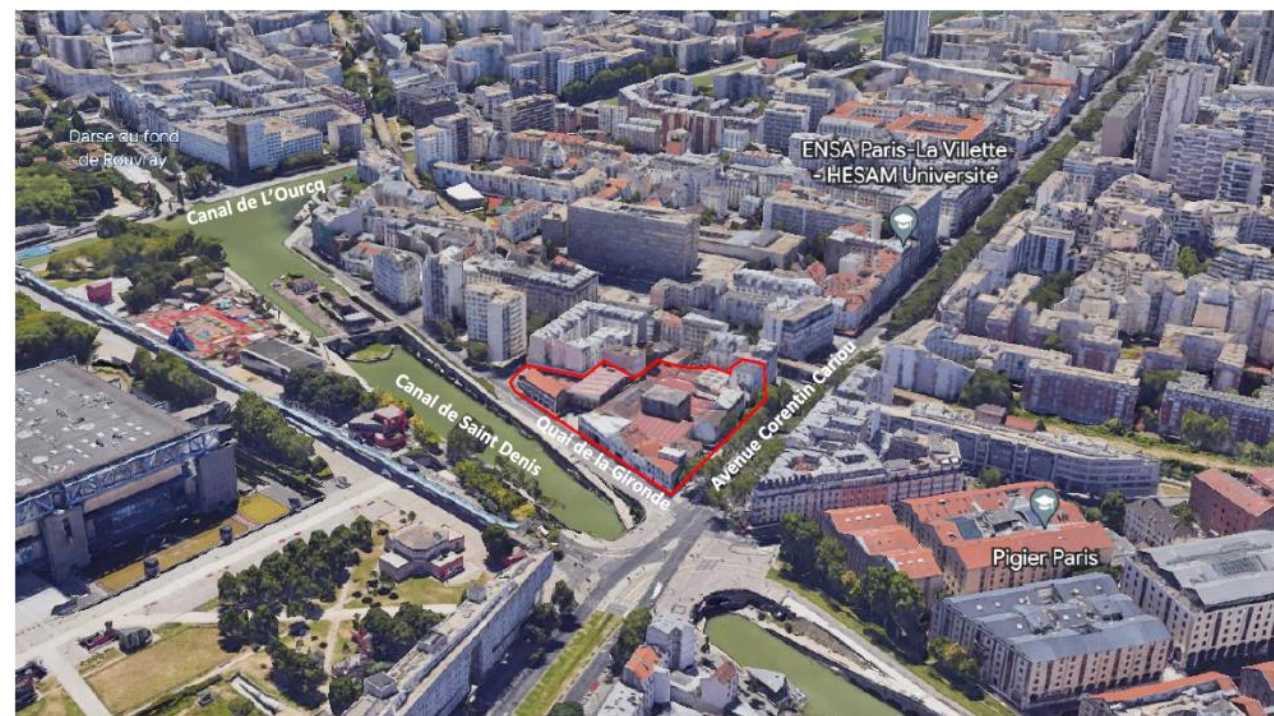


PROJET D'AMENAGEMENT IMMOBILIER

« QUAI DE LA GIRONDE – AVENUE CORENTIN CARIOU »

PARIS 19^{EME} [Paris/75]



VOLET AIR & SANTE

ÉTAT ACTUEL & ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 233 110 151

V1g

08 juillet 2024

TechniSim
Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteur	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1.docx	1	17/01/2024	État actuel Analyse des Impacts	Première version	TS	CC	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1a.docx	1a	20/02/2024	État actuel Analyse des Impacts	Intégration des remarques	CC	RG	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1b.docx	1b	22/02/2024	État actuel Analyse des Impacts	Intégration des remarques	CC	RG	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1c.docx	1c	18/03/2024	État actuel Analyse des Impacts	Ajout de l'IPP Ajout du détail de la phase chantier	TS CC	CC RG	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1d.docx	1d	22/03/2024	État actuel Analyse des Impacts	Intégration des remarques	CC	RG	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1e.docx	1e	14/05/2024	État actuel Analyse des Impacts	Intégration des remarques	TS	CC	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1f.docx	1f	04/07/2024	État actuel Analyse des Impacts	Intégration des remarques	TS	CC	RG
Rapport_étude_Nexity_Quai_Gironde_Paris_19_Air_Santé_N1g.docx	1g	08/07/2024	État actuel Analyse des Impacts	Intégration des remarques	TS	CC	RG



Projet d'aménagement immobilier « Quai de la Gironde – Avenue Corentin Cariou »
PARIS 19^{ème} [Paris/75]

Volet Air & Santé
État actuel & Analyse des Impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Préambule 12

1. Contexte général 13

2. Contexte législatif..... 14

3. Présentation du projet..... 15

4. Présentation du volet Air et santé..... 16

 4.1. Définition des paramètres de l’étude..... 16

 4.2. Définition du niveau de l’étude 17

 4.3. Contenu de l’étude complète 18

État Actuel 19

5. Contenu de l’état actuel..... 20

6. Contentieux européen et sanctions financières 21

7. Documents de Planification, plans et programmes en lien avec la qualité de l’air – Compatibilité du projet 23

8. Identification des principales sources d’émissions atmosphériques..... 38

 8.1. Inventaire des émissions 38

 8.2. Réseaux de transports..... 39

 8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire 41

 8.4. Secteur agricole 42

 8.5. Registre des émissions polluantes (secteur industriel)..... 42

 8.6. Synthèse..... 42

9. Qualité de l’air..... 43

 9.1. Abaissement des seuils OMS de référence en 2021 43

 9.2. Procédure de révision de la directive européenne sur l’air ambiant et un air pur pour l’Europe 44

 9.3. Bilan de la qualité de l’air en Île-de-France en 2022..... 45

 9.4. Zones sensibles pour la qualité de l’air..... 48

 9.5. Zones couvertes par un PPA 48

 9.6. Procédures d’information et d’alerte..... 49

 9.6.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral..... 49

 9.6.2. Historique des dépassements 50

 9.7. Données Airparif..... 51

 9.7.1. Mesures réalisées par Airparif 51

 9.7.2. Indice ATMO..... 53

 9.7.3. Modélisations Airparif au niveau de la zone d’étude 54

9.8. Exposition de la population 56

 9.8.1. Exposition aux différentes nuisances environnementales..... 56

 9.8.2. Exposition de la population à la pollution atmosphérique 57

9.9. Synthèse 59

10. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé..... 61

 10.1. Morbidité et coûts associés..... 61

 10.2. Mortalité..... 62

 10.3. Évaluation de l’impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EIS-PA) pour l’agglomération de Paris..... 67

11. Analyse de la zone d’étude..... 68

 11.1. Recensement des projets pouvant induire des effets cumulés 68

 11.2. Données météorologiques et topographiques 69

 11.3. Occupation des sols 71

 11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion 71

 11.5. Analyse de la population de la zone d’étude..... 72

 11.6. Identification des établissements vulnérables 73

 11.7. Synthèse 75

12. Mesures in situ 76

 12.1. Déroulement de la campagne de mesure 76

 12.2. Conditions météorologiques lors de la campagne 77

 12.3. Résultats des mesures 77

 12.3.1. Particules PM10 et PM2,5 77

 12.3.2. Dioxyde d’azote 80

 12.4. Synthèse des résultats 81

Conclusion de l’état actuel 83

13. Perspective d’évolution de l’état actuel 84

14. Conclusion de l’état actuel 84

Analyse des Impacts 90

15. Contenu de l’analyse des impacts 91

16. Impacts du projet sur la qualité de l’air en phase chantier..... 92

 16.1. Généralités sur les émissions polluantes d’un chantier et les mesures de réduction disponibles 92

 16.2. Description du chantier du projet “Quai de la Gironde” 94

 16.3. Quantification des émissions liées aux activités du chantier 96

 16.3.1. Émissions de poussières 96

 16.3.2. Émissions issues du trafic des poids lourds 97

16.4. Synthèse	98	22.2. Changements climatiques	163
17. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation	99	22.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé	165
17.1. Émissions provenant des bâtiments créés	99	22.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques	170
17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire	99	22.5. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles	171
17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments	105	22.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques	173
17.1.3. Impacts du projet (secteurs résidentiel et tertiaire) sur la qualité de l'air	105	23. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ..	175
17.2. Impact du trafic automobile moyen journalier annuel lié à l'exploitation du projet	106	23.1. Effets sur les sols	175
17.2.1. Méthodologie	106	23.2. Effets sur la végétation	175
17.2.2. Indice VK sur le réseau d'étude	108	23.3. Effets sur la faune	177
17.2.3. Consommations énergétiques sur le réseau d'étude	109	23.4. Effets sur les bâtiments	178
17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude	110	24. Qualité de l'air intérieur	179
17.2.5. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique	114	24.1. Présentation	179
17.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air	128	24.2. Polluants	179
18. Exposition des populations – Indice Pollution Population	130	24.3. Recommandations	180
19. Impacts du projet sur la santé – Évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS]	132	25. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts	181
19.1. Hypothèses de travail retenues	132	25.1. Mesures de réduction en phase chantier	181
19.2. Contenu et démarche de l'EQRS	133	25.2. Mesures de réduction en phase conception	181
19.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil - Quotients de danger	139	25.3. Mesures de réduction en phase exploitation	183
19.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les cas particuliers des substances sans VTR	143	25.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains	183
19.5. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)	144	Conclusion – Analyse des Impacts	184
19.6. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus : comparaison avec les recommandations de l'OMS	146	26. Conclusion de l'analyse des impacts	185
19.7. Incertitudes relatives à l'EQRS	148	Annexes	187
19.8. Synthèse de l'EQRS – Impact du projet sur la santé	149	Annexe n°1 : Glossaire	188
20. Impact du projet sur les émissions de gaz à effet de serre	150	Annexe n°2 : Fiches descriptives - mesures <i>in situ</i>	190
20.1. Généralités	150	Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure <i>in situ</i> et normales	193
20.2. Émissions de GES sur le réseau d'étude	155	Annexe n°4 : Historique des données sanitaires	198
21. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique	157	Annexe n°5 : Métrologie des polluants	201
21.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques	157	Annexe n°6 : Présentation des substances mesurées	204
21.1.1. Généralités	157	Annexe n°7 : Réglementation des polluants atmosphériques	207
21.1.2. Coûts liés aux émissions du trafic routier du réseau d'étude	157	Annexe n°8 : Lignes directrices de l'OMS	209
21.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre	158	Annexe n°9 : Isocontours des concentrations annuelles modélisées incluant les concentrations de fond, centrées sur le projet	210
22. Effets de la pollution atmosphérique et des GES sur la santé et le climat	160		
22.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique sur la santé	160		

Annexe n°10 : Données trafic considérées dans l’étude 213
Contact 215

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation du projet (Source : Examen au cas par Cas) 15

Figure 2 : Zone d'étude du volet Air et Santé.....17

Figure 3 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (février 2024) .21

Figure 4 : La hiérarchie des normes (Source : L'institut Paris Région, mars 2022) 23

Figure 5 : Bilan des émissions annuelles pour Paris intra-muros (estimations faites en 2022 pour l'année 2019) (source : Données Airparif) 38

Figure 6 : Réseaux de transport aux environs du projet 39

Figure 7 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (source : Nexity & CDVIA).....40

Figure 8 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015] 40

Figure 9 : Comparaison du tonnage transporté par bateau et par camion 41

Figure 10 : Environnement du projet par typologie de bâtiments.....42

Figure 11 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO₂, l'O₃, le SO₂ et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021.....43

Figure 12 : Recommandations de l'OMS pour le NO₂, le SO₂ et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides 44

Figure 13 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air en Île-de-France (Source : Bilan de la qualité de l'air 2021 Airparif).....48

Figure 14 : Nombre de jours sous procédures d'information et d'alerte pour constat de dépassement à Paris entre 2019 et 2023 (Source : LCSQA).....50

Figure 15 : Localisation des stations de mesure Airparif les plus proches du projet 51

Figure 16 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021 53

Figure 17 : Évolution et répartition des indices ATMO 2023 pour le 19^{ème} arrondissement de Paris (Source : Historique des indices, Airparif) 54

Figure 18 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2023 54

Figure 19 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM10, 2023 54

Figure 20 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en PM10 est supérieure à 50 µg/m³, 2023.....54

Figure 21 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2023 55

Figure 22 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles pour le benzène, 2020 (Modélisation 2023 non disponible).....55

Figure 23 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure au seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ sur 8 heures, 2023 ...55

Figure 24 : Cumul des nuisances environnementales - (Source : Institut Paris Région) 56

Figure 25 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO₂ et l'O₃ - comparaison de la proportion de franciliens exposés aux dépassements des seuils OMS en 2020 selon la référence OMS de 2005 et de 2021 58

Figure 26 : 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) 63

Figure 27 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France).....64

Figure 28 : 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)..... 64

Figure 29 : Localisation des opérations identifiées (Source : Examen au cas par cas) 68

Figure 30 : Rose des vents (source : meteoblue.com) 70

Figure 31 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com) 70

Figure 32 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com) 70

Figure 33 : Occupation du sol détaillée en 2021 et évolution par rapport à 2012 et 2017 (source : Institut Paris Région) 71

Figure 34 : Jardins partagés/familiaux/collectifs à proximité du projet 72

Figure 35 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022)..... 72

Figure 36 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique en l'état actuel et en projet 74

Figure 37 : Réceptacle, tube passif pour le NO₂ et micro-capteur laser pour les particules 76

Figure 38 : Emplacements des points de mesure *in situ* 77

Figure 39 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 au point n°3 (conditions trafic) lors de la campagne de mesure (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes) 77

Figure 40 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 au point n°3 (conditions trafic) lors de la campagne de mesure 78

Figure 41 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote lors de la campagne de mesure..... 80

Figure 42 : Résultats des mesures *in situ* (concentrations moyennes sur la période de mesure, 17 novembre au 15 décembre 2023) 82

Figure 43 : Synthèse des enjeux..... 89

Figure 44 : Rotation mensuelle de camions sur le chantier..... 95

Figure 45 : Émissions (kg) de poussières (TSP, PM10, PM2.5) des étapes de démolition / construction / réhabilitation sur l'ensemble de la phase chantier incluant l'arrosage comme mesure de réduction..... 97

Figure 46 : Émissions mensuelles de NOx (en gramme) par km parcouru par les PL liés au chantier..... 97

Figure 47 : Émissions mensuelles de PM2.5 (en gramme) par km parcouru par les PL liés au chantier..... 98

Figure 48: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP 99

Figure 49: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 100

Figure 50: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 ... 100

Figure 51: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1,0 ... 101

Figure 52: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie 101

Figure 53: Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine 102

Figure 54: Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique 103

Figure 55: Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine 104

Figure 56: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux 104

Figure 57 : Brins considérés / Réseau d'étude..... 107

Figure 58 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation et les classes de véhicules, en proportion – version 2022 scénario AME des parcs IFSTTAR (Source : HBEFA) 108

Figure 59: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....109

Figure 60 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....109

Figure 61 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l'étude) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2023.....110

Figure 62 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO₂) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 111

Figure 63 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 111

Figure 64 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 112

Figure 65 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 112

Figure 66 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....112

Figure 67 : Émissions de COVM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 112

Figure 68 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 113

Figure 69 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....113

Figure 70 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle ..113

Figure 71 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle ..113

Figure 72 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle.....114

Figure 73: Modélisation gaussienne d'un panache.....114

Figure 74: Rose des vents utilisée pour les simulations.....115

Figure 75: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul 115

Figure 76: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul.....116

Figure 77 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023 – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 123

Figure 78 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 123

Figure 79 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Projetée – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 124

Figure 80 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation Projetée 2028 et Fil de l'eau 2028 (Situation 3 - Situation 2) 124

Figure 81 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023– Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 125

Figure 82 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau– Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 125

Figure 83 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Projetée – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 126

Figure 84 : Différence de concentration en PM10 entre la situation Projet 2028 et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2) 126

Figure 85 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023 – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond..... 126

Figure 86 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau– Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond 127

Figure 87 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Projetée– Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond..... 127

Figure 88 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation Projet 2028 et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2) 127

Figure 89 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude aux horizons 2028 (situation Fil de l'eau, Projetée) comparativement à la situation actuelle 2023 (réseau d'étude + boulevard Périphérique + teneur de fond pour le NO₂, PM10 et PM2.5) 128

Figure 90 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP 130

Figure 91: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique..... 130

Figure 92: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10 provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique..... 131

Figure 93 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS 132

Figure 94: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence 134

Figure 95 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche la plus exposée 140

