise également à favoriser un report vers d'autres moyens de transport. Ces contraintes à l'usage de la voiture individuelle doivent s'accompagner de solutions alternatives pour ne pas pénaliser l'usager et lui faire accepter ce changement d'habitude. Aussi, une réponse alternative aux besoins de déplacements des usagers du territoire est proposée, au travers par exemple de la densification des secteurs centraux, généralement les mieux desservis, mais aussi par les normes relatives à la recharge des véhicules motorisés et cycles électriques.

• **Développer la présence du végétal**

La capacité d'absorption de polluants par les végétaux est reconnue même si elle varie selon le polluant et l'espèce végétale (arbres, arbustes, herbacées, feuillus, conifères, feuillage caduque ou persistant, etc.). Le PLU agit en faveur de la préservation et du développement des espaces végétalisés au travers de la mise en œuvre de la trame verte et bleue et notamment des corridors qui accompagnent souvent les principales infrastructures génératrices de nuisances ; mais également par les ambitions en matière d'espaces verts généralisées à toutes les zones.

• **S'inscrire dans la transition énergétique**

La consommation d'énergies fossiles émettrices de polluants atmosphériques, notamment du fait des besoins de chauffage ou de refroidissement des bâtiments, est également responsable de la dégradation de la qualité de l'air. Le cadre réglementaire, avec les lois

Grenelles 1 et 2 et l'adoption, le 17 août 2015, de la Loi de Transition Énergétique pour une Croissance Verte (LTECV) favorise la prise en compte de cet enjeu par la métropole. Les actions en faveur de la transition énergétique sont développées dans une OAP spécifique. Elles visent à réduire, d'une part, les émissions de gaz à effet de serre et la consommation d'énergies fossiles et d'autre part à augmenter l'utilisation des énergies renouvelables.

Le contenu de l'OAP « Changement climatique et transition énergétique » est le suivant :

La Métropole Européenne de Lille s'est engagée dans la lutte et l'adaptation au changement climatique au travers de son Agenda 21, son bilan carbone et son Plan Climat-Énergie Territorial (PCET) actuellement en cours de révision avec l'élaboration du futur Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET).

L'adaptation et l'atténuation sont deux stratégies de lutte contre le changement climatique.

- **L'adaptation au changement climatique**

L'adaptation au changement climatique se définit comme l'ensemble des ajustements à mettre en œuvre pour limiter les impacts négatifs des dérèglements climatiques. La stratégie d'adaptation se focalise sur l'évolution des modes de développement et la réorganisation des activités ainsi que de leur localisation.

L'objectif poursuivi est de réduire l'exposition et la vulnérabilité aux aléas climatiques.

- **L'atténuation du changement climatique**

L'atténuation du changement climatique porte sur la stabilisation et à terme la diminution des concentrations au GES dans l'atmosphère.

D'après l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE), les activités qui contribuent à l'atténuation permettent de réduire ou limiter les émissions de GES et participent à la protection des puits et réservoirs des GES comme les forêts et les sols. En France, 80 % des émissions sont liées à la consommation des énergies fossiles et les principaux secteurs émetteurs sont le transport, le bâtiment, l'industrie et l'agriculture. Les actions d'atténuation concernent la réduction des consommations en énergie, la performance énergétique, le développement des Énergies Recyclables et de Récupération (EnRR).

LA NECESSITE D'APPORTER UNE REPONSE CONJOINTE A CES OBJECTIFS

S'il est reconnu et accepté qu'il existe des synergies entre les stratégies d'adaptation et d'atténuation, les moyens, les modes opératoires, les échéances et les échelles diffèrent.

En effet, l'adaptation au changement climatique vise à traiter les conséquences du changement climatique et à réduire la vulnérabilité sociale et écologique. Les résultats des politiques d'adaptation sont visibles sur le court, moyen et long terme et portent sur l'échelle locale.

L'atténuation, quant à elle, traite des causes et vise à limiter les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Les politiques d'atténuation présentent des effets immédiats dont les conséquences s'observent à l'échelle globale.

La frontière entre ces deux familles d'objectifs est très perméable et certains domaines, comme l'agriculture, affectent à la fois les émissions de GES et la vulnérabilité des écosystèmes et des populations.

Aussi, il est nécessaire de ne pas séparer ces deux stratégies mais au contraire de les combiner pour optimiser, améliorer l'efficacité des réponses apportées, et éviter les incohérences et les conflits.

LES REPONSES APPORTEES PAR LA PLANIFICATION

Les documents de planification, porteurs d'une vision du développement territorial à moyen terme, participent de cette ambition. En conformité avec les plans et programme de rang supérieur (PCAET, SRCAE, SNBC, PPE), le PLU de la Métropole Européenne de Lille décline dans son PADD les principes en faveur de l'adaptation au changement climatique et la transition énergétique par les actions détaillées ci-après.

- MAITRISER ET LIMITER L'IMPACT DU MODELE DE DEVELOPPEMENT ET DES PROJETS D'AMENAGEMENT EN MATIERE D'EMISSION DE GES

Le PADD fixe le principe de minoration de l'impact des émissions de GES en s'appuyant sur la diminution des déplacements émetteurs.

Les réponses apportées sont de différentes natures. On les retrouve notamment dans les OAP santé et mobilité qui traitent des objectifs de limitation des déplacements en véhicules motorisés. La mise en œuvre d'une politique de gestion du stationnement et de promotion des modes alternatifs à la voiture va dans ce sens. De même, le règlement et le plan de zonage traduisent une stratégie d'organisation urbaine qui vise à intensifier les centralités souvent mieux desservies en mode de transports publics, en équipements et en services répondant aux besoins fréquents de la population. Ces centralités appréhendées à différentes échelles sont des espaces du quotidien qu'il faut rendre plus intenses, grâce aux principes de mixité fonctionnelle, d'optimisation foncière. La limitation des extensions urbaines au profit des opérations de renouvellement urbain conforte la stratégie de réduction des déplacements et de maintien des espaces naturels et agricoles.

- ANTICIPER L'AUGMENTATION DES RISQUES NATURELS ET LA FRAGILISATION DES RESSOURCES

Le PADD fixe le principe de la réduction de l'exposition des populations aux risques naturels et la protection de la ressource en eau.

Une partie des réponses apportées en la matière est détaillée dans l'OAP santé qui traite des modalités prévues au PLU pour limiter l'exposition des personnes et des biens aux

risques naturels, améliorer le cycle de l'eau, préserver et développer la trame verte et bleue.

Une attention particulière est apportée à la limitation de l'imperméabilisation des sols avec la généralisation des règles de pleine terre et d'emprise au sol. Le principe de limitation des extensions urbaines est respecté par l'adoption d'un compte foncier réduisant les extensions prévues à échéance du document.

Les espaces les plus sensibles sur le plan écologique ont été recensés et font l'objet d'une protection forte. La reconquête de nouveaux espaces est mise en œuvre par des outils tels que les zones tampons et les corridors écologiques visant à développer à terme la trame verte et bleue du territoire.

L'OAP trame verte et bleue détaille ces éléments.

- LUTTER CONTRE LE PHENOMENE D'ILOT DE CHALEUR URBAIN (ICU)

Le PADD fixe le principe du développement de la nature en ville et du recours au végétal et à l'eau dans les aménagements pour limiter la création de nouveaux ICU.

La place de la nature en ville est affirmée. En lien avec les ambitions d'échelle métropolitaine traduite dans l'OAP trame verte et bleue, le PLU déploie un panel important d'outils visant à permettre la protection et la valorisation de la place de la nature dans les espaces urbains notamment ceux les plus denses et contraints. Cette diversité d'outils vise à apporter la réponse la plus adaptée au contexte et aux enjeux locaux. Ainsi, l'espace boisé classé, permet la préservation ou le développement des boisements ; les secteurs paysagés et arborés protègent les secteurs fortement végétalisés et d'intérêt paysager et écologique des zones résidentielles, parcs, espaces de loisirs. L'inventaire du patrimoine environnemental et naturel permet la préservation des espaces d'intérêt écologique précisément localisés et faisant l'œuvre de prescriptions précises de préservation en fonction de la nature de l'espace (boisement, étangs, becques, haies, alignement d'arbres, ...).

L'objectif de préservation des espaces verts est mis en œuvre par des outils dans le règlement ou les OAP qui visent à repérer les parcs urbains de loisirs, les squares et parcs de quartier à préserver.