Figure 96 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche du projet 140

Figure 97 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier de maternelle - Voie inhalation – École maternelle la plus exposée 141

Figure 98 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier de l'élémentaire - Voie inhalation – École élémentaire la plus exposée..... 141

Figure 99 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier de primaire- Voie inhalation – École primaire la plus exposée 142

Figure 100 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Résident - Voie inhalation – Max zones d'habitations et Max emprise projet 142

Figure 101 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario enfant (de 0 à 11 ans) - A [2023 Situation actuelle] ; B [2028 Sans projet] ; C [2028 Avec projet, Résident Hors Projet, Crèche Hors Projet] ; D [2028 Avec projet, Résident Hors Projet, Crèche du Projet] ; E [2028 Avec projet, Résident du Projet, Crèche Hors Projet] ; F [2028 Avec Projet, Résident du Projet, Crèche du Projet] 145

Figure 102 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario résident..... 146

Figure 103 : Contribution par secteur (en %) aux émissions de GES (scope 1+2) en Île-de-France pour l'année 2019 (Source : Données Airparif) 150

Figure 104 : Évolution des émissions de GES en Île-de-France entre 2005 et 2019 (source : Airparif) 150

Figure 105 : Répartition sectorielle des émissions directes et indirectes de GES en 2019 (en haut) et énergies consommées en 2019 (en bas) à Paris 19^{ème} (Source : Energif/ROSE) ... 151

Figure 106 : Mix énergétique du secteur résidentiel en Ile de France en 2019 (source : Airparif)..... 151

Figure 107 : Émissions de GES du secteur résidentiel en Ile-de-France entre 2005 et 2019 (Source : Airparif) 151

Figure 108 : Composition du parc résidentiel en 2020 et part des consommations entre maisons et appartements et 2019 à Paris 19^{ème} (source : INSEE et Energif/ROSE) 152

Figure 109 : Répartition de la consommation énergétique du secteur résidentiel par usage en 2019 à Paris 19 ^{ème} (Source : Energif/ROSE)	152
Figure 110 : Mix énergétique du secteur tertiaire en Ile de France en 2019 (source : Airparif)	152
Figure 111 : Émissions de GES du secteur tertiaire en Ile-de-France entre 2005 et 2019 (Source : Airparif)	153
Figure 112 : Consommation d'énergie en GWh du secteur tertiaire à Paris 19 ^{ème} en 2019 (source : Energif/ROSE)	153
Figure 113 : Répartition de la consommation énergétique du secteur tertiaire par usage en 2019 à Paris 19 ^{ème} (Source : Energif/ROSE)	153
Figure 114 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO ₂ du transport routier (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN)	154
Figure 115 : Émissions de GES par type de transports en France (source : D'après les données DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2023 ; Ministère de la Transition Énergétique)	154
Figure 116 : Émissions de GES du transport routier en Ile-de-France entre 2005 et 2019 (Source : Airparif)	154
Figure 117: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO ₂ /jour) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle – Phase exploitation	155
Figure 118: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude	156
Figure 119 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude	158
Figure 120 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude	159
Figure 121: Pénétration des particules dans l'organisme	161
Figure 122 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France)	163
Figure 123 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France)	164
Figure 124 : Décalage du climat entre les normales 1961-1990 et 1991-2020	164
Figure 125 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2022 en France métropolitaine (source : Santé Publique France)	165
Figure 126 : Nombre de jours de canicule par département pendant l'été 2022 (source : Santé Publique France)	166
Figure 127 : Nombre quotidien de passages aux urgences, d'hospitalisations, d'actes SOS Médecins, pour iCanicule, Île-de-France, du 1er juin au 15 septembre 2022 (source : Santé Publique France)	166
Figure 128 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022, France métropolitaine (source : Santé Publique France)	167
Figure 129 : Mortalité en excès pendant les deux canicules, par âge, sur les périodes et les départements concernés par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques, Île-de-France, été 2022 (Source : Santé Publique France ; données extrapolées)	167
Figure 130 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947 - aout 2023 (source : météo France)	168
Figure 131 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr)	169

Figure 132 : Calendrier pollinique 2023 issu des mesures de pollens à Paris (source : RNSA / République Française / ARS)	170
Figure 133 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1 ^{er} janvier 2023 en France métropolitaine	171
Figure 134 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques	172
Figure 135 : 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)	174
Figure 136 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)	174
Figure 137 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe)	179
Figure 138 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration	180
Figure 139 : Déminéralisation de l'emprise projet	182
Figure 140 : Températures enregistrées lors de la période de mesure	193
Figure 141 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure	194
Figure 142 : Origine des vents lors de la période de mesure	195
Figure 143 : Rose des vents annuelle à Paris (source : meteoblue)	195
Figure 144: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort	196
Figure 145: Précipitations pendant la campagne de mesure	196
Figure 146 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure	196
Figure 147 : Irradiances enregistrées lors de la période de mesure	197
Figure 148 : 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] ..	198
Figure 149 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)	201
Figure 150 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu	203
Figure 151 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA)	205
Figure 152 : Concentrations en NO ₂ – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023. 210	
Figure 153 : Concentrations en NO ₂ – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2028	210
Figure 154 : Concentrations en NO ₂ – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Projetée 2028	210
Figure 155 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023	210
Figure 156 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2028	211
Figure 157 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Projetée 2028	211
Figure 158 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023	211
Figure 159 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2028	211
Figure 160 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Projetée 2028	212
Figure 161 : Brins considérés	213

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic 16

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti.....17

Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019 18

Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet 24

Tableau 5 : Émissions annuelles de Paris intra-muros en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2019 (source : Données Airparif) 39

Tableau 6 : Routes aux alentours du projet et leur TMJA et % PL (Poids Lourds) respectifs en 2023 40

Tableau 7 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition amendée de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2035.....44

Tableau 8 : Valeurs limites réglementaires actuelles et objectifs intermédiaires à atteindre au plus tard le 1er janvier 2030 selon l'amendement de la proposition de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine 45

Tableau 9 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte 50

Tableau 10 : Caractéristiques des stations de mesure Airparif les plus proches du projet ..51

Tableau 11: Concentrations en NOx et en NO₂ relevées par Airparif aux stations les plus proches 52

Tableau 12 : Concentrations en PM10 relevées par Airparif aux stations les plus proches .52

Tableau 13 : Concentrations en PM2,5 relevées Airparif aux stations les plus proches 52

Tableau 14 : Concentrations en Ozone relevées par Airparif aux stations les plus proches 52

Tableau 15 : Concentrations en SO₂ relevées par Airparif aux stations les plus proches.....52

Tableau 16 : Concentrations en BTEX relevées par Airparif aux stations les plus proches...52

Tableau 17 : Concentrations en CO relevées par Airparif aux stations les plus proches.....52

Tableau 18 : Concentrations en métaux relevées par Airparif aux stations les plus proches 53

Tableau 19 : Résultats numériques des modélisations Airparif au sein de l'emprise projet en 2023 (benzène données 2020) (source : Airparif).....56

Tableau 20 : Exposition de la maille d'appartenance du projet aux diverses nuisances environnementales – Situation 2021 (période d'analyse 2017-2020).....56

Tableau 21 : Indicateurs d'exposition aux particules PM10 en 2022 (source : Airparif) 57

Tableau 22 : Indicateurs d'exposition aux particules PM2,5 en 2022 (source : Airparif) 57

Tableau 23 : Indicateurs d'exposition au dioxyde d'azote en 2022 (source : Airparif) 57

Tableau 24 : Indicateurs d'exposition au benzène en 2020 (source : Airparif).....58

Tableau 25 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2021 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2023) 62

Tableau 26 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %) 65

Tableau 27 : Impact des PM10 et du NO₂ à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%).....66

Tableau 28 : 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 %) 66

Tableau 29 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération parisienne (2004-2006)..... 67

Tableau 30 : Normales climatologiques à la station Météo-France « Paris-Montsouris »... 69

Tableau 31 : Caractéristiques des jardins partagés/familiaux/collectifs à proximité du projet 71

Tableau 32 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 72

Tableau 33 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 72

Tableau 34 : Liste des établissements vulnérables..... 73

Tableau 35 : Typologie des points de mesure 76

Tableau 36 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°3 (conditions trafic) lors de la campagne de mesure 78

Tableau 37 : Résultats des mesures des stations Airparif en particules PM10 et PM2.5 du 17 novembre au 15 décembre 2023 en moyennes journalières sur la période..... 79

Tableau 38 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]..... 80

Tableau 39 : Données Airparif disponibles sur les concentrations en NO₂ mesurées entre le 17 novembre et le 15 décembre 2023 (correspondant à la campagne de mesure) 81

Tableau 40 : Synthèse de l'état actuel et enjeux..... 85

Tableau 41 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019..... 91

Tableau 42: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction 92

Tableau 43 : Hypothèses / Données du calcul des émissions de poussières en phase démolition et construction 96

Tableau 44 : Émissions de poussières émises par les travaux du chantier (incluant l'arrosage comme mesure de réduction) 96

Tableau 45 : Hypothèses / Données du calcul des émissions de polluants atmosphériques des PL du chantier..... 97

Tableau 46 : Émissions de polluants à l'échappement émises par les PL de chantier par km parcouru (pour l'intégralité du chantier)..... 97

Tableau 47: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 109

Tableau 48: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 109

Tableau 49 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités 110

Tableau 50 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant..... 111

Tableau 51 : Liste des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul 116

Tableau 52 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul..... 117

Tableau 53 : Concentrations relevées au niveau de la crèche la plus exposée..... 118

Tableau 54 : Concentrations relevées au niveau de l'école maternelle la plus exposée ... 118

Tableau 55 : Concentrations relevées au niveau de l'école élémentaire la plus exposée . 119

Tableau 56 : Concentrations relevées au niveau de l'école primaire la plus exposée 119

Tableau 57 : Concentrations maximales relevées au niveau des habitations hors projet . 120

Tableau 58 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'emprise projet 120

Tableau 59 : Concentrations maximales relevées au niveau de la future crèche.....	121	Tableau 90 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en € ₂₀₁₅ / 100 véhicules x km)	157
Tableau 60 : Concentrations de fond urbain utilisées dans les modélisations	122	Tableau 91 : Classes de densité	157
Tableau 61 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle ..	123	Tableau 92 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude	158
Tableau 62 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire.....	123	Tableau 93 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude	158
Tableau 63 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle	125	Tableau 94: Principaux pollens allergisants.....	171
Tableau 64 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne journalière	125	Tableau 95 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle..	177
Tableau 65 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle	126	Tableau 96 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle	177
Tableau 66 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française	128	Tableau 97 : Vitesse du vent médian journalier et rafales de vents maximales journalières	194
Tableau 67: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique	130	Tableau 98 : Échelle de Beaufort	195
Tableau 68: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10 provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique	130	Tableau 99 : Critères nationaux de la qualité de l'air	207
Tableau 69 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation	135	Tableau 100 : Données trafics considérées pour chaque situation.....	214
Tableau 70 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation	136		
Tableau 71 : Scénario d'exposition « Enfant en bas âge » et paramètres considérés.....	138		
Tableau 72 : Scénario d'exposition « Écolier » et paramètres considérés.....	138		
Tableau 73 : Scénario d'exposition « Enfant » et paramètres considérés	138		
Tableau 74 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés	138		
Tableau 75 : Quotients de dangers par composé au niveau de la crèche la plus exposée – Voie inhalation - scénario Enfant en bas âge	140		
Tableau 76 : Quotients de dangers par composé au niveau de la crèche du projet – Voie inhalation - scénario Enfant en bas âge	140		
Tableau 77 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école maternelle la plus exposée – Voie inhalation - scénario Écolier de maternelle	141		
Tableau 78 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école élémentaire la plus exposée – Voie inhalation - scénario Écolier de l'élémentaire	141		
Tableau 79 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école primaire la plus exposée – Voie inhalation - scénario Écolier de primaire	142		
Tableau 80 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau de la zone d'étude et de l'emprise projet – Voie inhalation - scénario Résident	142		
Tableau 81 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO ₂	143		
Tableau 82 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10	143		
Tableau 83 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5	144		
Tableau 84 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Enfant »	145		
Tableau 85 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Résident »	145		
Tableau 86 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10	146		
Tableau 87 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5	147		
Tableau 88 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO ₂ ..	147		
Tableau 89 : Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle	155		

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La présente étude Air & Santé s'inscrit dans le cadre de la construction d'un programme immobilier mixte situé « Quai de la Gironde – Avenue Corentin Cariou » sur le territoire de la commune de Paris [Paris/75].

La première partie de l'étude constitue l'état actuel de la qualité de l'air sur la zone d'étude. La seconde partie consiste en l'analyse des impacts du projet sur l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la **Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement urbain et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note est adaptable pour répondre à une problématique d'aménagement étant donné que la population potentielle induite par l'aménagement va modifier les flux de trafic de la zone. Par ailleurs, cette approche satisfait les services de l'État sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

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

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

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

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

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

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

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

¹ « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, 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 à ces textes, et se fonde également sur les documents en liste ci-dessous :

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

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet est situé aux 17-23 quai de la Gironde et aux 6-24 Avenue Corentin Cariou dans le 19^{ème} arrondissement de Paris.

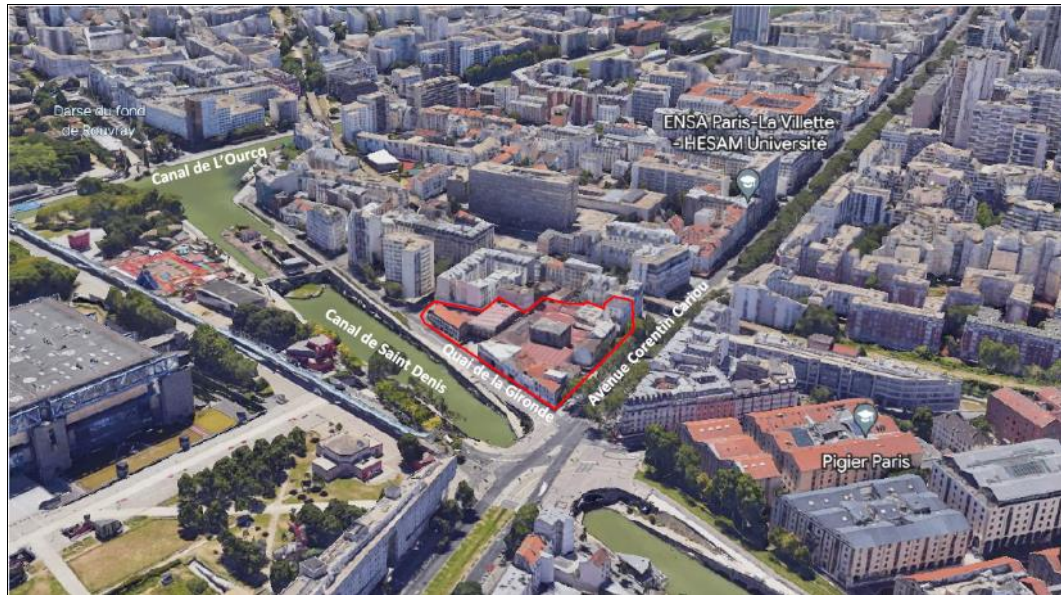


Figure 1 : Plan de situation du projet (Source : Examen au cas par Cas)

Le projet consiste après démolition d'une partie des bâtiments (entrepôts et hangars) sur une emprise de 6 906 m² en la réhabilitation de 4 582 m² SDP de bâtiments existants (bureaux, halles, imprimerie et maison) et la construction de 14 818 m² SDP de bâtiments neufs pour un ensemble immobilier mixte :

- 9 bâtiments allant du R+2 au R+10 comprenant environ 19 100 m² de SDP totale :
 - Environ 13 000 m² logements ;
 - Environ 1 500 m² commerces et équipements ;
 - Environ 3 900 m² CINASPIC (constructions et installations nécessaires aux services publics ou intérêts collectifs ; incluant une crèche) et établissements d'enseignement culturel ou d'arts dramatiques.
- 2 215 m² d'espaces libres ; 1 522 m² de surface de plaine terre dont 300 m² dédiées à la biodiversité et 734 m² de toiture végétalisée.

Le projet offrira de nombreux espaces paysagers et notamment un jardin central, un jardin partagé ainsi que des jardins privatifs et un jardin dédié à la crèche.