Le développement des espaces verts dans les opérations est un des objectifs majeurs du règlement qui exige, entre autres, le traitement paysager et la végétalisation des espaces libres, ou encore l'obligation de planter un arbre au-delà d'une certaine surface de terrain libre. La possibilité de mettre en œuvre un coefficient de biotope par surface vient compléter ces dispositions sur les secteurs les plus contraints.

Agir en faveur de la production d'EnRR (Énergies Renouvelables et de récupération) dans les opérations d'aménagement et en faveur de la sobriété et de l'efficacité énergétique des constructions

Le PADD affirme le principe de la réduction des consommations énergétiques pour diminuer les factures des usagers et limiter les émissions de GES. Des secteurs

expérimentaux dans lesquels est demandée une majoration des exigences en matière de performance énergétique peuvent être définis.

Dans les secteurs de performance énergétique renforcée définie au règlement, toute construction neuve doit intégrer au minimum un dispositif de production d'EnRR et de récupération et de réutilisation des eaux pluviales.

Ainsi, dans ces secteurs :

- Pour la construction ou la rénovation des bâtiments publics et tertiaires, il est attendu une production d'EnRR couvrant au minimum 30 % des besoins énergétiques en chauffage, rafraîchissement et consommation électrique courante. Cette production minimale est de 20 % pour les bâtiments à usage d'habitation.
- Pour les constructions neuves, de logements, bureaux, équipements publics ou d'intérêt collectif, parcs d'activités et zones commerciales, à l'exception des établissements de santé, nécessitant un système de rafraîchissement actif, des solutions énergétiques réversibles, basées sur des EnRR, sont demandées.
- Pour les constructions neuves de bureaux, est prévue, au-delà d'un certain seuil de surface de plancher fixé dans le règlement, la mise en place d'un système de rafraîchissement passif.

- FAVORISER LA PRODUCTION DES ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION (ENRR)

Le PADD fixe le principe du développement de la production des EnRR pour développer l'autoconsommation et l'injection dans les réseaux de la production excédentaire, et ainsi réduire la dépendance vis-à-vis de l'approvisionnement à l'extérieur du territoire.

En conformité avec le caractère de la zone et dans le respect de l'intégration architecturale, paysagère et environnementale, il est autorisé la réalisation d'équipement de production d'EnRR. L'installation de ces dispositifs en toiture n'est pas prise en compte dans le calcul de la hauteur des bâtiments.

- DEVELOPPER DE NOUVEAUX CIRCUITS DE RECUPERATION D'ENERGIES FATALES ET DE VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS ORGANIQUES

Le PADD fixe le principe de la poursuite des démarches engagées en matière d'énergie de récupération (énergies fatales) et en matière de valorisation énergétique des déchets organiques.

Dans les zones agricoles et naturelles, une mutualisation des installations de production et de stockage des EnRR est recherchée.

Les OAP sectorielles peuvent prévoir l'implantation d'unités de production et de stockage de combustible biomasse, ainsi que de valorisation des énergies fatales.

- ACCOMPAGNER LE DEVELOPPEMENT DES RESEAUX D'ENERGIE

Le PADD fixe le principe de la planification et du développement des réseaux d'énergie pour tirer davantage profit de la production locale, dont les EnRR, et assurer une meilleure distribution pour répondre aux besoins de consommation des activités et des logements.

Les constructions et installations neuves, ainsi que les opérations de réhabilitation, situées à proximité d'un Réseau de Chaleur Urbain (RCU) classé doivent y être raccordées pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Cette obligation s'applique aux projets qui répondent aux conditions cumulatives suivantes :

- Le projet nécessite l'installation d'une chaudière collective ;
- Le réseau de chaleur doit être alimenté au minimum à 50 % par des EnRR ;
- Une puissance souscrite minimale de 30 kW ;
- Une densité thermique minimale pour le raccordement de 5 MWh/ml/an et une puissance souscrite au mètre linéaire de réseau supérieur à 4 kW.

Une dérogation à cette obligation est possible dans les cas suivants :

- Dans le cas où le demandeur propose une solution de chauffage et d'eau chaude sanitaire collective alimentée à 100 % par des EnRR.
- En cas d'impossibilité technique (ex : présence d'un obstacle rendant le raccordement impossible ou entraînant un surcoût de plus de 30 %).

- EN DEHORS DES ZONES DE PROXIMITE DES RESEAUX DE CHALEUR URBAIN (RCU)

En dehors des zones de proximité des réseaux de chaleur urbains, il convient de recourir à des solutions collectives de production et de distribution d'énergie pour les opérations d'aménagement et de logements collectifs. À cet effet, les OAP sectorielles peuvent inciter :

- Au transport et à l'injection des EnRR produites dans les différents réseaux de distribution d'énergie, dans les RCU dans toutes les zones constructibles.
- Les projets d'aménagement et de construction doivent mettre en place des systèmes collectifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire, lorsqu'ils répondent à des minima de production d'EnRR rendant rentable l'opération.

- ARTICULER LES DEVELOPPEMENTS URBAINS AVEC LES RESEAUX EXISTANTS OU EN PROJET

Le PADD fixe le principe de l'adéquation entre développement urbain et lieux de production d'EnRR locales en privilégiant la densification dans les secteurs à proximité des RCU.

Les OAP sectorielles peuvent définir des objectifs de densité minimale dans certains secteurs à proximité des RCU et identifiés au PLU² au fur et à mesure de l'élaboration des projets urbains et/ou de planification des réseaux.

- DEVELOPPER LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DES AMENAGEMENTS ET CONSTRUCTIONS

Le PADD engage à la conception bioclimatique des bâtiments pour un meilleur confort d'usage et d'ambiance, notamment en tirant parti du potentiel d'ensoleillement qui résulte de l'organisation du bâti et de son espace extérieur.

En fonction des dispositions du règlement et de la configuration du terrain, il est recommandé que les logements des constructions nouvelles destinées à l'habitat puissent bénéficier d'au moins deux orientations.

Lorsque l'implantation de la construction nouvelle le permet, la mono orientation au nord, nord-est, nord-ouest des baies éclairant les pièces principales sera de préférence évitée.

Des arbres à feuilles caduques peuvent par ailleurs être plantés au sud des habitations existantes ou futures pour éviter la création de masque solaire en hiver sur les constructions.

Dans les OAP sectorielles, des orientations peuvent être données en termes de conception climatique des bâtiments. Elles peuvent porter sur les éléments suivants :

- L'implantation de végétaux (figure suivante)
 - Planter des arbres pour contrer les vents dominants.
 - Privilégier une strate arbustive et/ou arborée caduque pour laisser passer le rayonnement solaire en hiver et le limiter en été.
 - Favoriser les ouvrages qui amortissent et déphasent les flux de chaleur en augmentant le dimensionnement des lames d'air sous couverture, de l'épaisseur de l'isolation ou encore de la densité des matériaux d'isolation...

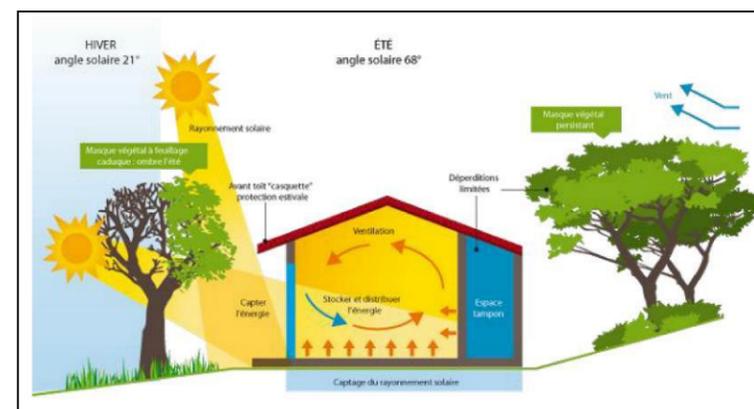


Figure 132 : Bioclimatisme - utilisation des végétaux

- Les ouvertures en façade des bâtiments (figure suivante)
 - Limiter les ouvertures au nord afin de minimiser les déperditions thermiques ainsi que les grandes ouvertures à l'ouest.
 - Éviter les fenêtres de toit ou les positionner au nord et à l'est.
 - Réserver les baies vitrées ou grandes fenêtres au sud en les protégeant par une casquette solaire.
 - Pour les constructions neuves, la surface vitrée sera répartie de préférence de la manière suivante : 50 % au sud, 20 à 30 % à l'est, 20 % à l'ouest et 0 à 10 % au nord.
 - Prévoir d'encastrer les vérandas dans l'habitat et d'éviter les toitures vitrées.

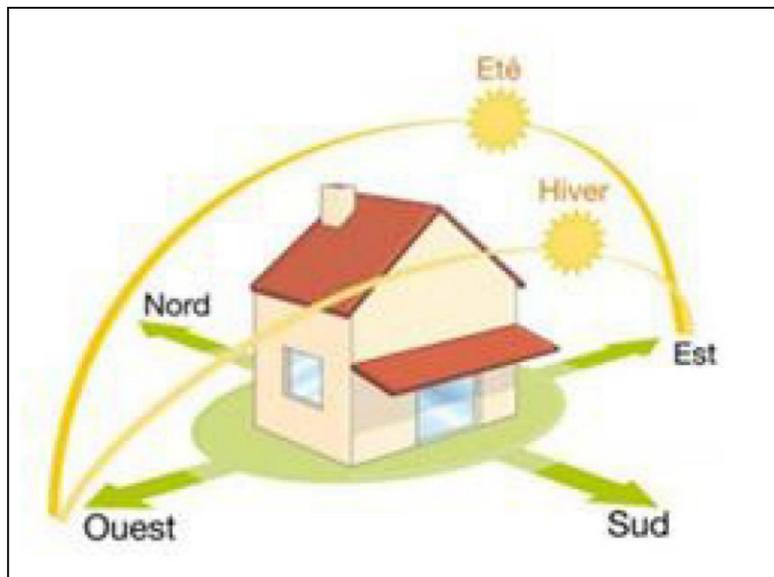


Figure 133 : Bioclimatisme – exposition des ouvertures des bâtiments

- Prévoir des dispositifs qui permettront une surventilation basée sur les échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur rafraîchissant en été et réchauffant en hiver (VMC double flux, puits canadiens, etc.).
- Mettre en place des ouvrages hydrauliques et aquatiques pour réduire la consommation en eau (uniquement pour l'arrosage extérieur) et améliorer le confort d'été (dispositifs de récupération, noues, mares, etc.).

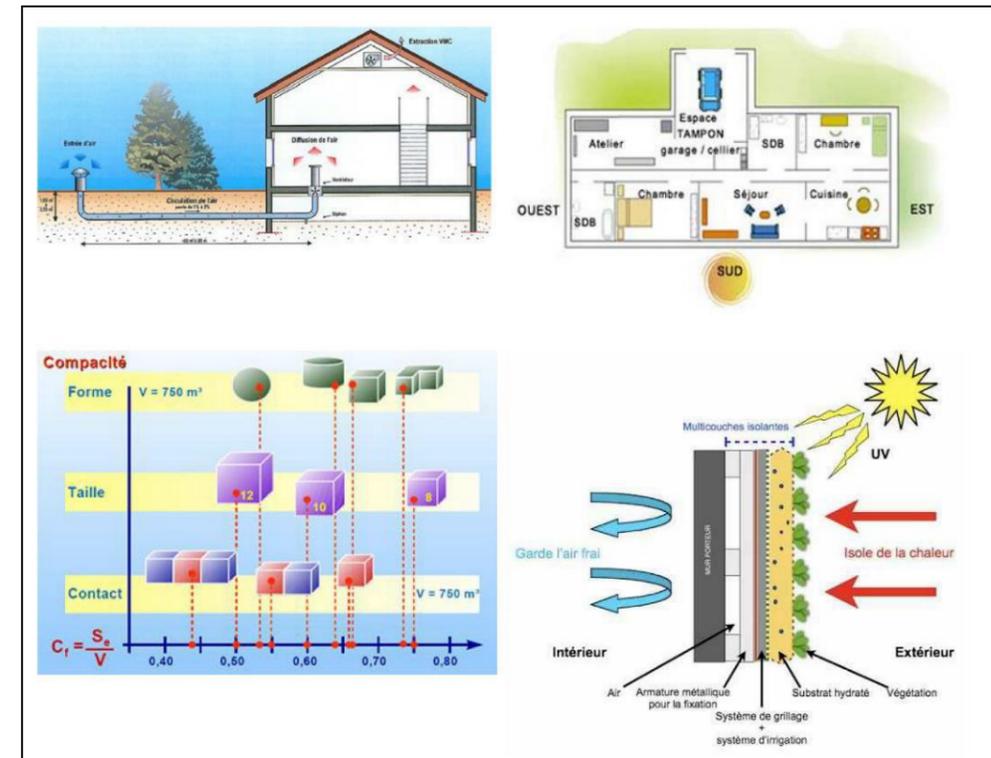


Figure 134 : Bioclimatisme et aménagement

- Les revêtements
 - Végétaliser les toitures à faibles pentes et les toitures terrasses.
 - Limiter les matériaux comme les dallages ou les zones goudronnées et privilégier des espaces végétalisés (pelouse, arbres à feuille caduques, façades végétalisées, etc.).
- Les aménagements (figure suivante)
 - Concevoir des aménagements dont la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits réduisent les déperditions thermiques. La mitoyenneté et le collectif peuvent être favorisés.
 - Aménager au nord des espaces non chauffés (garage, cellier, couloirs, etc.).
 - Prendre en considération le calcul de l'énergie grise des matériaux.

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 µg/m³ et concentration journalière de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), en vigueur depuis 2005.

Dans l'ensemble, 12 millions de Français étaient exposés en 2011 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 indique 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.

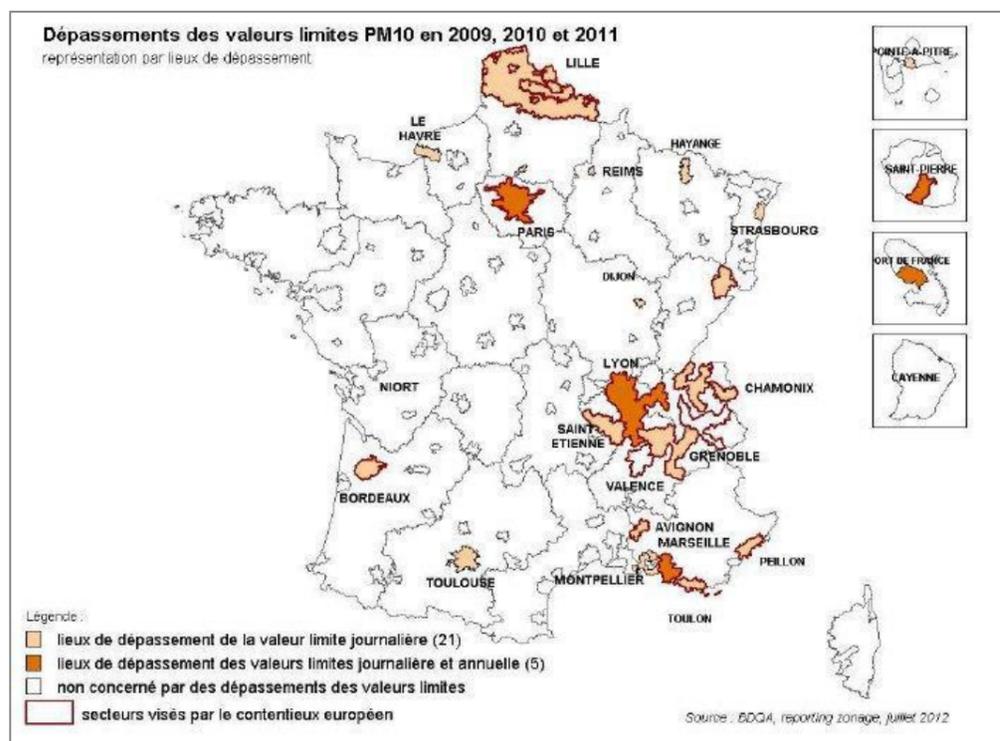


Figure 135: Zones concernées par les dépassements en PM10 – début du contentieux européen

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 (NO₂) dans l'air et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NO_x).