Le projet a pour objectif de :

- Créer une offre de logements pour répondre aux besoins des habitants de Paris ainsi que de participer au renouvellement de la Ville de Paris. De plus le projet bénéficiera d'une offre de transports en commun structurants facile d'accès et diversifiée : la station Corentin Cariou de la ligne 7 du métro, la station Cambrai de la ligne 71 du bus, la station Porte de la Villette de la ligne 73b du tramway, station de Vélib.
- S'inscrire dans une démarche de désimperméabilisation du site grâce à la création d'espaces de pleine terre et d'espaces perméables.
- Créer un îlot diversifié à la fois actif et résidentiel.
- Participer aux objectifs portés par la Ville de Paris en réalisant l'emplacement réservé dédié à un équipement.
- Mettre en valeur le patrimoine bâti grâce à la conservation ainsi qu'à la réhabilitation de bâtiments présents sur site : les bureaux Emsalem, les Halles, l'imprimerie et la boucherie.
- Développer des bâtiments conformes aux nouvelles réglementations environnementales. En effet le projet viendra remplacer les bâtiments existants qui sont obsolètes au contexte environnemental et énergétique actuel.

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

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

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ Définition du réseau d'étude

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

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

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

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

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

❖ Définition de la bande d'étude

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

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

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

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

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

❖ Définition de la zone d'étude

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

Il est considéré comme zone d'étude un cercle de 500 m de rayon centré sur le projet.

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

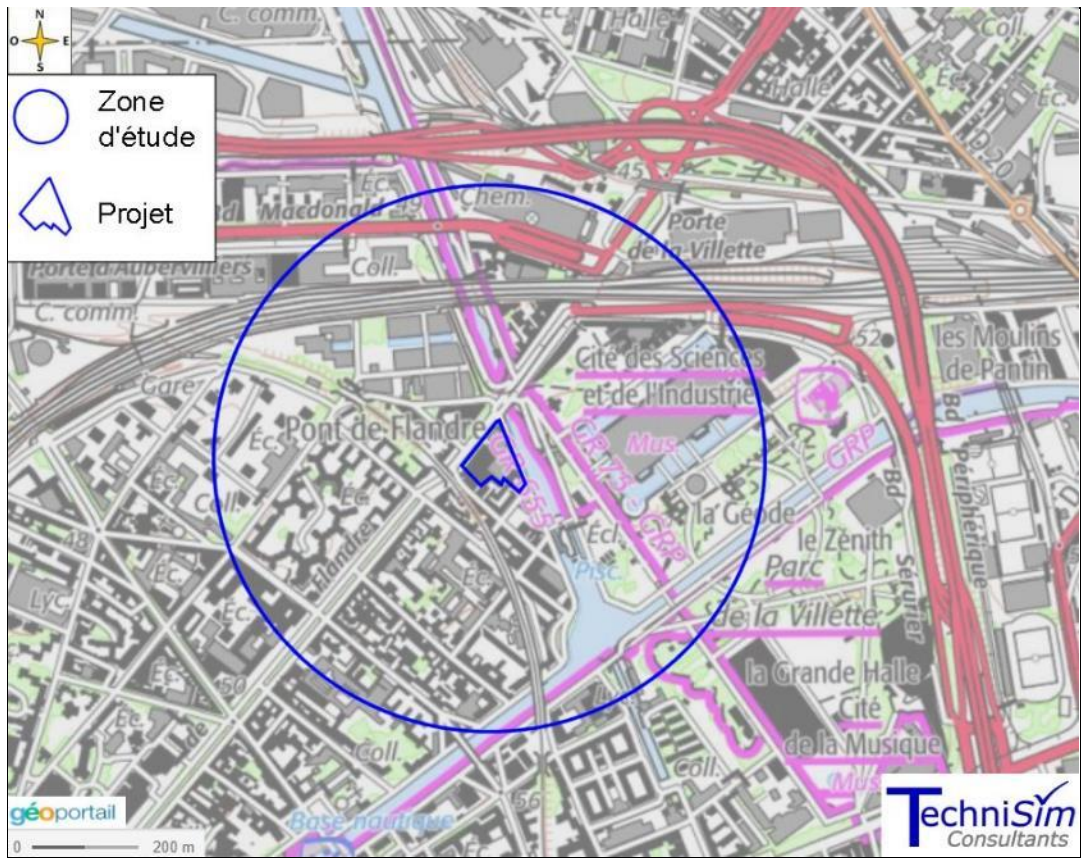


Figure 2 : Zone d'étude du volet Air et Santé

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

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

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

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir en fonction du degré de précision de l'étude. Le tableau qui suit précise les quatre niveaux d'étude déterminés, sachant que le niveau I est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

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

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

❖ Adaptation du niveau de l'étude

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

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

Compte tenu de la nature du projet, de la densité de population dans la zone d'étude (21 412 km²/hab.), de la charge de trafic sur les voies alentours (16 096 véh/j sur l'Avenue de Flandres en 2023) et de l'existence du Plan de Protection de l'Atmosphère d'Île-de-France, il sera réalisé une étude inspirée et adaptée des études routières de niveau I.

4.3. CONTENU DE L'ÉTUDE COMPLETE

L'étude du projet de construction d'un programme immobilier mixte sur le territoire de la commune de Paris 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* en (NO₂ et particules PM10 et PM2,5) sur la zone d'étude.
- Estimation des émissions de polluants pendant la phase chantier ;
- 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 ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

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

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

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à l'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air		
Oxydes d'azote (NOx)		Particules PM10 et PM2,5
Monoxyde de carbone (CO)		Benzène
Dioxyde de soufre (SO2)		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 (NO2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale <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 ET SANCTIONS FINANCIÈRES

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

La situation contentieuse de la France en février 2024 au titre de la qualité de l'air³ est donnée en figure suivante.

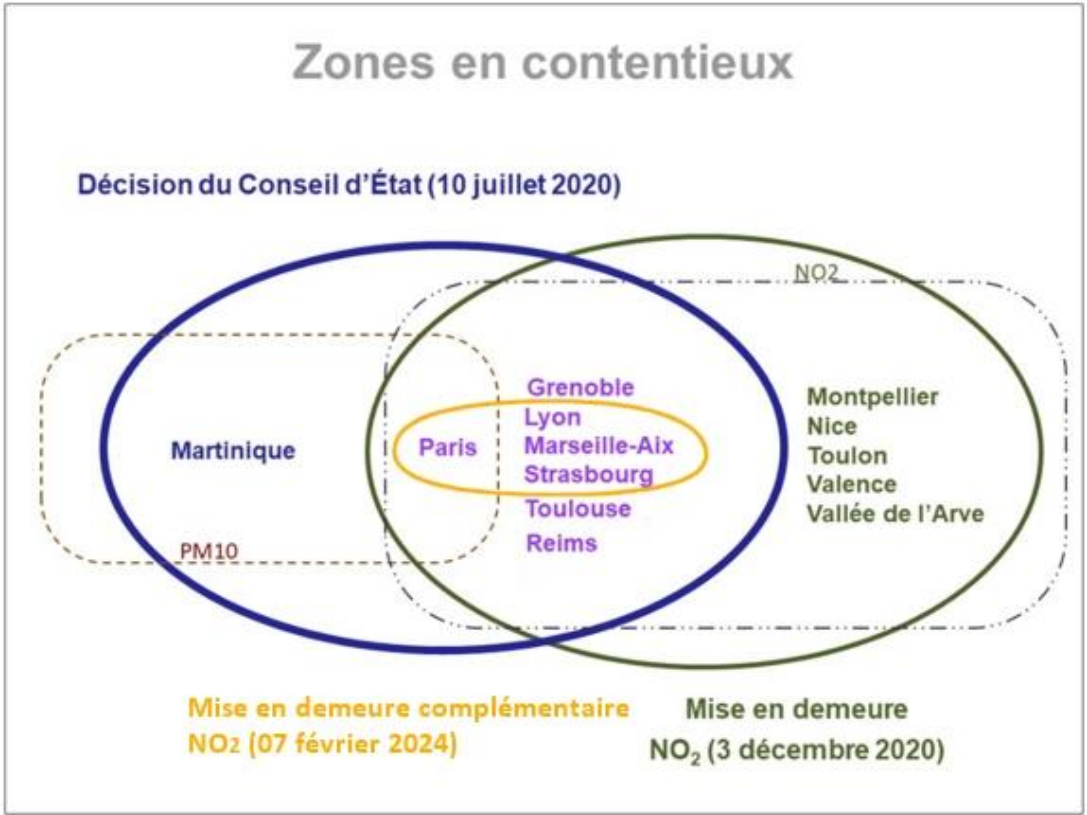


Figure 3 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (février 2024)

La commune de Paris est incluse dans le périmètre du contentieux pour les PM10 et pour le dioxyde d'azote, en février 2024.

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

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

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

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

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

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

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

À la suite de la présente décision, le Conseil d'État réexaminera en 2024 les actions de l'État menées à partir du second semestre 2023 (juillet 2023-janvier 2024)⁴.

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

⁴ <https://www.conseil-etat.fr/actualites/pollution-de-l-air-le-conseil-d-etat-condamne-l-etat-a-payer-deux-astreintes-de-5-millions-d-euros>

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

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

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

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

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions sur la thématique de la pollution de l’air et de ses effets sur la santé des populations. D’autres plans et programmes stratégiques ne sont pas dédiés à l’amélioration de la qualité de l’air mais les actions mises en œuvre ont une influence sur celle-ci.

-Échelle nationale : Code de l’environnement, Loi d’Orientation des Mobilités, Plan Climat, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC2), Loi n°2015-992 du 17 août 2015 (relative à la Transition énergétique pour la croissance verte), Plan National Santé-Environnement (PNSE).

-Échelle régionale : Plan Régional de la Qualité de l’Air (PRQA) ; Stratégie Énergie-Climat de la région Île-de-France ; Schéma Régional du Climat, de l’Air et de l’Énergie (SRCAE) ; Plan de Protection de l’Atmosphère (PPA) ; Feuille de route Qualité de l’air ; Plan de Déplacement Urbain d’Île-de-France (PDUIF) et Plan Régional Santé-Environnement (PRSE).

-Échelle intercommunale : Plan Climat Air Énergie territorial (PCAET).

-Échelle locale : Plan Local d’Urbanisme (PLU), Plan Local de Mobilité (PLM).

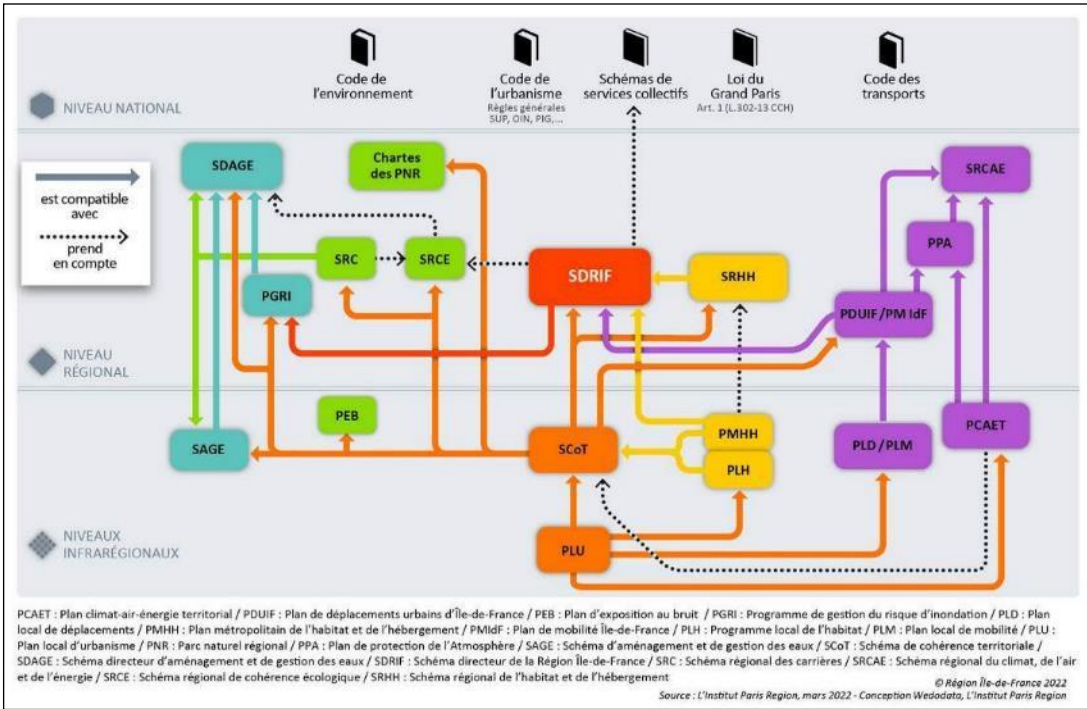


Figure 4 : La hiérarchie des normes (Source : L’institut Paris Région, mars 2022)

En l’état actuel, le projet s’inscrit en cohérence avec les différents documents relatifs à la qualité de l’air.

Le graphique ci-contre précise l’articulation des différents documents.

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

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 COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Réduction des émissions polluantes			
Loi d’Orientation des Mobilités (2019)	Territoire national	La Loi d’orientation des Mobilités n°2019-1428 du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, pour répondre à l’impératif d’améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles. Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes : • 1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100 % du territoire • 2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien • 3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire • 4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires • 5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap • 6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d’emploi • 7. 100 % des informations sur l’offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport • 8. Des navettes autonomes en circulation dès l’année 2020 • 9. Un forfait mobilité durable : jusqu’à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage • 10. Un plan pour développer le covoiturage • 11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d’ici 2024 • 12. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service • 13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques • 14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable • 15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide	Le programme n’intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos.
Plan Climat (2017)	Territoire national	Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d’actions, telles que : • Généralisation de la prime à la conversion des véhicules • Crédit d'impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d’énergie • Changement des chaudières au fioul • Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique • Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040 • Plan de déploiement de l’hydrogène • Faire converger la fiscalité entre le diesel et l’essence avant 2022 • Accélérer la montée en puissance du prix du carbone • Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l’horizon 2050	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Labellisation NF HABITAT HQE, chauffage issu du CPCU (chauffage urbain), RE2025 voire RE2028 pour un bâtiment.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)			ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT																		
PREPA Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [Décret n°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques] [Arrêté du 08/12/2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]	Territoire national	Le PREPA fixe la stratégie de l’État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont les suivants : <table><tr><th>POLLUANTS</th><th>À partir de 2020</th><th>À partir de 2030</th></tr><tr><td>Dioxyde de soufre</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr><tr><td>Oxydes d’azote</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr><tr><td>Composés organiques volatils</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr><tr><td>Ammoniac</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr><tr><td>Particules PM2,5</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr></table> En 2021, un groupe de travail a été constitué au Conseil national de l’air pour débattre de la révision de l’arrêté PREPA. L’arrêté PREPA révisé du 08 décembre 2022 est paru au JO du 16 décembre 2022.			POLLUANTS	À partir de 2020	À partir de 2030	Dioxyde de soufre	-55 %	-77 %	Oxydes d’azote	-50 %	-69 %	Composés organiques volatils	-43 %	-52 %	Ammoniac	-4 %	-13 %	Particules PM2,5	-27 %	-57 %	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Travaux sous charte chantier éco-responsable.
POLLUANTS	À partir de 2020	À partir de 2030																					
Dioxyde de soufre	-55 %	-77 %																					
Oxydes d’azote	-50 %	-69 %																					
Composés organiques volatils	-43 %	-52 %																					
Ammoniac	-4 %	-13 %																					
Particules PM2,5	-27 %	-57 %																					
SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]	Territoire national	Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d’atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020. Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants : • Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) • Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 • Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 • Production d’énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 • Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.			Le programme n’intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos. La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Labellisation NF HABITAT HQE, chauffage issu du CPCU (chauffage urbain), RE2025 voire RE2028 pour un bâtiment. Valorisation des déchets du chantier																		

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)	Territoire national	Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes : • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone. • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d’énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d’énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d’énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d’électricité à 50 % à l’horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l’ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l’accès de tous à l’énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l’horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Labellisation NF HABITAT HQE, chauffage issu du CPCU (chauffage urbain), RE2025 voire RE2028 pour un bâtiment.
Stratégie Énergie-Climat de la région Île-de-France (2018)	Région Île-de-France	Le Conseil régional d’Île-de-France a adopté le 3 juillet 2018 sa stratégie Énergie-Climat, reposant sur deux horizons : 2030 et 2050, et trois principes : sobriété, production d’Énergie renouvelable et réduction de la dépendance. Les axes et objectifs de cette stratégie sont les suivants : L’Île-de-France face à un défi énergétique majeur • Une région attractive, dynamique mais dépendante • Une pluralité d’acteurs et d’opportunités pour relever les défis • Un retard considérable à rattraper Une nouvelle ambition énergétique pour l’Île-de-France : sobriété, production d’énergie renouvelable et réduction de la dépendance • Vers une Île-de-France 100 % renouvelable • Une nouvelle gouvernance : La Région chef de file Climat, Air, Énergie La Région trace un nouveau chemin pour la transition énergétique en Île-de-France • Réduire fortement les consommations d’énergies : Une Île-de-France plus sobre • Une Île-de-France décarbonée, mobilisant toutes ses énergies renouvelables • Une énergie décentralisée : la Région impulse des dynamiques énergétiques territoriales et citoyennes • La Région agit en exemplarité et en transversalité Lever tous les freins en matière de transition énergétique • Énergies renouvelables • Sobriété énergétique	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Labellisation NF HABITAT HQE, chauffage issu du CPCU (chauffage urbain), RE2025 voire RE2028 pour un bâtiment. Locaux vélos.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SRCAE Schéma Régional du Climat, de l’Air et de l’Énergie (2012 ; en révision)	Région Île-de-France	Le SRCAE d’Île-de-France a été approuvé à l’unanimité par le Conseil Régional le 23 novembre 2012, puis arrêté par le préfet de Région le 14 décembre 2012. <i>Compte tenu des critères de densité de population, des teneurs en particules PM10 et en dioxyde d’azote, la commune de Paris est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l’Air au sens du SRCAE.</i> En fin de compte, il ressort du SRCAE de l’Île-de-France 17 objectifs et 58 orientations thématiques qui ont été élaborées de façon à permettre l’atteinte des objectifs définis pour la région à l’horizon 2020 en matière de réduction des consommations énergétiques et de gaz à effet de serre, de développement des énergies renouvelables, d’amélioration de la qualité de l’air et d’adaptation au changement climatique. Le SRCAE définit trois grandes priorités régionales pour 2020, soit : • Le renforcement de l’efficacité énergétique des bâtiments avec un objectif de doublement du rythme des réhabilitations dans le tertiaire, et de triplement dans le résidentiel • Le développement du chauffage urbain alimenté par des énergies renouvelables et de récupération, avec un objectif d’augmentation de 40 % du nombre d’équivalents logements raccordés • La réduction de 20 % des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) du trafic routier, combinée à une forte baisse des émissions de polluants atmosphériques (particules fines, dioxyde d’azote) La présidente de région et le préfet de région ont décidé conjointement l’été 2022 de réviser le SRCAE de 2012 suite à son évaluation qui a mis en exergue l’atteinte partielle des objectifs du SRCAE de 2012. Le calendrier stipule une adoption du SRCAE révisé prévue pour 2024.	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Le programme n’intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos.
PPA d’Île-de-France [PPA 3] Plan de Protection de l’Atmosphère (2018 ; en révision)	Région Île-de-France	Le PPA fixe des objectifs de réduction de polluants atmosphériques pouvant nécessiter la mise en place de mesures contraignantes spécifiques à la zone couverte par le plan (à la différence du SRCAE qui fixe seulement des orientations et recommandations pour atteindre les objectifs de qualité). Le PPA d’Île-de-France a été approuvé par arrêté interpréfectoral du 31 janvier 2018. Il ambitionne de ramener les niveaux de pollution de l’air en dessous des seuils européens à l’horizon 2025 ; de réduire de 40 à 70 %, selon les polluants, le nombre de franciliens exposés à des dépassements de valeur limites de qualité de l’air. C’est une boîte à outils de 25 défis, déclinés en 46 actions concrètes mises en œuvre avant 2020 pour répondre aux enjeux sanitaires de la pollution de l’air. Pour réduire la pollution atmosphérique, le PPA vise tous les secteurs d’activité : l’aérien, l’agriculture, l’industrie, le résidentiel et les transports. • Aérien : ▪ AE1 : Diminuer les émissions des APU (Auxiliaires de Puissances Unitaires) et des véhicules et engins de pistes au sol ▪ AE2 : Diminuer les émissions des aéronefs au roulage ▪ AE3 : Améliorer la connaissance des émissions des avions • Agriculture : ▪ AGRI1 : Favoriser les bonnes pratiques associées à l’utilisation d’une urée solide pour limiter les émissions de NH₃ ▪ AGRI2 : Former les agriculteurs au cycle de l’azote et à ses répercussions en termes de pollution atmosphérique ▪ AGRI3 : Évaluer l’impact du fractionnement du second apport sur céréales d’hiver sur les émissions de NH₃ • Industrie : ▪ IND1 : Renforcer la surveillance des installations de combustion de taille moyenne (2 à 50 MW) ▪ IND2 : Réduire les émissions de particules des installations de combustion à la biomasse et des installations de co-incinération de CSR ▪ IND3 : Réduire les émissions de NOx issues des installations d’incinération d’ordures ménagères ou de co-incinération de CSR ▪ IND4 : Réduire les émissions de NOx des installations de combustion à la biomasse entre 2 et 100 MW et des installations de co-incinération d’UIOM	Travaux sous charte chantier éco-responsable. Le programme n’intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Résidentiel tertiaire-chantiers : ▪ RES1 : Favoriser le renouvellement des équipements anciens de chauffage individuel au bois ▪ RES2 : Élaborer une charte bois énergie impliquant l’ensemble de la chaîne de valeurs (des professionnels au grand public) et favoriser les bonnes pratiques ▪ RES3 : Élaborer une charte globale chantiers propres impliquant l’ensemble des acteurs (des maitres d’ouvrages aux maitres d’œuvres) et favoriser les bonnes pratiques • Transports : ▪ TRA1 : Élaborer des plans de mobilité par les entreprises et les personnes morales de droit public ▪ TRA2 : Apprécier les impacts d’une harmonisation à la baisse des vitesses maximales autorisées sur les voies structurantes d’agglomérations d’Ile-de-France ▪ TRA3 : Soutenir l’élaboration et la mise en œuvre de plans locaux déplacements et une meilleure prise en compte de la mobilité durable dans l’urbanisme ▪ TRA4 : Accompagner la mise en place de zones à circulation restreinte en Ile-de-France ▪ TRA5 : Favoriser le covoiturage en Ile-de-France ▪ TRA6 : Accompagner le développement des véhicules à faibles émissions ▪ TRA7 : Favoriser une logistique durable plus respectueuse de l’environnement ▪ TRA8 : Favoriser l’usage des modes actifs • Mesures d’urgences (MU) : Réduire les émissions en cas d’épisodes de pollution • Collectivités (COLL) : Fédérer, mobiliser les collectivités et coordonner leurs actions en faveur de la qualité de l’air • Région (REG) : Mettre en œuvre le plan 2016-2021 « Changeons d’air en Ile-de-France » du conseil régional d’Ile-de-France • Actions citoyennes (AC) : Engager le citoyen francilien dans la reconquête de la qualité de l’air L’impact du PPA sur la qualité de l’air à l’horizon 2020, modélisé par Airparif, indique que le PPA conduira à une baisse importante des émissions de particules et de dioxyde d’azote, ainsi qu’à une baisse significative du nombre de Franciliens exposés à des dépassements de valeurs-limites de la qualité de l’air. Constatant la persistance de dépassements des valeurs limites de qualité de l’air sur la région, le préfet a décidé de lancer la révision du plan de protection de l’atmosphère adopté le 31 janvier 2018. Le projet de PPA (2022-2030) soumis à la consultation prévoit 14 mesures pour permettre d’atteindre les valeurs limites fixées pour les oxydes d’azote et les particules fines. Les actions ciblent en premier lieu la zone dense de l’agglomération (Paris et proche couronne), zone où les dépassements sont encore observés mais certaines d’entre elles seront bien menées sur l’ensemble de la région. L’adoption est prévue pour 2024 selon le calendrier d’élaboration.	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Feuille de route Qualité de l’air (2018)	Région Île-de-France	Pour répondre simultanément à la Commission Européenne et au Conseil d’État, à la demande du ministre de la Transition écologique et solidaire, les préfets ont invité les collectivités territoriales à Co-élaborer des ‘feuilles de route’ opérationnelles et multi-partenariales dans les territoires les plus touchés par la pollution atmosphérique. Ces ‘feuilles de route’ complètent les plans de protection de l’atmosphère. Leur objectif est de définir des actions concrètes de court terme permettant d’enregistrer rapidement des progrès, en renforçant les moyens mobilisés en faveur de la qualité de l’air. Les feuilles de route portent sur une série d’actions dans tous les domaines d’activité, notamment : mobilité, chauffage résidentiel, urbanisme, agriculture, industrie, sensibilisation des acteurs. Pour la région Ile-de-France, la feuille de route vise l’ensemble de la région. Elle se décline sous la forme de 11 défis déclinés en actions portées par les collectivités : • Défi 1 : Optimiser les circulations • Défi 2 : Concrétiser la transition écologique des véhicules • Défi 3 : Co-voiturer • Défi 4 : Renforcer l’attractivité des transports en commun • Défi 5 : Optimiser la logistique en faveur de la qualité de l’air • Défi 6 : Protéger les riverains en limitant l’exposition aux polluants • Défi 7 : ‘Avec le vélo, changeons de braquet’ • Défi 8 : Marchons, respirons ! • Défi 9 : Pour un air sain, chauffons malin • Défi 10 : Privilégier les chantiers propres • Défi 11 : Rationaliser les déplacements professionnels	Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos. Travaux sous charte chantier éco-responsable.
PRQA Plan Régional pour la Qualité de l’Air (2023)	Région Île-de-France	Voté le 30 mars 2023, le plan « Nouvel Air » 2023-2027 fait suite au Plan « Changeons d’Air » 2016-2022 qui visait à lutter contre la pollution de l’air sur le territoire Francilien (déploiement du fonds Air-Bois, expérimentations dans les stations de métro et RER, soutien à l’innovation etc.). Un plan qui a porté ses fruits : la Région Île-de-France se félicite de l’amélioration rapide et durable de la qualité de l’air sur son territoire. Néanmoins les niveaux de pollution restent supérieurs aux valeurs recommandées de l’OMS et la situation se dégrade pour l’ozone. Le plan « Nouvel AIR », vise une division par deux du niveau de pollution par rapport aux valeurs réglementaires actuelles à l’horizon 2030. Ce plan comporte 4 axes, 11 objectifs déclinant 31 actions. Axe 1 : Transversalité • Objectif 1 : Définir des objectifs quantitatifs • Objectif 2 : Coordonner l’action de reconquête de la qualité de l’air au niveau régional ▪ Action G1 : Définir des objectifs quantitatifs de réduction des émissions ▪ Action G2 : Créer et animer une communauté des territoires engagés pour la qualité de l’air ▪ Action G3 : Inscrire la qualité de l’air dans les programmations et les plans régionaux ▪ Action G4 : Renforcer l’exemplarité régionale dans la commande publique ▪ Action G5 : Prolonger l’exemplarité de la Région dans son fonctionnement ▪ Action G6 : Enrichir l’offre de la centrale d’achat en matière de qualité de l’air ▪ Action G7 : Permettre à l’ASP d’accompagner pleinement les politiques publiques décentralisées ▪ Action G8 : S’engager pleinement dans la concertation sur le périphérique Axe 2 : Connaissance et innovation • Objectif 3 : Appuyer les décisions politiques sur de meilleures connaissances scientifiques • Objectif 4 : Améliorer l’information du grand public et des décideurs ▪ Action C1 : Améliorer le système de surveillance et la prévision du risque allergique lié aux pollens ▪ Action C2 : Confirmer le soutien à la recherche et à la diffusion de la culture scientifique auprès du grand public ▪ Action C3 : Soutenir l’innovation pour la qualité de l’air ▪ Action C4 : Accompagner les agriculteurs dans les innovations visant à réduire les émissions d’ammoniac ▪ Action C5 : Étudier les émissions des transports hors motorisation ▪ Action C6 : Évaluer l’efficacité des mesures prises lors de pics de pollution ▪ Action C7 : S’appuyer sur l’expertise technique d’Airparif	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		Axe 3 : Mobilités • Objectif 5 : Accompagner le développement de mobilités plus propres • Objectif 6 : Aider la décarbonation de la logistique et des transports professionnels • Objectif 7 : Diminuer les nuisances des deux-roues motorisés • Objectif 8 : Dépolluer les enceintes souterraines ferroviaires ▪ Action M1 : Poursuivre l'aide au vélo ▪ Action M2 : Encourager l'usage du vélo pour les professionnels ▪ Action M3 : Continuer à soutenir la transition vers les « véhicules propres » ▪ Action M4 : Mettre en œuvre l'acte 2 de la Stratégie Fret ▪ Action M5 : Améliorer l'efficacité des transports collectifs et diminuer leurs émissions ▪ Action M6 : Améliorer la qualité de l'air des espaces souterrains des transports en communs ▪ Action M7 : Faciliter le rabattement des particuliers de grande couronne vers les transports en commun ▪ Action M8 : Maîtriser la circulation routière ▪ Action M9 : Promouvoir des déplacements plus propres ▪ Action M10 : Poursuivre la démarche du lissage des heures de pointe ▪ Action M11 : Diminuer les émissions au sol de la filière aéroportuaire Axe 4 : Habitat et bâtiments • Objectif 9 : Améliorer la surveillance de la qualité de l'air intérieur • Objectif 10 : Lutter contre la pollution des cheminées • Objectif 11 : Utiliser l'aménagement pour améliorer la qualité de l'air ▪ Action H1 : Lancer un Plan Ventilation pour améliorer la qualité de l'air intérieur ▪ Action H2 : Diminuer la pollution liée au chauffage au bois ▪ Action H3 : Limiter la construction de bâtiments recevant du public sensible dans les zones trop polluées ▪ Action H4 : Prendre en compte les enjeux de qualité de l'air dans la rénovation, la construction et la réhabilitation ▪ Action H5 : Réduire la pollution liée aux groupes électrogènes	Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib'. Locaux vélos.
PCAEM Plan Climat Air Énergie Métropolitain (2018)	Métropole du Grand Paris	<i>Paris fait partie de la Métropole du Grand Paris, dont le PCAEM a été adopté le 12 novembre 2018.</i> Le plan d'actions du Plan Climat Air Énergie de la Métropole Grand Paris (PCAEM) comprend des mesures transversales et des actions sectorielles, réparties comme suit : Sensibiliser et mobiliser les acteurs métropolitains sur les enjeux Climat Air Énergie • AT1 Mettre en place une fédération métropolitaine des Agences Locales de l'Énergie et du Climat • AT2 Déployer le Hub Tertiaire à l'échelle métropolitaine • AT3 Constituer un réseau de « référents Climat-Air-Énergie » Inscrire les enjeux Climat-Air-Énergie dans la planification métropolitaine • AT4 Inscrire les enjeux Climat-Air-Énergie lors de l'élaboration du Schéma de Cohérence Territoriale Métropolitain Améliorer la connaissance des enjeux Climat-Air Énergie métropolitains • AT5 Contribuer à l'Observatoire du Climat de l'Air et de l'Énergie • AT6 Organiser les coopérations interterritoriales et internationales Financer la mise en œuvre du Plan Climat-Air Énergie Métropolitain • AT7 Développer une ingénierie financière au service de la transition métropolitaine • AT8 Création d'une plateforme métropolitaine de compensation carbone QUALITÉ DE L'AIR ET MOBILITÉ DURABLE Mobiliser les acteurs publics et privés sur les enjeux de la qualité de l'air • AIR1 Mobiliser et coordonner les acteurs de la qualité de l'air autour d'un plan d'actions ambitieux de lutte contre la pollution atmosphérique Améliorer la connaissance de la qualité de l'air et soutenir l'innovation • AIR2 Participer à AIRPARIF et à AIRLAB Réduire la circulation automobile et maîtriser la demande en déplacement • AIR3 Accompagner la création d'une zone à faibles émissions métropolitaine	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		- AIR4 Accompagner la mise en place des Plans de déplacements pour les administrations et soutenir la mise en place des plans de déplacements pour les entreprises Encourager le report modal - AIR5 Financer un diagnostic « déplacements » à l’échelle métropolitaine - AIR6 Réaliser un Plan Métropolitain pour les « Mobilités Actives » Aller vers des motorisations plus propres - AIR7 Poursuivre et développer le dispositif « Métropole Roule Propre » Réduire les émissions liées au secteur aérien - AIR8 Élaborer un plan d’actions pour réduire les émissions liées au secteur aérien Réduire les émissions liées au chauffage résidentiel au bois - AIR9 Créer un Fonds Air-Bois Métropolitain Réduire les émissions liées aux chantiers - AIR10 Mettre en place des chantiers à basses émissions HABITAT Permettre la massification de la rénovation énergétique du parc résidentiel - HAB1 Déployer les plateformes territoriales de la rénovation énergétique à l’échelle métropolitaine - HAB2 Créer un Fonds métropolitain de rénovation et de sobriété énergétique Mobiliser les acteurs métropolitains sur la rénovation et la précarité énergétiques - HAB3 Organiser une conférence métropolitaine de la précarité énergétique et soutenir l'outillage du réseau d'acteurs donneurs d'alerte Renforcer la culture de la sobriété énergétique - HAB4 Sensibiliser aux écogestes et à la sobriété énergétique Inscrire les enjeux Climat-Air-Énergie dans la planification métropolitaine - HAB5 Mettre en place des prescriptions environnementales proactives dans le Plan Métropolitain de l’Habitat et de l’Hébergement et le Schéma de Cohérence Territoriale Métropolitain ACTIVITÉS Rénover massivement les bâtiments tertiaires publics - ACT1 Réalisation d’un plan de réhabilitation thermique des bâtiments publics anciens Améliorer l’efficacité énergétique des bâtiments - ACT2 Instaurer la supervision énergétique des bâtiments publics Limiter les émissions liées à la construction - ACT3 Accompagner le développement l’économie circulaire Limiter les émissions liées à l’agriculture - ACT4 Développer une agriculture urbaine et périurbaine respectueuse de l’environnement ÉNERGIE Mobiliser les acteurs métropolitains sur le sujet de l’énergie - ENE1 Organiser un grand débat sur la stratégie énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans la Métropole Inscrire les enjeux Climat Air Énergie dans la stratégie énergétique territoriale - ENE2 Réalisation du Schéma Directeur Énergétique Métropolitain Soutenir le développement des énergies renouvelables et de récupération - ENE3 Création d'un Fonds de développement des énergies renouvelables et de récupération CONSOMMATION, ALIMENTATION ET DÉCHETS Réduire la production de déchets - CAD1 Renforcer les achats durables au sein des marchés publics métropolitains	Travaux sous charte chantier éco-responsable.