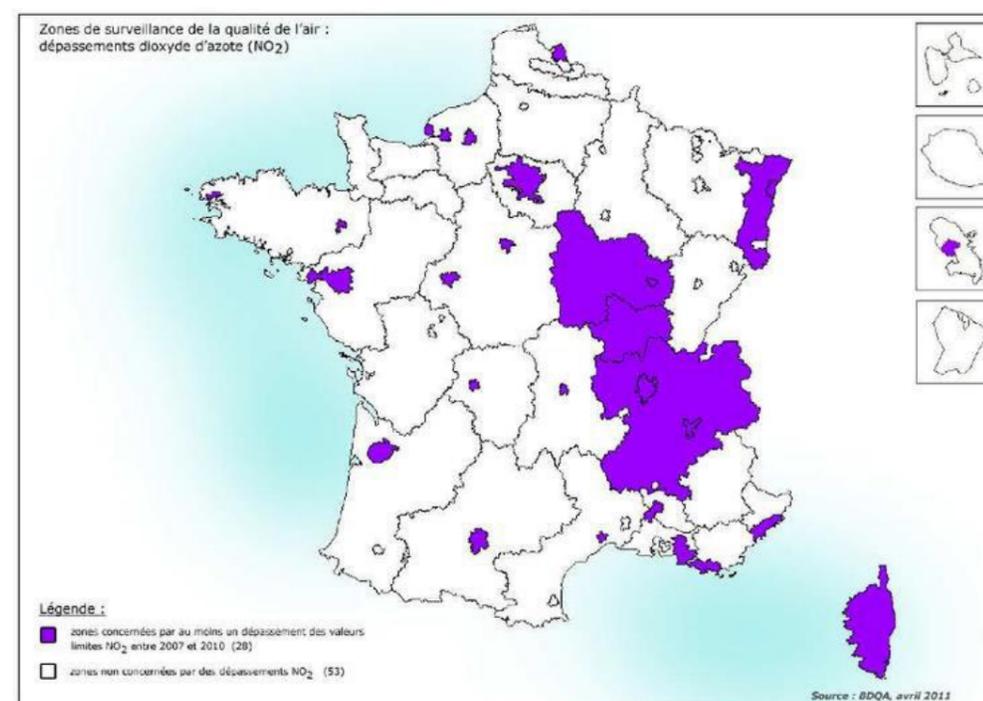


Figure 136 : Zones concernées par les dépassements en NO₂ au début du contentieux européen

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 au motif que cette dernière n'a pas pris les mesures qui auraient dû être mises en place depuis 2005 pour les PM10, et 2010 envers 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 invite la France, par une lettre de mise en demeure, à exécuter l'arrêt rendu par la Cour de justice de l'Union européenne le 24 octobre 2019 (C-636/18). Dans cet arrêt, la Cour a constaté que la France n'avait pas respecté les 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 de 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. À défaut, cette dernière pourrait renvoyer l'affaire devant la Cour de justice de l'Union européenne et proposer que des sanctions financières soient infligées à ce pays.

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.

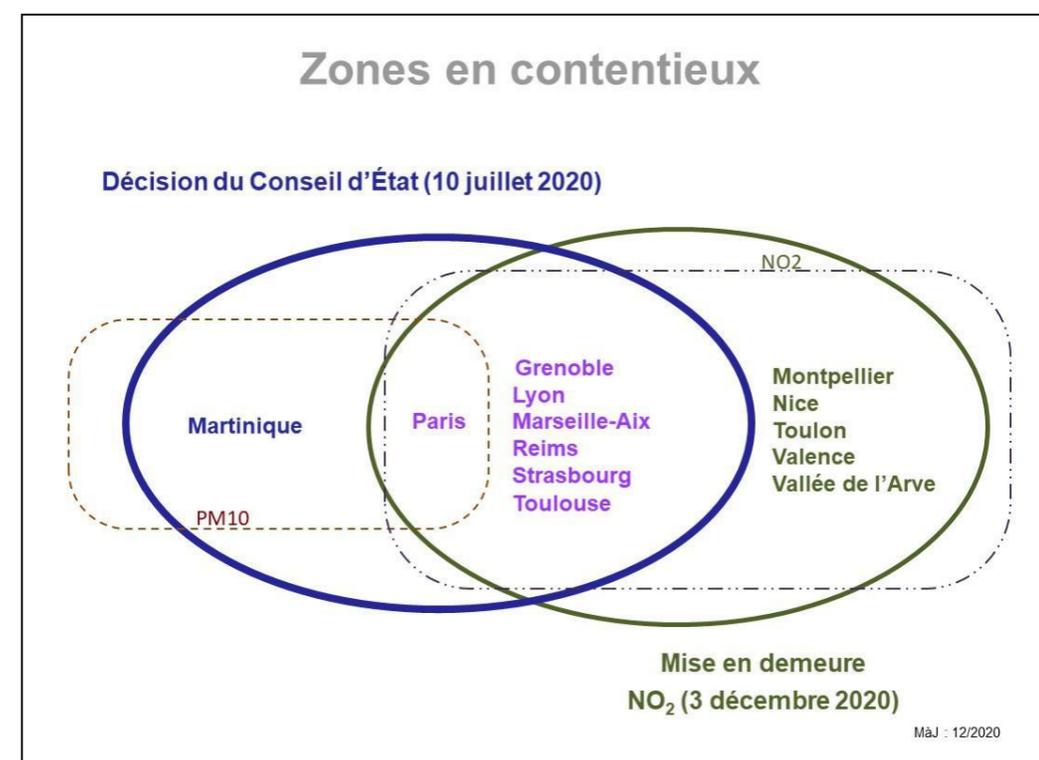


Figure 137 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020

La zone d'étude ne fait pas partie du périmètre du contentieux ni pour les PM10 ni pour le dioxyde d'azote.

Condamnation et astreintes financières

Rappel : Le 10 juillet 2020, le Conseil d'État a prononcé une astreinte de 10 millions d'euro par semestre 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.

Le 4 août 2021, le Conseil a condamné l'État au paiement de l'astreinte pour le 1^{er} semestre 2021. Compte tenu, à la fois, de la durée du dépassement des valeurs limites (depuis 2005 pour le PM10 et 2010 pour le NO₂) mais aussi des mesures prises depuis juillet 2020, le montant de l'astreinte n'est ni majoré ni minoré et est fixé à 10 millions d'euros, comme prévu par la décision du 10 juillet 2020.

À la suite de cette décision, le Conseil d'État réexaminera début 2022 les actions du Gouvernement pour la période de juillet 2021 à janvier 2022 et, si elles ne sont pas toujours suffisantes, pourra à nouveau ordonner le paiement d'une nouvelle astreinte de 10 millions d'euros, éventuellement majorée ou minorée. Il pourra, à cette occasion, maintenir ou modifier la répartition du produit de l'astreinte.

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** a été mis en place en juillet 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**

(CIQA). 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 vertueuses 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 a 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.

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...

La figure qui va suivre présente les collectivités sélectionnées.

Lille fait partie de la Métropole Européenne de Lille, lauréate du programme.

Les principales mesures du programme de la MEL sont les mises en place des Zones à Circulation Restreinte (ZCR) ; Zone de Protection de l'Air (ZPA) et de la future Zone à Faibles Émissions (ZFE).



Figure 138 : Collectivités retenues pour le programme « Ville respirables en 5 ans »

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 6 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 depuis 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.

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 attenant.

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.

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 : <https://www.crit-air.fr>

Figure 139 : Les différents certificats qualité de l'air en fonction du type de véhicule

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 figurent sur la planche ci-après.



Figure 140 : Zones environnementales en France au 05 novembre 2021 (ZCR et ZPA)

En l'état actuel, Lille est couverte par la ZPA du Grand Lille et fera partie de la future ZFE de la MEL.

La zone environnementale ZCR/ZFE de Lille

Lors de la séance du 10.02.2017, le conseil de la Métropole Européenne de Lille a décidé de lancer une procédure pour mettre en place une ZCR (zone à circulation restreinte) à Lille. Le processus implique une étude présentant les mesures nécessaires, justifiant leur nécessité pour lutter contre la pollution de l'air et exposant les buts attendus de leur mise en œuvre, plus particulièrement dans l'amélioration de la qualité de l'air, et la diminution de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

La nouvelle Loi Mobilités définit un nouveau cadre législatif pour les zones environnementales ZCR, désormais appelées Zones à faibles émissions.

Dans ce contexte, les zones environnementales permanentes ZCR seront renommées 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 nouveau décret a été signé le 16 septembre 2020 et publié au Journal Officiel du 17 septembre. Celui-ci précise les critères définissant les collectivités locales soumises à l'obligation d'instaurer une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) d'ici le 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 devait entrer en vigueur d'ici la fin de l'année 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 prévoit 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.

Lors de la séance du conseil métropolitain du 28 juin 2019, la MEL conformément à la Loi d'Orientation des Mobilités continue le processus pour la mise en place d'une zone environnementale permanente sous l'appellation Zone à Faible Émissions par engagement métropolitain (Délibération 19 C 0392 du conseil métropolitain).

La ZFE de la Métropole Européenne de Lille devait entrer en vigueur le 1er janvier 2021 pour tout ou partie de 11 communes en phase d'expérimentation : Lille-Hellemmes, Lomme, Sequedin, Haubourdin, Loos, Faches-Thumesnil, Ronchin, la Madeleine, Saint-André-Lez-Lille, Marquette-lez-Lille, Lambersart⁶⁹.