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		Utiliser les déchets comme ressource - CAD2 Accompagner les collectivités dans la collecte et la valorisation des biodéchets Aller vers un régime alimentaire moins carboné - CAD3 Élaborer et animer un Plan Alimentation Durable Métropolitain ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE Aménager le territoire de manière à réduire l'exposition des populations et des biens aux risques climatiques - ACC1 Favoriser l'intégration des risques climatiques dans la requalification des espaces publics - ACC2 Organiser « un appel à projets » sur la résilience climatique - ACC3 Créer un réseau d’îlot de fraîcheur au sein de la Métropole - ACC4 Redonner une place à l'eau et la nature dans la ville - ACC5 Utiliser de manière raisonnée la ressource en eau Organiser la gouvernance pour une meilleure prise en compte des changements climatiques - ACC6 Réaliser une Stratégie de Résilience Métropolitaine, incluant un volet résilience climatique Aménager le territoire de manière à réduire l'exposition des populations et des biens aux risques climatiques - ACC7 Élaborer un Plan Biodiversité - ACC8 Organiser un Big Jump métropolitain	Revégétalisation d’une emprise totalement artificialisée.
PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (2018)	Commune de Paris	La commune de Paris a adopté son « Plan Climat 2018-2024 » le 22 mars 2018. Il comporte 500 mesures dont les axes sont : - Faire de Paris un territoire à 100 % d’énergies renouvelables en 2050. - Diviser par 2 la consommation d’énergie d’ici 2050. - Améliorer la qualité de l’air pour une meilleure santé. - Poursuite du travail avec la Métropole du Grand Paris pour étendre la zone à circulation restreinte (ZCR) au niveau métropolitain d’ici 2030. - Objectif zéro diesel en 2024 et zéro véhicule essence en 2030 à Paris. - Accompagner le renouvellement des équipements de chauffage au bois polluant par la création d’un fond air-bois métropolitain à destination des particuliers d’ici 2020. - Objectif zéro chauffage au fioul en 2030. - Encourager une mobilité propre, partagée et apaisée. - Défendre un projet sociétal porteur d’équité de solidarité. - Verdir et rafraîchir la ville pour faire face à la hausse des températures. - Soutenir une alimentation durable et de qualité. - Viser zéro déchet non valorisé. - S’appuyer sur l’innovation pour réussir la transition écologique de Paris. - Mobiliser les citoyens et les acteurs du territoire.	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Labellisation NF HABITAT HQE, chauffage issu du CPCU (chauffage urbain), RE2025 voire RE2028 pour un bâtiment. Le programme n’intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos. Revégétalisation d’une emprise totalement artificialisée.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
TEPCV Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (2016)	Commune de Paris	Les Territoires à énergie positive pour la croissance verte sont des territoires qui s'engagent dans une démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale. Leur plan d'action s'appuie sur 4 piliers : favoriser l'efficacité énergétique ; réduire des émissions de gaz à effet de serre ; diminuer la consommation d'énergies fossiles ; développer les énergies renouvelables. <i>La commune de Paris a signé une convention TEPCV en 2016, dont les actions sont :</i> -L'aménagement d'une aire piétonne de 4,5 ha avec continuités piétonnes et cyclables sur 3,3 km sur les berges de Seine rive droite à Paris (1^{er} et 4^{ème} arrondissements); -Végétalisation des berges de Seine rive droite à Paris 1^{er} et 4^{ème} arrondissements ; -Information et mobilisation des citoyens sur les implications de l'entrée en vigueur de l'Accord de Paris	Non concerné
CTE Contrat de Transition Écologique	-	Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte). Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets. Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements. <i>La commune de Paris ne fait pas partie d'un territoire labellisé CTE.</i>	Non concerné
CRTE Contrat de Relance et de Transition Écologique (2021)	Commune de Paris	En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale. Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE. <i>Paris est incluse dans le périmètre du CRTE de la Métropole du Grand Paris ayant signé son Contrat de Relance et Transition Écologique avec l'État le 18 mars 2021.</i> Ce CRTE se base sur 3 axes : 1-Le développement et le rayonnement économiques : • Les centres-villes vivants • Le soutien aux entreprises et à la relocalisation • Le numérique : • Inclusion au numérique • Transition numérique des communes et services publics numériques • La digitalisation des TPE, PME, commerçants et artisans • L'amélioration durable et l'agriculture urbaine 2-La transition écologique : • La reconquête des friches urbaines • Les quartiers de gare • Le contrat de Projet partenarial d'aménagement (PPA) • Les activités fluviales • Les mobilités durables : • L'électromobilité • Vélos • Équipements structurants • La ZFE métropolitaine • La rénovation énergétique des bâtiments : • Immobilier de l'État • Immobilier des collectivités territoriales • Logements des particuliers • Les forêts	Réhabilitation de certains bâtiments plutôt que démolition/reconstruction totale. Labellisation NF HABITAT HQE, chauffage issu du CPCU (chauffage urbain), RE2025 voire RE2028 pour un bâtiment. Le programme n'intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib'. Locaux vélos.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		3-Les solidarités : - La rénovation du parc immobilier et les copropriétés dégradées - La santé	
PLU Plan Local d’Urbanisme (2006 ; en révision)	Commune de Paris	Le PLU de la commune de Paris a été approuvé par le Conseil de Paris les 12 et 13 juin 2006 et rendu opposable le 1er septembre 2006. Le PLU définit les enjeux suivants : Transports et déplacements - Améliorer la qualité des espaces publics et la sécurité des déplacements. - Faire respirer Paris : une nouvelle politique des déplacements. Urbanisation - Intégrer les quartiers en difficulté dans la ville et lutter contre l’exclusion. - Mettre en œuvre une nouvelle politique de l’habitat. - Favoriser la vie de quartier. - Mieux vivre ensemble. Le PLU de Paris est actuellement en révision. Le projet de Plan local d'Urbanisme bioclimatique a été arrêté par le Conseil de Paris du 5 juin 2023. L’étape suivante est celle de l’enquête publique du 8/01 au 29/02/2024 durant laquelle vous pourrez vous informer et formuler des observations sur le projet. Par la suite, le PLU bioclimatique sera soumis au vote du Conseil de Paris fin d’année 2024 pour approbation et devrait entrer en vigueur au début de l’année 2025.	Revégétalisation d’une emprise totalement artificialisée. Le programme n’intègre pas de stationnement automobile. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’. Locaux vélos.
PDU Île-de-France Plan de Déplacements Urbains (2014 ; en cours de réévaluation)	Région Île-de-France	Le second PDU Île-de-France a été approuvé en juin 2014 par le Conseil Régional d’Île-de-France. Le PDUIF a pour but de faire évoluer les pratiques de déplacements vers une mobilité plus durable sur la période 2010-2020 dans un contexte de croissance globale des déplacements de 7 %. Afin d’atteindre une diminution de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, le PDUIF ambitionne ainsi dans l’ensemble : - une croissance de 20 % des déplacements en transports collectifs ; - une croissance de 10 % des déplacements en modes actifs (marche et vélo). Au sein des modes actifs, le potentiel de croissance du vélo est supérieur à celui de la marche ; - une diminution de 2 % des déplacements en voiture et deux-roues motorisés. Pour cela, 9 défis sont mis en place déclinés en 34 actions, telles que par exemple : Défi 1 : Construire une ville plus favorable à l’usage des transports collectifs, de la marche et du vélo - Agir à l’échelle locale pour une ville plus favorable à l’usage des modes alternatifs à la voiture Défi 2 : Rendre les transports collectifs plus attractifs - Un réseau ferroviaire renforcé et plus performant - Un métro modernisé et étendu - Tramway et Tzen : une offre de transports structurante - Un réseau de bus plus attractif et mieux hiérarchisé - Aménager des pôles d’échanges multimodaux de qualité - Améliorer l’information voyageurs dans les transports collectifs - Faciliter l’achat des titres de transport - Faire profiter les usagers occasionnels du Pass sans contact Navigo - Améliorer les conditions de circulation des taxis et faciliter leur usage Défi 3 : Redonner de l’importance à la marche dans la chaine de déplacement - Pacifier la voirie - Résorber les principales coupures urbaines - Aménager la rue pour le piéton Défi 4 : Donner un nouveau souffle à la pratique du vélo - Pacifier la voirie - Résorber les principales coupures urbaines - Rendre la voirie cyclable - Favoriser le stationnement des vélos	Locaux vélos. Le projet est situé à proximité de plusieurs transports en commun/transports libre-service : ligne 7 du métro (Station Corentin Cariou) ; bus ligne 71 (station Cambrai) ; bus ligne 60 (arrêt Corentin Cariou) ; tramway T3b (station Porte de la Villette) ; station Vélib’.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		- Favoriser et promouvoir la pratique du vélo auprès de tous les publics Défi 5 : Agir sur les conditions d'usage des modes individuels motorisés - Optimiser l'exploitation routière pour limiter la congestion - Encourager et développer la pratique du covoiturage - Encourager l'autopartage Défi 6 : Rendre accessible l'ensemble de la chaîne de déplacement - Rendre la voirie accessible - Rendre les transports collectifs accessibles Défi 7 : Rationaliser l'organisation des flux de marchandises et favoriser le transport par fret ferroviaire et par voie d'eau - Préserver et développer des sites à vocation logistique - Favoriser l'usage de la voie d'eau - Améliorer l'offre de transport ferroviaire - Contribuer à une meilleure efficacité du transport routier de marchandises et optimiser les conditions de livraison - Améliorer les performances environnementales du transport de marchandises Défi 9 : Faire des franciliens des acteurs responsables de leurs déplacements - Développer les plans de déplacements d'entreprises et d'administration - Développer les plans de déplacements d'établissements scolaires - Donner une information complète, multimodale, accessible à tous et développer le conseil en mobilité Actions environnementales en dehors des défis : - Accompagner le développement de nouveaux véhicules - Réduire les nuisances sonores liées aux transports. Par délibération d'Île-de-France Mobilités (IdFM) n°20220525-071, approuvé le 25 mai 2022, une réévaluation du PDUIF est en cours. Le plan de mobilités en Île-de-France est engagé à 2030. Il se basera sur l'évaluation de la mise en œuvre du PDUIF. Cette réévaluation va se dérouler jusqu'à l'été 2023 et le plan arrêté par le conseil régional en septembre 2023, avant d'être soumis, pour avis, aux personnes publiques associées (MGP et MRAe). Après enquête publique et avis du préfet de région et du préfet de police de Paris, il devrait être approuvé, éventuellement modifié, par le conseil régional, à l'horizon 2024. Ce plan de mobilités en Île-de-France fixera des grandes orientations aux différentes échelles, dont notamment les plans locaux de mobilité (PLM).	
PLM Plan Local de Mobilité	Paris	En Ile de France, le plan de déplacements urbains (PDUIF) définit la politique des transports pour l'ensemble de la région. Le PDUIF peut être complété, à l'échelle d'un EPCI (établissement public de coopération intercommunale), d'un EPT (établissement public territorial) ou des syndicats mixtes par un plan local de déplacement (PLD). Le PLD apparaît comme un outil de programmation opérationnel définissant les actions à mettre en œuvre localement pour contribuer à l'atteinte des objectifs régionaux du PDUIF. Ce plan a une durée de cinq ans. Suite à la mise en révision du PDUIF, les PLD deviennent des PLM (Plan Local de Mobilité). <i>Le Conseil de Paris du 8 juin 2023 a lancé l'élaboration d'un Plan Local de Mobilité.</i>	Non concerné
Émissions des véhicules			
Certificat Crit'Air	Territoire national	La vignette Crit'Air permet d'identifier les véhicules les moins polluants par le biais d'un autocollant sécurisé de couleur apposé sur le véhicule et intitulé certificat qualité de l'air (Crit'Air). Cette vignette est obligatoire depuis le 16 janvier 2017 pour circuler dans Paris. <i>La commune de Paris est incluse dans le périmètre de la ZPA du Grand Paris et de la ZFE du Grand Paris.</i>	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Environnement & Santé			
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021)	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme. Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D’un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l’impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l’environnement. Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes : • AXE 1 : S’informer, se former et informer sur l’état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes • Action 1 : Connaître l’état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter • Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l’environnement dans les objets du quotidien • Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l’environnement • Action 4 : Informer les propriétaires d’animaux sur l’utilisation des produits biocides • Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l’environnement et la santé • Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse • Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement • AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l’ensemble du territoire • Action 8 : Maitriser l’exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l’environnement • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l’environnement • Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose • Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux • Action 14 : Améliorer la qualité de l’air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides • Action 15 : Réduire l’exposition au bruit • AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires • Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l’expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement • Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement • AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l’environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes • Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health • Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l’exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l’environnement • Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PRSE 3 Plan Régional Santé Environnement (2017, en révision)	Région Île-de-France	Déclinant au niveau régional le 3^e Plan National Santé Environnement, le PRSE 3 d'Île-de-France vise à apporter des réponses aux enjeux franciliens de santé environnementale. Le PRSE3 propose 18 actions structurées en 4 axes pour la période 2017-2021, parmi lesquelles : • Axe 1 : Préparer l'environnement de demain pour une bonne santé : ▪ Action 1.1 : Prendre en compte la santé dans la mise en œuvre des politiques d'aménagement ▪ Action 1.2 : Prévenir les risques émergents liés au changement global • Axe 2 : Surveiller et gérer les expositions liées aux activités humaines et leurs conséquences sur la santé : ▪ Action 2.3 : Identifier les sources de polluants émergents et mesurer la contamination des milieux • Axe 3 : Travailler à l'identification et à la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé : ▪ Action 3.1 : Consolider les connaissances sur les zones de multi-exposition environnementale ▪ Action 3.2 : Améliorer le dispositif de surveillance et d'aide à la décision en matière de gestion des nuisances environnementales aéroportuaires • Axe 4 : Protéger et accompagner les populations vulnérables : ▪ Action 4.1 : Réduire les risques environnementaux chez la femme enceinte et le jeune enfant ▪ Action 4.3 : Accroître la maîtrise des facteurs environnementaux de l'asthme et des allergies Les réflexions sur l'élaboration du futur PRSE 4 de la région Île-de-France ont débuté en juin 2021. La phase de consultation du public avec les acteurs locaux s'est conclue fin novembre 2023. Les contributions sont en cours d'analyse et le PRSE4 définitif sera adopté au cours du 1^{er} trimestre 2024 par les 3 copilotes : préfet de région, Conseil régional et Agence régionale de santé.	Une évaluation des risques sanitaires sera réalisée dans le cadre de cette étude.

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

En Île-de-France, les inventaires (ou cadastres) d'émissions sont réalisés par l'Aasqa Airparif. Le dernier inventaire a été publié en 2022 et porte sur l'année 2019⁵.

Il faut retenir que les émissions sont réparties en 11 grands secteurs qui sont les suivants :

- **Transport routier** : émissions liées à la combustion de carburant (échappement), à l'évaporation de carburant (émissions de COVNM dans les réservoirs) et à l'usure des équipements (émissions de particules des freins, pneus, routes). Les « émissions » de particules liées à la resuspension des particules au sol lors du passage des véhicules, considérées comme particules secondaire, ne sont pas prises en compte ;
- **Transport ferroviaire et fluvial** : émissions du trafic ferroviaire (hors remise en suspension des poussières) et du trafic fluvial intégrant les installations portuaires (manutention des produits pulvérulents) ;
- **Résidentiel** : émissions liées au chauffage des habitations et à la production d'eau chaude de ce secteur. Les émissions liées à l'utilisation des engins de jardinage (tondeuse, ...) et à l'utilisation domestique de solvants sont également considérées (peinture, produits cosmétiques, nettoyeurs, bombes aérosols, ...) ;
- **Tertiaire** : émissions liées au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude de ce secteur ainsi que l'éclairage public et les équipements de réfrigération et d'air conditionné ;
- **Branche énergie (dont chauffage urbain)** : les installations concernées sont les centrales thermiques de production d'électricité, d'extraction de pétrole, les raffineries, les centrales de production de chauffage urbain et les stations-services ;
- **Industries** : émissions liées à la combustion pour le chauffage des locaux des entreprises, aux procédés industriels mis en œuvre notamment dans les aciéries, l'industrie des métaux et l'industrie chimique, l'utilisation industrielle de solvants (peinture, dégraissage, nettoyage à sec imprimeries, colles, ...), l'utilisation d'engins spéciaux et l'exploitation des carrières (particules) ;
- **Traitement des déchets** : les installations d'incinération de déchets ménagers et industriels, les centres de stockage de déchets ménagers et de déchets ultimes et stabilisés de classe 2, les crématoriums ainsi que les stations d'épuration ;
- **Chantiers** : émissions de particules liées aux activités de construction de bâtiments et travaux publics (notamment recouvrement des routes avec de l'asphalte). Ce secteur intègre également l'utilisation d'engins et l'application de peinture ;

- **Plates-formes aéroportuaires** : Les émissions prises en compte sont celles des aéronefs sur les aéroports de Paris **Charles-de-Gaulle**, Paris **Orly** et Paris-**Le Bourget**, sur les aérodromes (hors aviation militaire), ainsi que sur l'héliport d'Issy-les-Moulineaux, et celles des activités au sol pour les trois plus grandes plateformes. Les émissions des avions (combustion des moteurs) sont calculées suivant le cycle LTO (Landing Take Off). Les émissions liées à l'abrasion des freins, des pneus et de la piste sont également intégrées. Les activités au sol prises en compte sont : les APU (Auxiliary Power Unit), les GPU (Ground Power Unit) et les engins de piste ;
- **Agriculture** : émissions des terres cultivées liées à l'application d'engrais et aux activités de labour et de moisson, des engins agricoles et des activités d'élevage et des installations de chauffage de certains bâtiments (serres, ...) ;
- **Émissions naturelles** : les émissions de COVNM de ce secteur sont celles des végétaux et des sols en zones naturelles (hors zones cultivées). Les émissions de monoxyde d'azote sont celles des sols. L'absorption biogénique de CO₂ (puits de carbone) n'est pas intégrée.

L'histogramme suivant illustre le bilan 2019 des émissions de polluants de Paris intra-muros.

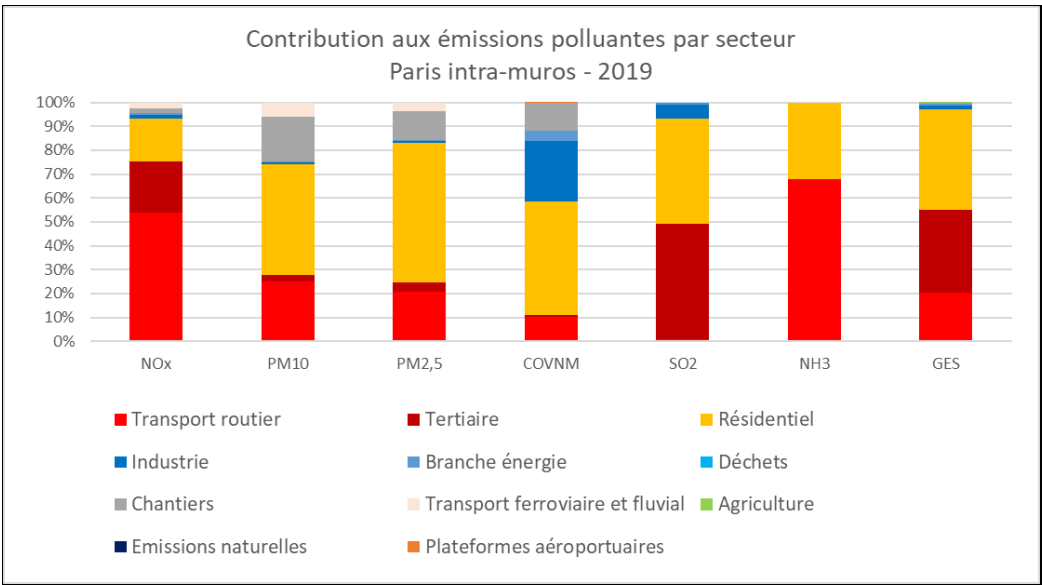


Figure 5 : Bilan des émissions annuelles pour Paris intra-muros (estimations faites en 2022 pour l'année 2019) (source : Données Airparif)

⁵ <https://www.airparif.asso.fr/surveiller-la-pollution/les-emissions>

En 2019, la répartition des émissions de polluants du territoire de Paris intra-muros est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport routier est le contributeur majoritaire (53,9 %) suivi par le tertiaire (21,4 %) et le résidentiel (17,9 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le résidentiel est l'émetteur principal (47,6 %) suivi par l'industrie (25,4 %) et les chantiers (11,7 %).
- **Particules PM10** : le premier émetteur est le secteur résidentiel (46,4 %), suivi par le transport routier (24,8 %) et les chantiers (18,8 %).
- **Particules PM2,5** : le résidentiel est le contributeur majoritaire (58,6 %) suivi par le transport routier (20,6 %) et les chantiers (12,0 %).
- **Dioxyde de soufre (SO₂)** : le tertiaire est le principal contributeur (48,3 %) suivi par le résidentiel (44,0 %).
- **Ammoniac (NH₃)** : le transport routier est l'émetteur majoritaire (67,8 %) suivi par le résidentiel (32,2 %).
- **Gaz à Effet de Serre (GES)** : le résidentiel est le principal émetteur (42,2 %) suivi par le tertiaire (34,6 %) et le transport routier (20,4 %).

Le tableau ci-après reporte les émissions en polluants atmosphériques et GES de Paris intra-muros entre 2005 et 2019 ainsi que leurs évolutions.

Tableau 5 : Émissions annuelles de Paris intra-muros en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2019 (source : Données Airparif)

	NOx t/an	PM10 t/an	PM2,5 t/an	COVNM t/an	SO ₂ t/an	NH ₃ t/an	GES kt/an
Émissions en 2005	10 950	1 411	1 181	14 360	2 614	243	6 559
Émissions en 2010	8 777	1 190	983	8 998	1 378	179	6 209
Émissions en 2015	6 286	912	709	7 587	659	134	5 098
Émissions en 2019	4 182	729	543	6 969	234	118	4 773
Variation entre 2005 et 2019	-61,8 %	-48,3 %	-54,0 %	-51,5 %	-91,0 %	-51,4 %	-27,2 %

Pour Paris intra-muros, les émissions ont fortement diminué entre 2005 et 2019 pour chaque polluant et pour les GES.

Sur le territoire de Paris intra-muros, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, NH₃, PM10, PM2,5, GES), le **résidentiel** (NOx, PM10, PM2,5, COVNM, SO₂, NH₃, GES), le **tertiaire** (NOx, GES, SO₂), l'**industrie** (COVNM) et les **chantiers** (PM10, PM2,5, COVNM).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORTS

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

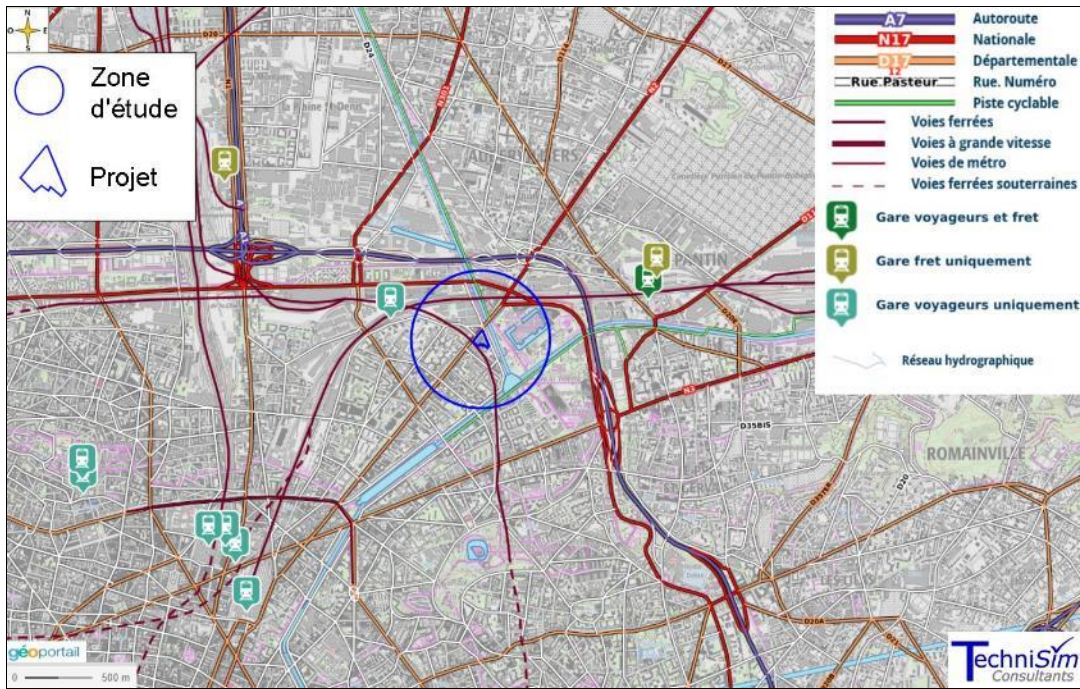


Figure 6 : Réseaux de transport aux environs du projet

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

❖ **Transport routier**

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

D'après les données Energif/Rose, sur le territoire de Paris 19^{ème}, le transport routier a consommé 281 140 MWh d'énergie en 2019 (estimations faites en 2022).



Figure 7 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (source : Nexity & CDVIA)

La zone d’étude englobe plusieurs routes présentant les trafics donnés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Routes aux alentours du projet et leur TMJA et % PL (Poids Lourds) respectifs en 2023

Brins N°	Nom voie	Nombre TV (véh/j)	% PL
1	Rue de Cambrai	2 454	3,0 %
2	Quai de la Gironde	1 975	3,0 %
3	Quai de la Gironde	1 746	3,0 %
4	Avenue Corentin Cariou	11 913	4,0 %
5	Avenue Corentin Cariou	12 648	4,0 %
6	Avenue Corentin Cariou	11 882	5,0 %
7	Avenue Corentin Cariou	8 488	6,0 %
8	Avenue de Flandre	15 780	4,0 %
9	Avenue de Flandre	8 244	5,0 %
10	Avenue de Flandre	16 096	4,0 %
11	Avenue de Flandre	8 079	5,0 %
12	Rue Rouvet	761	3,0 %
13	Rue Rouvet	320	3,0 %
14	Rue Dampierre	405	3,0 %
15	Rue Dampierre	790	1,0 %

❖ Transport ferroviaire

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

Les voies ferrées passant à proximité immédiate du projet ne sont plus exploitées. La ligne exploitée la plus proche est située à 300 m au nord du projet et dessert la gare « Rosa Parks » à environ 700 m au nord-ouest du projet.

Il est à noter la présence de la station « Corentin Cariou » desservie par la ligne 7 du métro à proximité immédiate du projet.

L’influence du transport ferroviaire (en termes de facteur d’émission de particules et nombre de passages par jour) peut être considérée comme négligeable en comparaison au transport routier (cf. figure suivante).

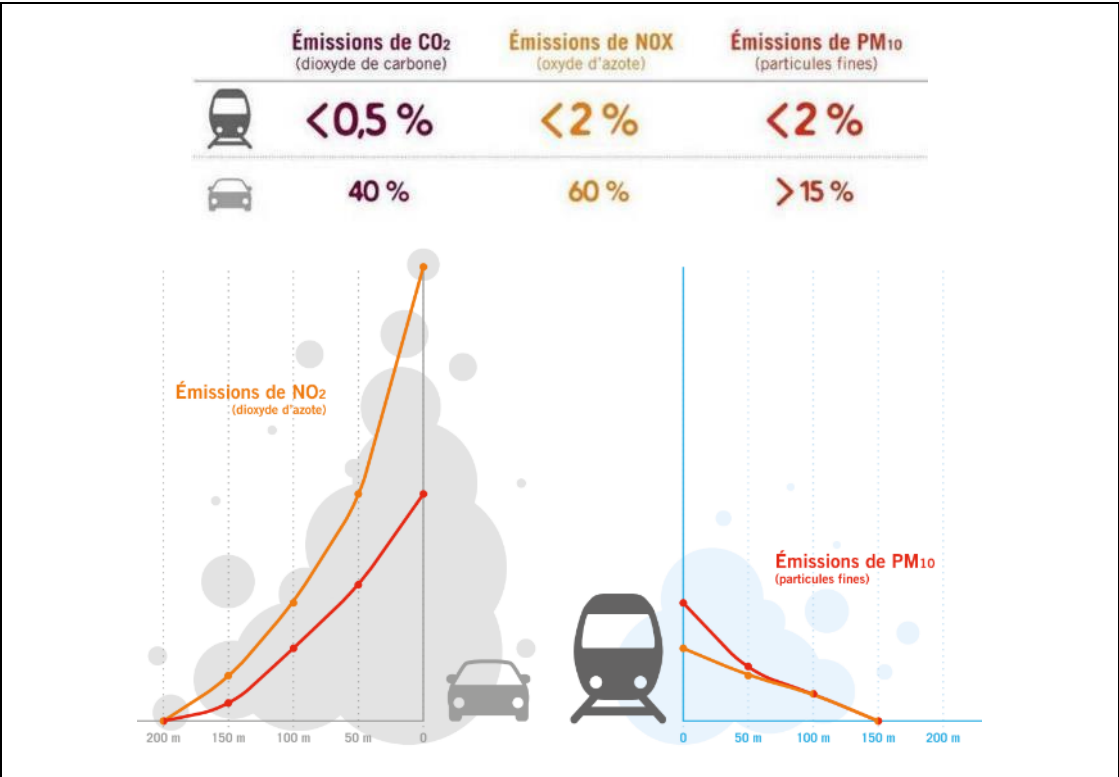


Figure 8 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l’air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015]

❖ **Transport fluvial**

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

Le Canal de Saint-Denis est situé à proximité immédiate du projet à l'est, et le canal de l'Ourcq coule à 420 m au sud du projet.

Selon le site de la ville de Paris, les ports des trois canaux parisiens ont un trafic annuel d'environ 1 000 000 de tonnes constitué à plus de 90 % par des matériaux de construction, sables et graviers et de produits de démolition.

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



Figure 9 : Comparaison du tonnage transporté par bateau et par camion

Les émissions du transport fluvial ressortent comme minoritaires en comparaison des émissions du transport routier. En effet, selon une étude réalisée par l'Institut national de la santé et de l'environnement des Pays-Bas en 1997 reprise dans le rapport de commission d'enquête 479-1997/1998 du Sénat, les émissions polluantes par tonne-kilomètre de la voie d'eau étaient beaucoup plus faibles que celles du transport routier de marchandises. Elles variaient du simple au double pour les émissions dioxyde de soufre et étaient neuf fois plus faibles pour le monoxyde de carbone⁶.

⁶ <https://www.senat.fr/rap/l97-479/l97-47914.html>

❖ **Transport aérien**

Les aéroports sont émetteurs de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO₂] principalement, et dans une moindre mesure : méthane [CH₄] et protoxyde d'azote [N₂O]), d'hydrofluorocarbures [HFC] ; d'oxydes d'azote [NOx] ; de COV (Composés Organiques Volatils) et particules.

En outre, selon les données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), le secteur du transport aérien est une source non négligeable de dioxyde de soufre [SO₂] et de plomb [Pb].

Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude. L'aéroport le plus proche est « Le Bourget » à 8 km au Nord-Est du projet.