⁶⁹ https://www.lillemetropole.fr/sites/default/files/deliberations/19_C_0392.PDF

Mais en décembre 2020, il a été annoncé le report d'un an de l'instauration de la ZFE soit au 1^{er} janvier 2022. Les véhicules classés en catégorie 4 et 5, selon les vignettes Crit'Air, n'auront plus le droit de rouler dans les 11 communes précitées du territoire de la MEL.

En novembre 2021, ce délai de mise en place ne semble pas atteignable. Quoi qu'il en soit, la loi Climat et résilience, promulguée en août 2021, imposera, pour la métropole lilloise, une mise en place de la ZFE au plus tard le 1^{er} janvier 2025.

La zone de protection de l'air ZPA de Lille (Grand Lille)

La Métropole Européenne de Lille (MEL) se trouve dans le département du Nord (59), dans les Hauts-de-France. Elle regroupe au total 90 communes et compte plus de 1 134 000 habitants sur une superficie de 648 km².

Le 05.07.2017, les cinq préfets de la région des Hauts-de-France ont signé un arrêté instaurant le certificat qualité de l'air. Celui-ci décrit un ensemble de mesures applicables en cas de pic de pollution.

Le 18.07.2017, un communiqué de presse de la préfecture est venu préciser les mesures qui doivent être activées dans les 12 communes du Grand Lille lors d'épisodes de pollution. La zone de protection de l'air (ZPA) sera activée si nécessaire en cas de mauvaises conditions météorologiques sur décision du préfet compétent.

Outre Lille, les 11 communes suivantes font partie de la zone de protection de l'air (ZPA) : Hellemmes, Lambersart, Lezennes, Lomme, La Madeleine, Marcq-en-Barœul, Marquette-Lez-Lille, Mons-en-Barœul, Ronchin, Saint-André-Lez-Lille et Sequedin.

Conformément aux articles L. 325-1 à L. 325-3 et R. 411-19 du code de la route, tout contrevenant aux obligations en vigueur, à savoir le port de la vignette et les restrictions de circulation, s'expose à une amende forfaitaire de 3e classe pour les voitures particulières (68€) et de 4e classe pour les bus, autocars et poids-lourds (pouvant aller jusqu'à 375€).

En cas de pic de pollution, les mesures se déclinent en plusieurs étapes.

Après une phase « d'information et de recommandation » sans conséquence sur les restrictions de circulation, un premier niveau d'alerte pollution est enclenché. Il consiste en la réduction de la limitation de vitesse de 20 km/h sur les principaux axes de la zone de protection de l'air (ZPA). Cette mesure sera activée lorsque l'institut de surveillance de la qualité de l'air compétent relèvera des taux de concentration supérieurs à : 50/80 µg/m³ pour les particules fines, ou 180/240 µg/m³ pour l'ozone, ou 300/500 µg/m³ pour le dioxyde de soufre et/ou 200/400 µg/m³ pour le dioxyde d'azote.

Si, dans les jours à suivre, l'un des taux de pollution relevé excède encore les valeurs énoncées précédemment, des restrictions de circulation peuvent être mises en place. Les

véhicules ne possédant pas d'éco-vignette, ou dont la catégorie de vignette est insuffisante, pourront être exclus de la circulation.

La zone environnementale est traversée par plusieurs grands axes : l'A1 (en provenance et en direction de Paris), l'A22 (depuis/vers Gand en Belgique), l'A25 (depuis/vers Dunkerque) et la N227 reliant les autoroutes A22 et A27 en direction de Bruxelles. Aucun de ces axes n'est concerné par les restrictions de circulation.



Figure 141 : Limites de la ZPA du Grand Lille

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]

Le Plan Régional Santé Environnement (PRSE) décline à l'échelle régionale le PNSE et 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.

Après l'adoption du troisième plan national santé environnement en novembre 2014, les travaux d'élaboration du plan régional santé environnement pour la période 2017-2021, co-pilotés par l'ARS, la préfecture de région et le Conseil régional, ont été lancés.

Le troisième PRSE a été adopté en juin 2018. Ce plan est structuré autour de 28 fiches-actions réparties sur 6 axes stratégiques :

AXE 1. Impulser une dynamique santé-environnement sur les territoires

- Action 1 : Expérimenter la création d'un réseau de référents « santé-environnement » en établissements de santé
- Action 2 : Favoriser la mutation des sites et sols pollués
- Action 3 : Renforcer l'éducation à la promotion de la santé en tenant compte des enjeux environnementaux en milieu scolaire
- Action 4 : Intégrer la santé-environnement dans les formations sanitaires et sociales, initiales et continues
- Action 5 : Former les professionnels en établissement de santé à la prévention des risques chimiques liés aux soins

AXE 2. Périnatalité et petite enfance

- Action 6 : Soutenir les acteurs « pré et post natal » dans leurs actions de sensibilisation des familles sur l'exposition aux polluants domestiques
- Action 7 : Améliorer la prise en compte des enjeux en santé-environnement dans l'accueil et la prise en charge des femmes enceintes et jeunes enfants
- Action 8 : Expérimenter avec les conseils départementaux volontaires, la mise en place d'une sensibilisation des parents et le suivi des rayonnements ionisants médicaux reçus
- Action 9 : Former (formation initiale et continue) les professionnels de la périnatalité, de la santé et de la petite enfance aux risques liés à l'exposition aux polluants environnementaux
- Action 10 : Sensibiliser les futurs et jeunes parents aux risques liés à l'exposition aux polluants environnementaux

AXE 3. Alimentation et eau de consommation

- Action 11 : Développer le bio de proximité en restauration collective
- Action 12 : Actualiser et contrôler l'application des déclarations d'utilité publique des captages de la région
- Action 13 : Renforcer la coordination entre les différents plans d'actions sur l'eau
- Action 14 : Promouvoir la mise en place de plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau potable
- Action 15 : Informer la population sur la qualité de l'eau en fonction des territoires et du public

AXE 4. Environnements intérieurs, habitat et construction

- Action 16 : Améliorer l'environnement intérieur des piscines (air, surfaces et bruit)
- Action 17 : Amener les gestionnaires de bassins privés à usage collectif à respecter la réglementation
- Action 18 : Expérimenter un bâtiment exemplaire à usage d'habitation avec performance énergétique, confort des occupants et qualité de l'air intérieur
- Action 19 : Renforcer l'action des conseillers médicaux en environnement intérieur (CMEI) en région Hauts-de-France
- Action 20 : Promouvoir les bénéfices d'un environnement intérieur des logements de qualité
- Action 21 : Maîtriser le risque de développement des légionnelles dans les réseaux d'eau des établissements recevant du public (ERP)
- Action 22 : Former les professionnels intervenant dans les établissements recevant du public à la qualité de l'air intérieur et à l'acoustique
- Action 23 : Former et sensibiliser les professionnels du bâtiment à la qualité de l'air intérieur (QAI) et au risque amiante

AXE 5. Environnements extérieur et sonore

- Action 24 : Favoriser le changement de comportement pour améliorer la qualité de l'air extérieur
- Action 25 : Sensibiliser les populations aux expositions sonores liées à l'écoute et la pratique des musiques amplifiées

AXE 6. Amélioration des connaissances.

- Action 26 : Étudier et réduire l'exposition aux nanomatériaux, aux perturbateurs endocriniens et aux produits phytosanitaires
- Action 27 : Disposer d'un système d'information géographique en santé-environnement pour la région
- Action 28 : Améliorer les connaissances sur les particules dans l'air.

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 listées 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.

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.
- 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 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 s'est 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 et les délais d'obtention sont trop longs. Le Gouvernement a donc annoncé plusieurs mesures 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 signalisation 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 dangereuse (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, a rappelé le ministère de la Transition écologique dans un communiqué : la métropole de Lyon, Grenoble-Alpes-Métropole, la ville de Paris et la métropole du Grand Paris. En application du décret publié ce 17 septembre, a-t-il souligné, "sept 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."

Certains territoires n'ayant pas obligation de mettre en place une ZFE sont néanmoins engagés dans une réflexion⁷⁰ : CA de la Rochelle ; CA du Grand Anecy ; 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.

⁷⁰ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-parc-de-vehicules-selon-leur-categorie-critair-dans-les-zones-faibles-emissions-zfe>

ANNEXE N°5 : DONNÉES ATMO HAUTS-DE-FRANCE

Tableau 75: Concentrations en NO₂ relevées par Atmo Hauts-de-France

Unité : µg/m ³		Dioxyde d'azote NO ₂		
		Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dépassements 200 µg/m ³ en moyenne horaire
STATIONS	Année	Valeur limite : 40 µg/m ³		
		Nouvelle recommandation de l'OMS : 10 µg/m ³	Seuil information-recommandation	
Lille Fives	2015	22,9	98,9	0
	2016	23,6	103,6	0
	2017	27,7	109,7	0
	2018	29,1	113,5	0
	2019	22,5	108,9	0
	2020	17,3	89,7	0
	2021	-	-	-
Lille Leeds	2015	n.d	n.d	n.d
	2016	n.r	n.r	n.r
	2017	32,8	148,3	0
	2018	31,5	159,0	0
	2019	29,5	149,2	0
	2020	18,8	135,8	0
	2021	21,4	176,4	0

En septembre 2021, l'OMS introduit une recommandation en moyenne journalière pour le NO₂ de 25 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Tableau 76: Concentrations en PM_{2,5} relevées par Atmo Hauts-de-France

Unité : µg/m ³		Particules fines PM _{2,5}			
		Moyenne annuelle	Maximum Journalier	Nb Dépassements 25 µg/m ³ en moyenne journalière	Nb Dépassements 15 µg/m ³ en moyenne journalière
Stations	Année	Valeur limite : 25 µg/m ³		Ancienne recommandation de l'OMS : 3 dép. max	Nouvelle recommandation de l'OMS : 3 dép. max
		Nouvelle recommandation de l'OMS : 5 µg/m ³			
Lille Fives	2015	15,5	81	43	128
	2016	15,9	53	54	136
	2017	15,2	84	51	116
	2018	16,6	55	57	139
	2019	13,2	65	30	100
	2020	11,8	41	23	71
Lille Leeds	2015	n.d	n.d	n.d	n.d
	2016	n.r	n.r	n.r	n.r
	2017	15,1	83	48	n.d
	2018	16,6	58	39	n.d
	2019	13,3	69	28	n.d
	2020	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-

n.d = non disponible, n.r = non représentative

Tableau 77: Concentrations en PM₁₀ relevées par Atmo Hauts-de-France

Unité : µg/m ³		Particules fines PM ₁₀			
		Moyenne annuelle	Maximum Journalier	Nb Dépassements 50 µg/m ³ en moyenne journalière	Nb Dépassements 45 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m ³		Réglementation : 35 dép. max.	Nouvelle recommandation de l'OMS : 3 dép. max
		Nouvelle recommandation de l'OMS : 15 µg/m ³		Ancienne recommandation de l'OMS : 3 dép. max.	
Lille Fives	2015	21,7	97	10	14
	2016	20,5	62	8	14
	2017	20,8	87	7	14
	2018	21,6	72	5	8
	2019	20,1	87	8	15
	2020	16,4	50	0	2
	2021	18,3	65	3	5

Tableau 78: Concentrations en O₃ relevées par Atmo Hauts-de-France

Unité : µg/m ³		Maximum horaire	Nb Dép. 180 µg/m ³ en moyenne horaire	Nb Dép. 240 µg/m ³ en moyenne horaire
Stations	Année		Seuil information-recommandation	Seuil d'alerte
Lille Fives	2015	n.d	n.d	n.d
	2016	n.d	n.d	n.d
	2017	n.r	n.r	n.r
	2018	200,2	6	0
	2019	168,1	0	0
	2020	201,8	8	0
	2021	-	-	-

n.d = non disponible, n.r = non représentative

Tableau 79: Concentrations en BTEX relevées par Atmo Hauts-de-France

Unité : µg/m ³		BTEX				
		Benzène	Éthylbenzène	Toluène	(m+p) xylène	o-xylène
Station	Année	Valeur limite : 5 µg/m ³				
		Objectif de qualité : 2 µg/m ³				
Lille Leeds	2015	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2016	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2017	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r
	2018	0,44	0,20	1,38	0,57	0,24
	2019	0,38	0,18	1,12	0,69	0,32
	2020	0,28	0,11	0,98	0,44	0,36
2021	0,42	0,13	1,1	0,5	0,24	

n.d = non disponible, n.r = non représentative

ANNEXE N°6 : HISTORIQUE DES DONNÉES 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.

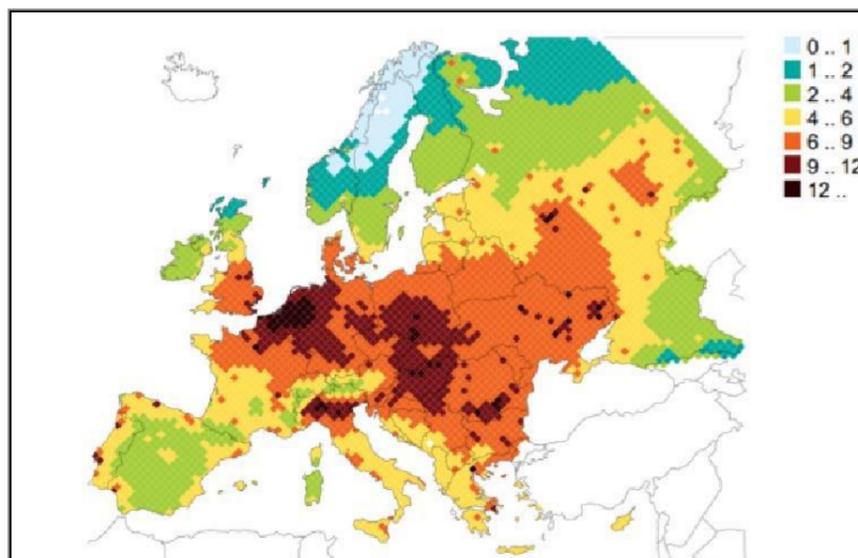


Figure 142 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]

Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec l'exposition chronique aux particules fines PM2,5 d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois.

❖ Programme APHEKOM

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ Les EIS (Évaluations d'Impact Sanitaire)

Une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

En date de Mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d'habitants ont ainsi bénéficié d'EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l'impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m³ à Toulouse à 24,7 µg/m³ à Lyon. Si la valeur-guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m³ de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d'espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

❖ Le PNSE (Plan National Santé Environnement)

Le PNSE 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 plan national santé environnement (PNSE) 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, (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.

Ce PNSE a notamment été structuré par le Pacte vert pour l'Europe (« Green Deal ») dont l'objectif est de garantir des écosystèmes et un cadre de vie sains aux Européens. Il s'intègre par ailleurs dans les travaux du bureau européen de l'OMS sur la santé environnement.

Le PNSE 4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

❖ Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont

les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.

Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - NO₂, O₃, PM₁₀ et PM_{2,5} - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Nous avons pu observer des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM₁₀, PM_{2,5}) et de NO₂ et le nombre journalier d'hospitalisations pour causes cardiovasculaires. Ces relations sont plus importantes pour les 65 ans et plus. Elles sont également plus élevées pour les causes cardiaques, en particulier les cardiopathies ischémiques, alors qu'elles ne sont pas significatives pour les maladies cérébrovasculaires.

Concernant les admissions hospitalières pour causes respiratoires, les excès de risque relatif associés à une augmentation des niveaux de NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

❖ Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement complexe de calculer le coût social, économique et sanitaire, 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 :

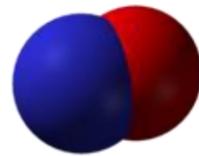
- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par 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", le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an.

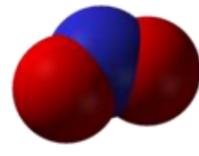
ANNEXE N°7 : PRÉSENTATION DES PRINCIPALES SUBSTANCES ÉMISES PAR LE TRANSPORT ROUTIER

❖ 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.