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 solvants⁷.

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

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

En l'état actuel, l'emprise projet comporte des bâtiments à caractère industriel/commercial et des « autres bâtiments » : bâtiments d'habitation, commerces, ancien garage, hangar, restaurant.

La zone d'étude, comporte des bâtiments d'habitation, de services, des bâtiments à caractère industriel/commercial, des constructions remarquables et des ponts (sur terre et sur le fleuve), et des lieux de culte.

Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).

⁷ Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

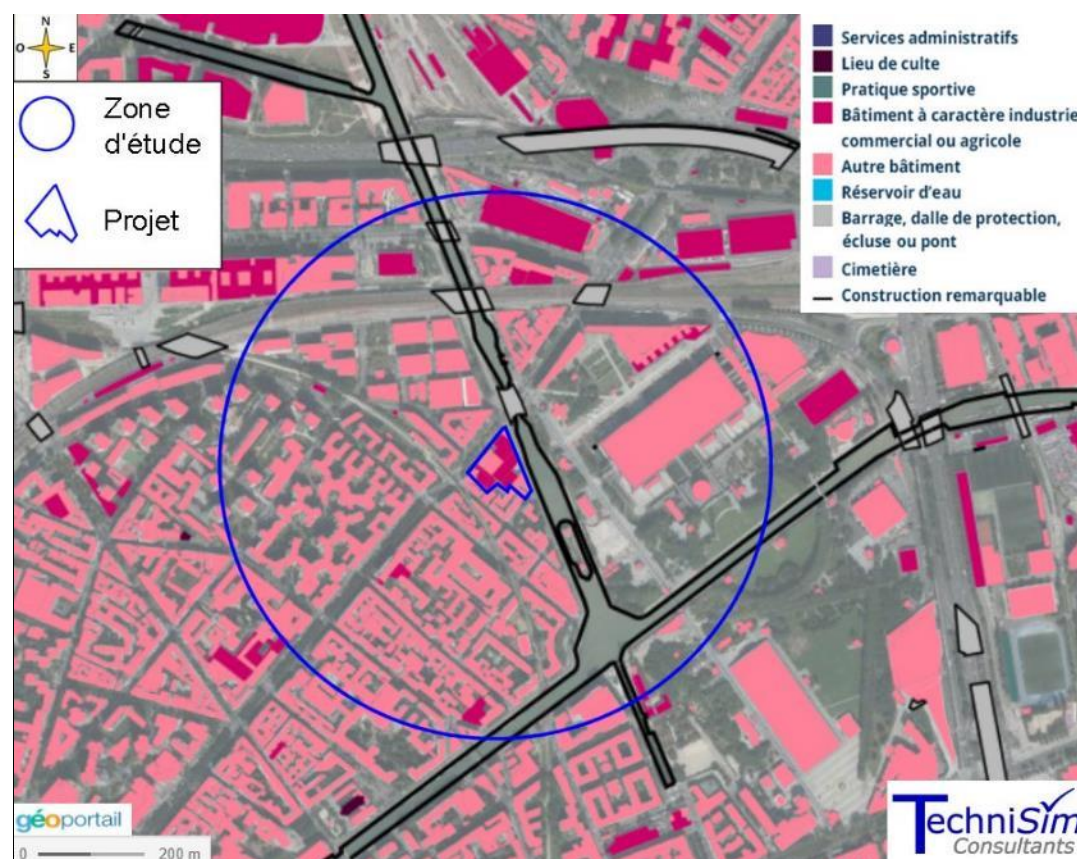


Figure 10 : Environnement du projet par typologie de bâtiments

D'après les données Energif/Rose, au sein du 19^{ème} arrondissement de Paris, à climat réel en 2019 :

- **Le secteur résidentiel** a consommé 843 710 MWh d'énergie :
 - 42 % gaz naturel (soit 351 950 MWh) ;
 - 32 % électricité (soit 269 370 MWh) ;
 - 20 % chauffage urbain (165 800 MWh) ;
 - 5 % charbon et produits pétroliers (soit 39 340 MWh) ;
 - 2 % bois (soit 17 250 MWh).
- **Le secteur tertiaire** a consommé 701 920 MWh d'énergie :
 - 27 % gaz naturel (soit 189 630 MWh) ;
 - 59 % électricité (soit 414 070 MWh) ;
 - 10 % Chauffage urbain (soit 70 610 MWh) ;
 - 4 % charbon et produits pétroliers (soit 27 610 MWh).

8.4. SECTEUR AGRICOLE

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

Selon le Registre Parcellaire Graphique Agricole 2022 (Géoportail), aucune parcelle agricole n'est recensée sur la zone d'étude. Ainsi, le secteur agricole ne contribue pas aux émissions sur la zone d'étude.

8.5. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

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

8.6. SYNTHÈSE

Sur le territoire de Paris intra-muros, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NO_x, NH₃, PM₁₀, PM_{2,5}, GES), le **résidentiel** (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, SO₂, NH₃, GES), le **tertiaire** (NO_x, GES, SO₂), l'**industrie** (COVNM) et les **chantiers** (PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM).

-Les voies routières de la zone d'étude avec les trafics les plus élevées, sont l'Av. Corentin Cariou (12 648 véh./j dont 4 % de PL en 2023), l'Av. de Flandre (16 096 véh./j dont 4 % de PL en 2023) et le Quai de la Gironde (1 975 véh./j dont 3 % de PL en 2023).

-Les voies ferrées aériennes les plus proches sont retrouvées à environ 300 m au nord du projet et desservent la gare « Rosa Parks » à environ 700 m au nord-ouest du projet.

-Le Canal de Saint-Denis est situé à proximité immédiate du projet à l'est, et le canal de l'Ourcq coule à 420 m au Sud du projet.

-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 utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).

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

-Selon le Registre Parcellaire Graphique 2022 (Géoportail), aucune parcelle agricole n'est recensée sur la zone d'étude.

À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier, le résidentiel/tertiaire, et, de manière minoritaire, les transports ferroviaire et fluvial.

Au niveau de l'emprise projet, en situation actuelle, l'usage est majoritairement tertiaire induisant de fréquentes livraisons par camions ; ainsi que résidentiel.

9. QUALITÉ DE L’AIR

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

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

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

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

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

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

Concernant la région Île-de-France, l’organisme en charge de cette mission est l’association Airparif.

9.1. ABAISSEMENT DES SEUILS OMS DE REFERENCE EN 2021

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

Au cours du mois de septembre 2021, les lignes directrices de l’organisation mondiale de la santé (OMS) ont été abaissées afin de réduire l’incidence de la pollution atmosphérique sur la santé⁸.

Les lignes directrices mondiales sur la qualité de l’air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d’orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l’air sont une déclinaison des directives européennes. Elles sont en cours de révision (cf. §9.2). Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l’OMS. Ces préconisations rappellent

⁸ <https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

l’importance d’une meilleure qualité de l’air pour la santé sans oublier que les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurent parmi les principales menaces environnementales.



Figure 11 : Évolution des recommandations de l’OMS pour les PM10, PM2,5, le NO2, l’O3, le SO2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021

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

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

Figure 12 : Recommandations de l’OMS pour le NO₂, le SO₂ et le CO n’ayant pas été réévaluées et restant valides

9.2. PROCEDURE DE REVISION DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE SUR L’AIR AMBIANT ET UN AIR PUR POUR L’EUROPE

Le 26 octobre 2022, la Commission européenne a publié sa proposition de texte pour la révision de la directive sur la qualité de l’air ambiant⁹. La proposition de révision fixait à l'horizon 2030 des normes pour l'Union européenne et des objectifs en matière de qualité de l'air plus strictes. La Commission n’a pas aligné sa proposition sur les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé pour 2030 mais a pour objectif d’atteindre une pollution zéro de l'air d'ici à 2050 au plus tard. La proposition faite par la Commission modifie les obligations de surveillances, les seuils d’informations, d’alerte mais également les valeurs limites et valeurs cibles des polluants règlementés.

Le 13 septembre 2023, une version amendée de la proposition a été adoptée par le Parlement¹⁰ fixant des objectifs à atteindre pour 2035 relativement proches des recommandations de l’OMS. Des objectifs intermédiaires sont néanmoins fixés pour l’horizon 2030.

Cette révision n’est pas encore en vigueur mais indique les tendances de la réglementation à venir dans les prochaines années. Les tableaux suivants font état des seuils réglementaires qui pourraient être applicables en 2035 et des objectifs intermédiaires à atteindre en 2030 si la proposition de révision n’évolue pas à nouveau d’ici cette échéance.

Note : A priori, cette révision amendée concernerait les particules fines (PM2,5 et PM10), le dioxyde d’azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), le benzène, le plomb et le monoxyde de carbone (CO). L’arsenic, le cadmium, le nickel et le benzo(a)pyrène ne seraient pas concernés.

⁹ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2ae4a0cc-55f8-11ed-92ed-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_2&format=PDF

Tableau 7 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition amendée de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2035

	Valeurs limites actuelles				Proposition de valeurs limites devant être atteintes au plus tard le 1 ^{er} janvier 2035			
	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾
PM2.5	25 µg/m ³	-	-	-	5 µg/m ³	15 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
PM10	40 µg/m ³	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	-	-	15 µg/m ³	45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
NO ₂	depuis le 01/01/10 : 40 µg/m ³	-	200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	-	10 µg/m ³	25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an	-
SO ₂	-	125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	-	20 µg/m ³	40 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an	-
Benzène	5 µg/m ³	-	-	-	0,17 µg/m ³	-	-	-
CO	-	-	-	10 mg/m ³	-	4 mg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m ³
Plomb	0,5 µg/m ³	-	-	-	0,15 µg/m ³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m ³	-	-	-	6,0 ng/m ³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m ³	-	-	-	5,0 ng/m ³	-	-	-
Nickel	20 ng/m ³	-	-	-	20 ng/m ³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m ³	-	-	-	1,0 ng/m ³	-	-	-

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

¹⁰ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0318_EN.html

Concernant l’ozone, la valeur cible pour la protection de la santé humaine serait fixée pour 2035 à 110 µg/m³ en maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 18 jours par année calendaire, en moyenne sur 3 ans.

Tableau 8 : Valeurs limites réglementaires actuelles et objectifs intermédiaires à atteindre au plus tard le 1er janvier 2030 selon l’amendement de la proposition de révision par la commission européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine

	Valeurs limites actuelles				Objectifs intermédiaires à atteindre au plus tard le 1 ^{er} janvier 2030			
	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾
PM2.5	25 µg/m³	-	-	-	10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
PM10	40 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	-	-	20 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
NO ₂	depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³	-	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an	-
SO ₂	-	125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an	-
Benzène	5 µg/m³	-	-	-	3,4 µg/m³	-	-	-
CO	-	-	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m³
Plomb	0,5 µg/m³	-	-	-	0,5 µg/m³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-
Nickel	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-

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

9.3. BILAN DE LA QUALITÉ DE L’AIR EN ÎLE-DE-FRANCE EN 2022

Le dernier bilan annuel publié par Airparif est celui concernant 2022. Depuis les années 1990, la qualité de l’air en Île-de-France va en s’améliorant.

À l’exception de l’ozone, par rapport à l’année 2021, les niveaux de pollution enregistrés en 2022 ont légèrement baissé sur l’ensemble de la région. Ce constat est essentiellement lié à la baisse tendancielle des émissions du secteur résidentiel et du trafic routier, et, à des conditions météorologiques dispersives avec des températures globalement clémentes en période hivernale qui ont limité les émissions du chauffage résidentiel. Malgré cette amélioration de la qualité de l’air, les concentrations en particules fines, en NO₂ et en ozone de basse altitude dépassent largement les seuils recommandés par l’OMS en matière de qualité de l’air sur l’ensemble de la région. D’autant plus que ces recommandations (plus basses que les valeurs limites réglementaires françaises et européennes) avaient été abaissées en 2021 compte-tenu de l’évolution des connaissances mettant en évidence les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique. Dans ce contexte, une révision de la Directive européenne sur l’air ambiant est en cours. En effet, un abaissement des seuils des valeurs limites réglementaires en matière de pollution d’air a été proposé en octobre 2022, pour ainsi les rapprocher, sans les aligner complètement aux recommandations de l’OMS. Ainsi en 2030, les valeurs limites pourraient passer de :

- Pour les PM2,5 de 25 µg/m³ à 10 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- Pour le dioxyde d’azote et les PM10 : de 40 µg/m³ à 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

En 2022, une large part des habitants d’Île-de-France respirent un air dont les concentrations en dioxyde d’azote et particules fines ne respectent pas ce projet de nouvelles valeurs limites réglementaires, soit près de 8 millions.

Le nombre d’épisodes de pollution est en baisse par rapport aux années précédentes sur la région Île-de-France. Seuls dix dépassements du seuil d’information pour les PM10 et l’O₃ ont été enregistrés (5 chacun), soit le nombre de jours d’épisodes le plus bas de ces dix dernières années ce qui s’explique à la fois par un hiver assez doux, qui a limité les épisodes de pollution particulaire hivernaux, et, malgré le fort ensoleillement, des conditions estivales atypiques, ayant limité les épisodes de pollution à l’ozone.

Note : La procédure ne prend pas en compte les particules PM2,5 et les seuils mis en avant dans les avis du Conseil National de l’air et de l’Anses.

Pour mémoire, concernant le NO₂ et les PM10, il existe un contentieux entre la France et la Commission Européenne pour non-respect des valeurs limites et insuffisance des actions mises en place.

❖ Dioxyde d'azote (NO₂)

Malgré une amélioration conséquente cette dernière décennie (-35 % loin du trafic ; -40 % le long du trafic), la situation est toujours préoccupante en 2022, avec un fort contraste selon les endroits en Île-de-France.

Néanmoins, les niveaux sont légèrement plus faibles qu'en 2021, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Cette diminution est principalement due à la baisse tendancielle des émissions, notamment celles du trafic, avec le renouvellement du parc routier.

En 2022, dans la continuité de l'année 2021, le nombre d'axes parisiens et régionaux qui enregistrent des concentrations moyennes annuelles supérieures aux seuils réglementaires (autoroutes, routes nationales et importantes voies départementales) est en diminution, entraînant une baisse notable du nombre de Franciliens potentiellement exposés à ces dépassements.

En 2022, environ 40 000 franciliens (tous situés dans la Métropole du Grand Paris) sont potentiellement exposés au dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ (40 µg/m³) contre 60 000 en 2021. Cependant, c'est aussi dans la zone agglomérée que les améliorations sont les plus importantes. Pour ce qui est de la valeur limite horaire (concentration supérieure à 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois dans l'année), elle est respectée en tout point d'Île-de-France en 2022.

En revanche, la quasi-totalité des Franciliens est exposée à un air qui ne respecte pas les recommandations de l'OMS annuelle (10 µg/m³) et journalière (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an). Seuls l'est de la Seine-et-Marne (77) et le sud de l'Essonne (91) respectent ces recommandations.

Au regard des seuils pour le NO₂ proposés dans le cadre du projet de révision de la directive européenne sur l'air ambiant, 7 millions de franciliens respirent un air dont les concentrations ne respectent actuellement pas le projet de valeur limite pour 2030.

❖ Particules PM10 et PM2,5

En 2022, les niveaux moyens annuels en particules PM10 et PM2,5 sont globalement similaires à ceux de 2021 en situation de fond et en situation de proximité au trafic.

La baisse des niveaux moyens observée ces dix dernières années semble s'essouffler. De nombreuses raisons peuvent l'expliquer, notamment les émissions liées à l'abrasion des pneus, freins et routes qui ne diminuent pas ainsi que le développement de l'usage de biomasse pour le chauffage. Une vigilance particulière d'Airparif sera maintenue sur l'évolution des niveaux et leurs facteurs explicatifs.

Les études sanitaires se basant sur les concentrations massiques indiquent clairement qu'il n'y a pas de seuil en dessous duquel les particules ne sont pas nocives. Toute baisse de concentration représente donc un enjeu important en termes de santé publique.

PM10

Grâce à la baisse tendancielle conséquente de cette dernière décennie (-25 % loin du trafic ; -40 % le long du trafic), les valeurs limites annuelle (40 µg/m³) et journalière (35 jours maximum supérieurs à 50 µg/m³) pour les PM10 sont respectées, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Vis-à-vis de la valeur limite journalière, le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³ est plus faible sur l'année qu'en 2021, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic.

En 2022, aucun francilien n'est concerné par un dépassement des valeurs limites annuelle et journalière. En revanche, 60 % des Franciliens restent exposés à un dépassement de la recommandation journalière de l'OMS (3 jours maximum supérieurs à 45 µg/m³) et 90 % vis-à-vis de la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³).