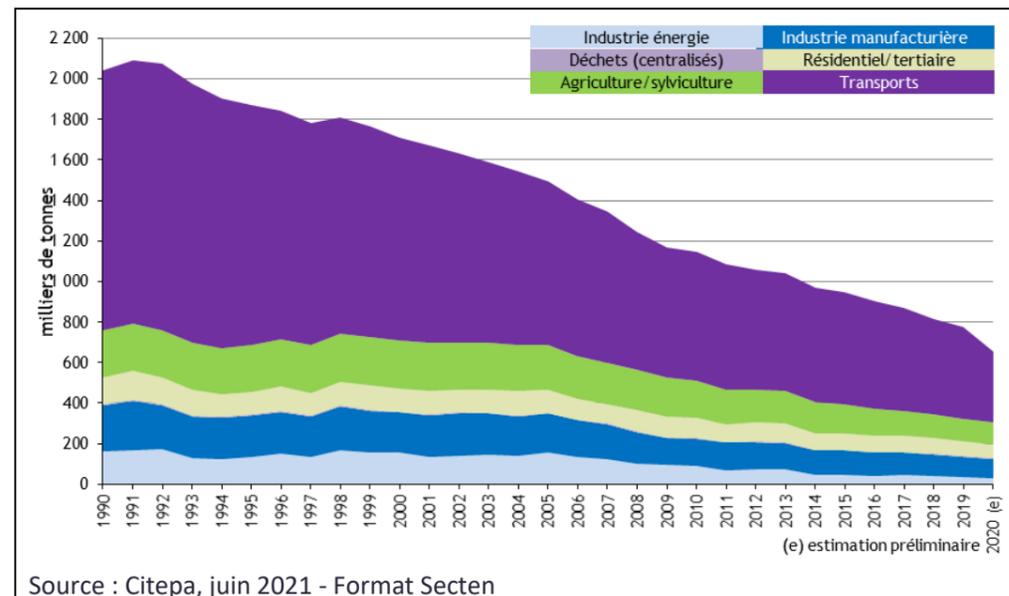


Molécule de monoxyde d'azote



Molécule de dioxyde d'azote

➤ Principales sources d'émission



Les transports sont le 1^{er} secteur émetteur de NOx (448,7 kt soit 58 % des émissions de la France métropolitaine en 2019) et majoritairement par le transport routier (89,4 % des émissions de NOx des transports).

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.

➤ 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).

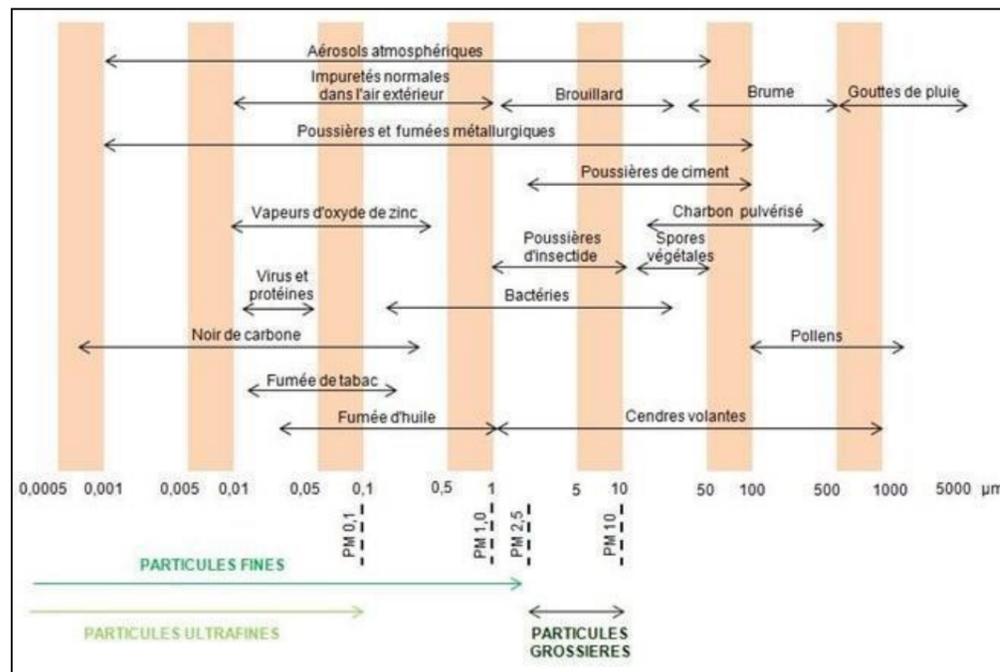
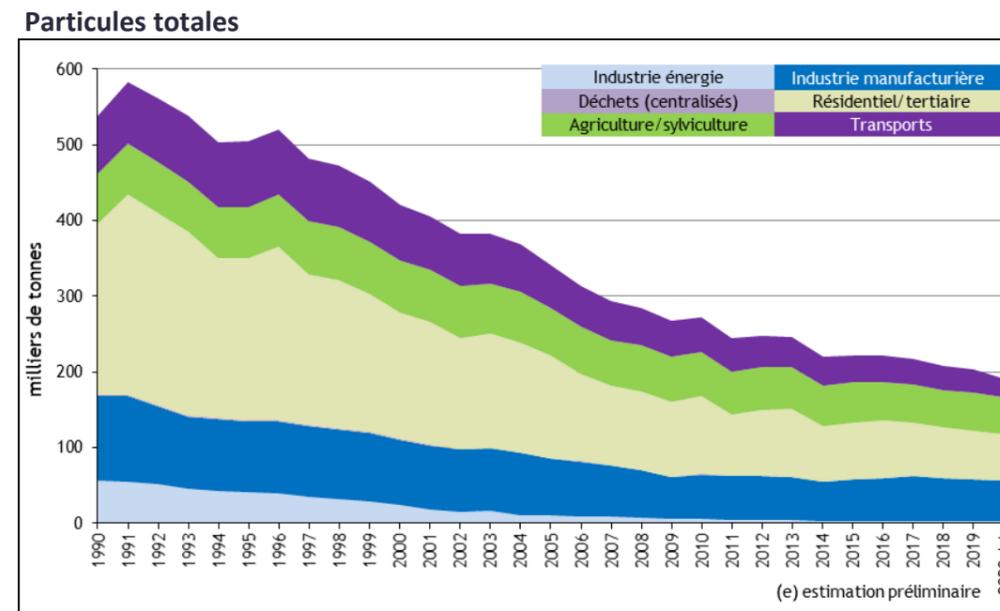


Figure 143 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA)

➤ **Principales sources d'émission**

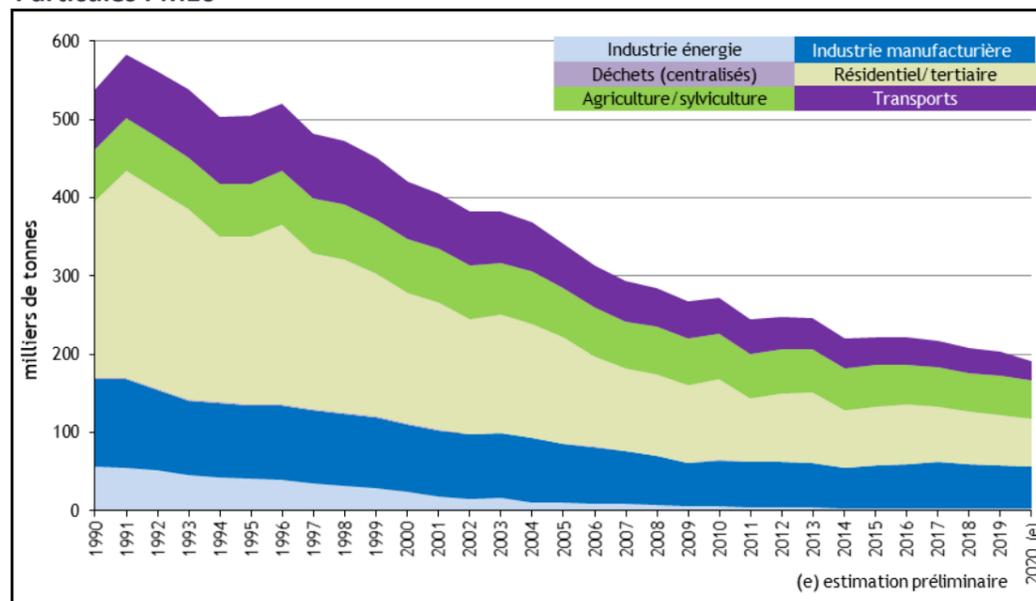


Source : Citepa, juin 2021 - Format Secten

Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2019. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 58 % des émissions de la France métropolitaine en 2019 (446,5 kt), notamment du fait des labours des cultures
- l'industrie manufacturière avec 27 % (206,5 kt), 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 (6 %).

Particules PM10

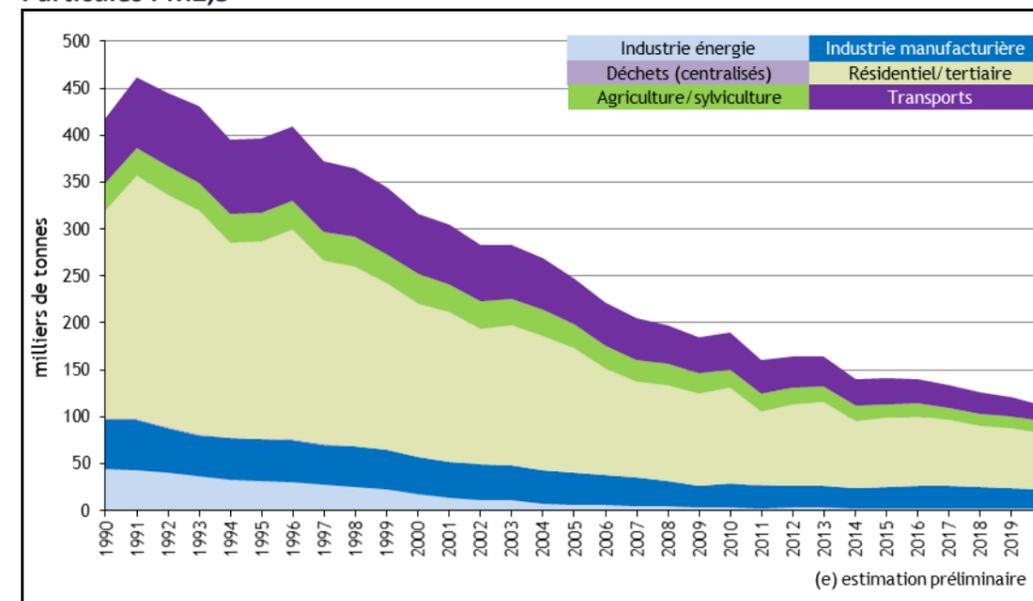


Source : Citepa, juin 2021 - Format Secten

Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2019 sont :

- Le résidentiel / tertiaire (32 %), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul
- L'industrie manufacturière (27 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction
- L'agriculture / sylviculture (25 %), en particulier les élevages et le labour des cultures ;
- Les transports (15 %)
- La transformation d'énergie 1 %.

Particules PM2,5



Source : Citepa, juin 2021 - Format Secten

Les émissions par ordre d'importance en 2019 sont induites par :

- Le résidentiel / tertiaire avec 53 % des émissions totales de la France métropolitaine ;
- L'industrie manufacturière 18 % ;
- Les transports 18 % ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture 10 % ;
- La transformation d'énergie 1 %.

➤ Effets sur la santé

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°8 : MÉTROLOGIE DES POLLUANTS MESURÉS

❖ 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. La mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

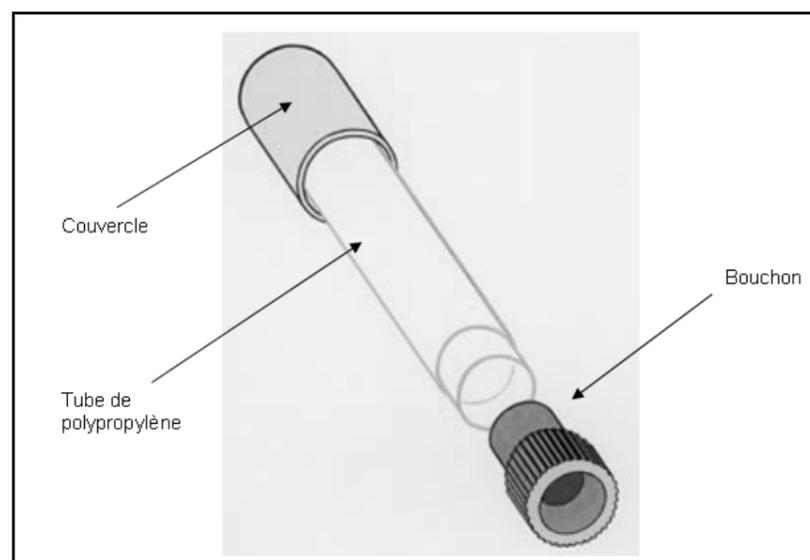


Figure 144 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de

dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'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 $\{C-C_0\}$ le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12} \frac{(C_0 - C).S.t}{L} \quad \text{Équation 2}$$

Où :
 C : concentration ambiante du gaz 1
 C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif
 $(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12} \frac{S}{L} C.t \quad \text{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \quad \text{Équation 4}$$

Le coefficient de diffusion de NO₂ utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : D(NO₂) = 0,154 cm².s⁻¹. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :

Longueur L = 7,116 (± 0,020) cm, Diamètre 2r = 1,091 (± 0,015) cm.

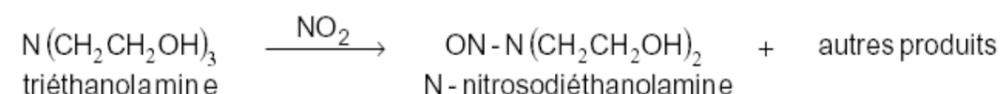
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en cm³.s⁻¹) par les équations suivantes :

$$D_{éch} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

D_{éch} ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D₁₂.

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 µg.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 NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de NaNO_2 , de la forme $A = f([\text{NO}_2^-])$ avec A l'absorbance de la solution et $[\text{NO}_2^-]$ la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO_2 . Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO_2^- formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

➤ 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 planche ci-dessous illustre le micro-capteur.

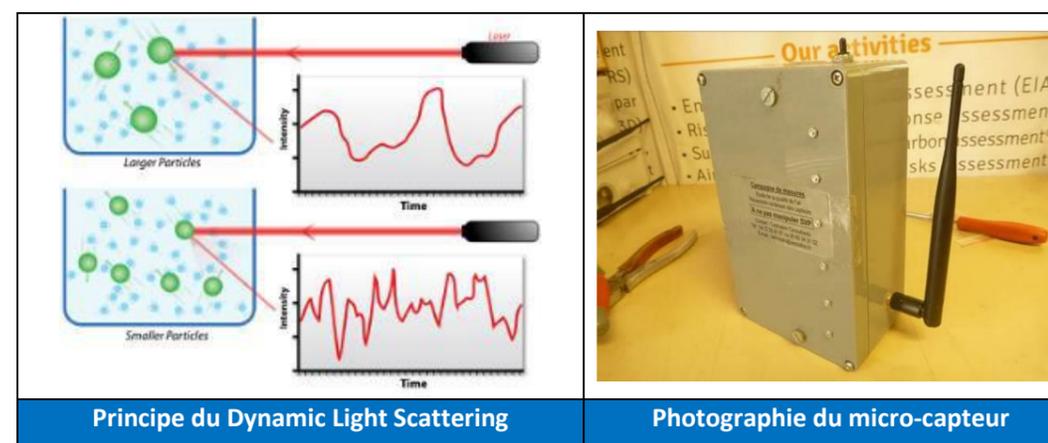


Figure 145 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

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°9 : RÉGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Tableau 80 : 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)	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³.</p> <p>En moyenne horaire : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.</p>	<p>En moyenne annuelle : 40 µg/m³.</p>	<p>En moyenne horaire : 200 µg/m³.</p>	<p>En moyenne horaire : 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives.</p> <p>200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.</p>	
Oxydes d'azote (NO _x)					<p>En moyenne annuelle (équivalent NO₂) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).</p>
Dioxyde de soufre (SO ₂)	<p>En moyenne journalière : 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.</p> <p>En moyenne horaire : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.</p>	<p>En moyenne annuelle : 50 µg/m³.</p>	<p>En moyenne horaire : 300 µg/m³.</p>	<p>En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.</p>	<p>En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.</p>
Plomb (Pb)	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.</p>	<p>En moyenne annuelle : 0,25 µg/m³.</p>			
Monoxyde de carbone (CO)	<p>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³.</p>				

Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³.</p> <p>En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.</p>	<p>En moyenne annuelle : 30 µg/m³.</p>	<p>En moyenne journalière : 50 µg/m³.</p>	<p>En moyenne journalière : 80 µg/m³.</p>	
Benzène (C ₆ H ₆)	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.</p>	<p>En moyenne annuelle : 2 µg/m³.</p>			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O ₃)		<p>Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile.</p> <p>Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h</p>	<p>En moyenne horaire : 180 µg/m³.</p>	<p>Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure</p> <p>Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire :</p> <p>1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives.</p> <p>2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives.</p> <p>3e seuil : 360 µg/m³.</p>	<p>Seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.</p> <p>Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.</p>

* 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 : 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	-		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. 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. 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.
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.	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. 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.

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.
Mercur	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 cancérogène 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 cancérogénicité ou sur la reprotoxicité propre des xylènes

Contact

TechniSim Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Tel : 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 ←