Au regard des seuils du projet de la nouvelle directive européenne, près de 3 millions de franciliens respirent un air dont les concentrations ne respectent actuellement pas le projet de valeur limites proposé pour 2030.

PM2,5

D'un point de vue réglementaire, comme pour les PM10 et comme lors des dernières années, les niveaux de fond moyens en PM2,5 enregistrés au sein de l'agglomération parisienne restent globalement homogènes.

Comme depuis plusieurs années maintenant, la valeur limite annuelle en PM2,5 (25 µg/m³) est respectée en Île-De-France en 2022, tout comme la valeur cible (20 µg/m³). Sur la dernière décennie la diminution des niveaux a été de -35 % loin du trafic et de -40 % le long du trafic.

En revanche, les recommandations annuelle (5 µg/m³) et journalière (3 jours maximum supérieurs à 15 µg/m³) de l'OMS sont dépassées sur la totalité de la région en 2022.

En 2022, aucun francilien n'est concerné par un dépassement de la valeur limite annuelle tandis que la totalité est concernée par un dépassement des recommandations de l'OMS (journalière et annuelle).

Au regard des seuils du projet de nouvelle directive, près de 8 millions de franciliens respirent un air dont les concentrations en PM2,5 ne respectent actuellement pas le projet de valeurs limites proposé en 2030.

❖ **Ozone (O₃)**

L'ozone est un polluant secondaire dont les teneurs sont très influencées par les conditions météorologiques, notamment printanières et estivales. En effet, un fort ensoleillement et des températures élevées sont propices à la formation de l'ozone par réactions chimiques, à partir des oxydes d'azote (émis essentiellement par le trafic routier) et les composés organiques volatils.

En 2022, le nombre de jours de dépassement des seuils réglementaires aux stations est supérieur à celui de 2021 du fait d'un été chaud et ensoleillé marqué par plusieurs vagues de chaleur. La valeur cible relative à la protection de la santé sur la période 2020-2022 (120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans) est respectée, mais l'objectif de qualité (120 µg/m³ en moyenne sur 8h) ainsi que les recommandations de l'OMS (100 µg/m³ sur une période de 8h) sont dépassés en Île-de-France, comme les années précédentes. L'ozone est le seul polluant réglementé qui augmente en concentration moyenne annuelle (+30 % sur les 10 dernières années, loin du trafic). Toutefois, les valeurs extrêmes enregistrées lors des épisodes à conditions équivalentes sont plus faibles qu'il y a 20 ans, du fait vraisemblablement de réglementations mises en place pour réduire les émissions de ses précurseurs.

Bien que non pertinent pour le suivi des effets sur la santé, cet indicateur est suivi en termes d'impacts sur le changement climatique, l'ozone étant également un gaz à effet de serre.

100 % des Franciliens sont concernés par le dépassement de la valeur recommandée par l'OMS (fixée à 100 µg/m³ sur 8 heures), comme tous les ans.

❖ **Dioxyde de soufre (SO₂)**

Comme c'est le cas depuis plusieurs années, les concentrations moyennes annuelles de SO₂ en 2022 sont une nouvelle fois très faibles (1 µg/m³) et donc largement inférieures à l'objectif de qualité (fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle civile).

❖ **Benzène (C₆H₆)**

La baisse tendancielle de ces dernières années se poursuit et les concentrations mesurées sont les plus basses de l'historique. La valeur limite annuelle (5 µg/m³) est respectée en tout point de l'Île-de-France depuis 2006. Respecté en situation de fond, l'objectif de qualité (2 µg/m³) peut toutefois rester très ponctuellement dépassé le long de certaines voies de circulation parisiennes mais aucun Francilien n'y est exposé.

❖ **Autres Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM)**

En complément du benzène, quatre HAM sont mesurés en routine par Airparif : le toluène, l'éthylbenzène, les m+p-xylène et o-xylène. Au même titre que pour le benzène, ces quatre composés sont principalement émis par le trafic routier. Ces composés ne font pas l'objet de normes contraignantes pour la qualité de l'air ambiant. L'OMS recommande néanmoins de ne pas dépasser :

- 4 800 µg/m³ d'air en moyenne journalière pour les xylènes ;
- 260 µg/m³ d'air en moyenne hebdomadaire pour le toluène ;
- 22 000 µg/m³ d'air en moyenne annuelle pour l'éthylbenzène.

Ces recommandations sont toutes largement respectées en 2022.

❖ **Monoxyde de carbone (CO)**

En 2022, la mesure de CO est non représentative du fait d'un trop grand manque de données. Cependant, au vu des mesures valides sur l'année et des résultats des années précédentes, la valeur limite pour la protection de la santé (fixée à 10 mg/m³ sur une période de 8 heures) serait largement respectée.

❖ **Métaux : plomb (Pb), arsenic (As), cadmium (Cd) et nickel (Ni)**

Deux sites de mesures fixes sont implantés au voisinage de sites industriels émetteurs de métaux réglementés, à Limay (78) et à Bagneaux-sur-Loing (77). Afin de disposer d'une référence de fond dans le cœur de l'agglomération, un point de mesure des métaux est par ailleurs implanté à Paris. Ce site permet de disposer d'un point de comparaison éloigné de toute source spécifique.

Les niveaux mesurés pour ces métaux sont tous largement inférieurs aux valeurs cibles.

❖ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

La valeur cible européenne fixée à 1 ng/m³ (moyenne annuelle) est largement respectée sur l'ensemble des stations de mesure d'Airparif.

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

L'année 2020 avait été très particulière, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour y faire face. Ces différentes mesures ont 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.

Dans plusieurs communiqués de presse¹¹, Airparif évalue que :

- du 17 mars 2020 à fin avril 2020, la mise en place du confinement a induit une amélioration conséquente de la qualité de l'air liée à une baisse des émissions de NOx et PM10 de 70 %, soit :
 - -20 % à -35 % de dioxyde d'azote dans l'air selon les semaines et jusqu'à -50 % le long du trafic (polluant local principalement émis par le transport routier)
 - L'impact est moindre pour les particules (PM10 et PM2,5) avec une diminution de 7 %. Cela s'explique par une influence forte de conditions météorologiques défavorables et par des sources d'émissions plus nombreuses et pas uniquement locales.
- Les premiers jours du second confinement s'accompagnent d'une diminution de 20 % des émissions d'oxydes d'azote et de particules fines PM10 liées au trafic routier, induisant seulement une faible baisse des concentrations relevées à proximité des axes routiers.

9.4. ZONES SENSIBLES POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Le Schéma Régional Climat, Air et Énergie instauré par la Loi Grenelle II impose de cartographier des zones dites « sensibles » en termes de qualité de l'air. Ces zones se définissent par une forte densité de population (ou la présence de zones naturelles protégées) et par des dépassements des valeurs limites (VL) pour certains polluants (notamment PM10 et NO₂). Sur ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air sont qualifiées de prioritaires.

La zone sensible de l'Île-de-France correspond à la zone administrative de surveillance (ZAS) déclarée au niveau européen comprenant l'agglomération parisienne et l'agglomération de Meaux (cf. graphique ci-après).

Cette zone permet de représenter la totalité des habitants potentiellement impactés par un dépassement des valeurs limites en NO₂ et 99,9 % de la population potentiellement impactée par un risque de dépassement des valeurs limites en PM10.

¹¹ http://votreair.airparif.fr/_pdf/publications/communiqu%C3%A9_presse_evaluation-impact-confinement-sur-air_15052020.pdf

Cette Zone Sensible pour la Qualité de l'Air (ZSQA) concerne plus de 10 millions d'habitants, soit presque 90 % de la population régionale et représente 24 % de la surface de l'Île de France et se distingue en tant que tissu urbain continu.

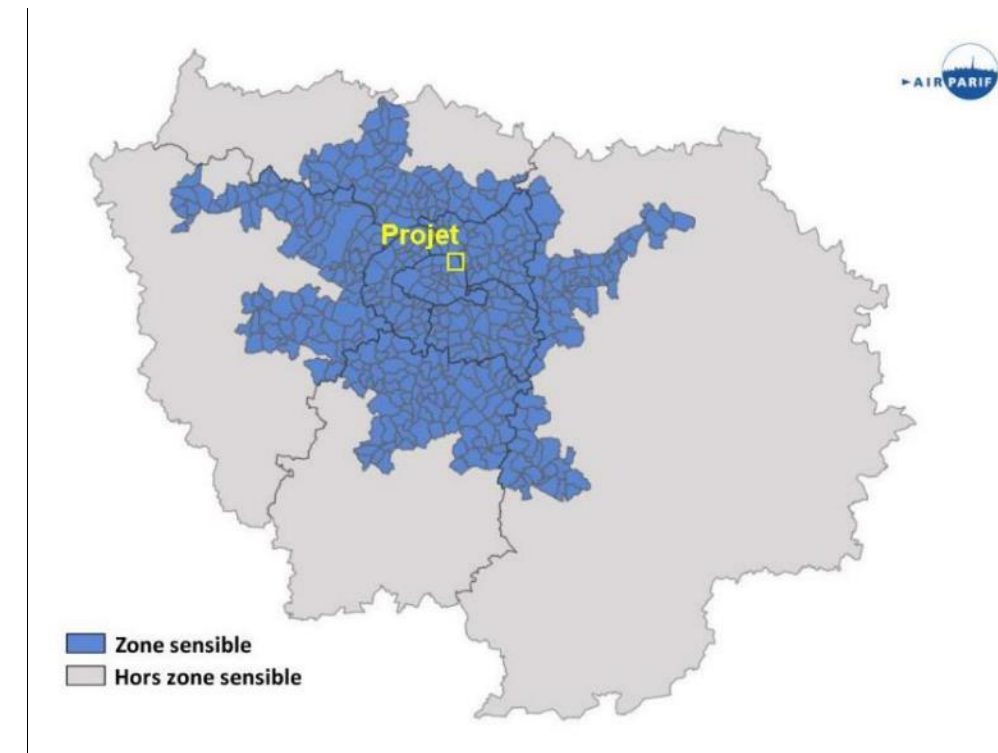


Figure 13 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air en Île-de-France (Source : Bilan de la qualité de l'air 2021 Airparif)

La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air en Île-de-France, en 2021, au sens du SRCAE.

9.5. ZONES COUVERTES PAR UN PPA

En Île-de-France, il n'existe qu'un seul PPA. Celui-ci concerne l'ensemble de la région. Il s'agit du PPA Île-de-France.

La zone d'étude est couverte du Plan de Protection de l'Atmosphère d'Île-de-France.

http://votreair.airparif.fr/_pdf/publications/communiqu%C3%A9_presse_impact%20reconfinement_10112020.pdf

9.6. PROCÉDURES D'INFORMATION ET D'ALERTE

9.6.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral

En Île-de-France, une telle procédure d'alerte a été instituée dès 1994, avant même la publication de la loi dite 'LAURE'.

Par ailleurs, dans le cadre de l'amélioration des modalités de prévision et de gestion des pics de pollution atmosphérique, un arrêté interministériel du 26 mars 2014 propose un cadre national, permettant ainsi d'harmoniser les pratiques préfectorales en cas d'épisodes de pollution. Cet arrêté, entré en vigueur le 1^{er} juillet 2014, comprend de nouvelles dispositions, qu'il convenait d'intégrer à la procédure d'information-recommandation et d'alerte du public en cas de pointes de pollution atmosphérique dans la région Île-de-France, en modifiant l'arrêté interpréfectoral correspondant.

L'arrêté-cadre national prévoit les évolutions suivantes :

- une harmonisation nationale des procédures préfectorales, en décrivant un déroulé que l'autorité préfectorale doit suivre, ainsi qu'une harmonisation nationale des critères de déclenchement ;
- la possibilité de déclencher des procédures préfectorales sur prévision, afin d'anticiper l'épisode de pollution ;
- la gestion des événements de grande ampleur en confiant au préfet de zone (avec le concours des préfets de département) l'organisation par arrêté du dispositif opérationnel, et l'établissement d'un document-cadre zonal ;
- la persistance d'un épisode de pollution aux particules PM10. Cela aura pour conséquence le passage automatique d'une procédure d'information-recommandation (aucune mesure prescriptive et sanctionnable) à une procédure d'alerte (mise en œuvre de mesures prescriptives et sanctionnables) dès lors que le seuil d'information-recommandation est dépassé durant 2 jours consécutifs et qu'il est prévu un dépassement le jour-même et le lendemain ;
- une liste d'actions d'informations et de recommandations et de mesures réglementaires de réductions des émissions.

Ces évolutions ont été intégrées dans l'arrêté interpréfectoral du 7 juillet 2014 en Île-de-France.

Le dispositif national a de nouveau été révisé en 2016 et a fait l'objet de deux arrêtés :

- l'arrêté interministériel du 07 avril 2016 ;
- l'arrêté interministériel modificatif du 26 août 2016.

Les modifications apportées sont listées ci-après :

- diminution de deux jours de la persistance ;
- extension de la persistance à l'ozone ;
- possibilité d'exclure le dioxyde de soufre des procédures ;
- nécessité de concertation préalable pour définir les mesures qui touchent les secteurs industriels et agricoles (prise en compte des impacts économiques, sociaux et d'organisation du travail) ;
- nécessité de consulter un comité d'experts en cas d'alerte ;
- présentation d'un bilan annuel en CODERST.

Le nouvel arrêté interministériel a fait l'objet d'une déclinaison régionale en Île-de-France. Il s'agit de **l'arrêté interpréfectoral n°2016-01383 relatif à la procédure d'information-recommandations et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution en région d'Île-de-France du 19 décembre 2016** qui est paru au registre des actes administratifs (RAA) d'Île-de-France le 02 janvier 2017. Les polluants visés sont les suivants :

- Le dioxyde d'azote [NO₂] ;
- L'ozone [O₃] ;
- Les particules PM10.

La procédure comporte deux niveaux de gravité croissante, c'est-à-dire :

Procédure d'information-recommandations

Elle est déclenchée, par le préfet et pour un polluant donné, sur la base du constat ou de la prévision par l'association Airparif du dépassement du seuil d'information et de recommandations correspondant à ce polluant.

Procédure d'alerte

Elle est déclenchée, par le préfet -pour un polluant donné- sur la base du constat ou de la prévision par l'association Airparif du dépassement du seuil d'alerte correspondant à ce polluant, ou en cas de « persistance » de l'épisode de pollution pour les PM10 ou l'ozone. On parle de « persistance » d'un épisode de pollution pour un polluant donné dès lors qu'il y a prévision d'un dépassement du seuil d'information-recommandation le jour même et qu'un dépassement de ce même seuil est prévu le lendemain. La procédure d'alerte est maintenue tant que les prévisions météorologiques ou les prévisions en matière de concentration de polluants montrent qu'il est probable que le seuil d'information et de recommandation soit dépassé le lendemain ou le surlendemain.

Note : Les critères de déclenchement diffèrent au regard des polluants examinés (cf. tableau suivant).

Procédure d'information-recommandations	Par dépassement du seuil réglementaire propre à chaque polluant et lorsque : - soit une surface d'au moins 100 km² au total dans la région est concernée par un dépassement des seuils de dioxyde d'azote, d'ozone et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond ; - soit au moins 10 % de la population d'un département de la région sont concernés par un dépassement de seuils de dioxyde d'azote, d'ozone et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond.
Procédure d'alerte	Par dépassement du seuil réglementaire propre à chaque polluant Ou par persistance du fait d'une prévision du dépassement du seuil d'information-recommandations pendant 2 jours (PM10, O ₃). Les mêmes critères de surface ou de population décrits ci-dessus restent applicables.

Avertissement : les seuils d'information et de recommandations et les seuils d'alerte font référence aux niveaux de concentration dans l'air des polluants visés. Ces seuils sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 9 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte

Seuils de déclenchement			Ozone Moyenne horaire	PM10 Moyenne journalière	NO ₂ Moyenne horaire
Seuils d'information et de recommandations			180 µg/m ³	50 µg/m ³ en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures	200 µg/m ³
Seuils d'alerte	Pour la mise en œuvre progressive des mesures d'urgence	Niveau 1	240 µg/m ³ en moyenne horaire	80 µg/m ³ en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures	400 µg/m ³ ou 200 µg/m ³ (1)
		Niveau 2	300 µg/m ³ en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives		
		Niveau 3	360 µg/m ³ en moyenne horaire		
(1)	À condition que la procédure d'information et de recommandation pour ce polluant ait été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions fassent craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.				

9.6.2. Historique des dépassements

Le graphe suivant illustre le nombre de jours sous procédures d'information-recommandation et d'alerte (sur constat de dépassement uniquement) pour Paris de 2019 à 2023.

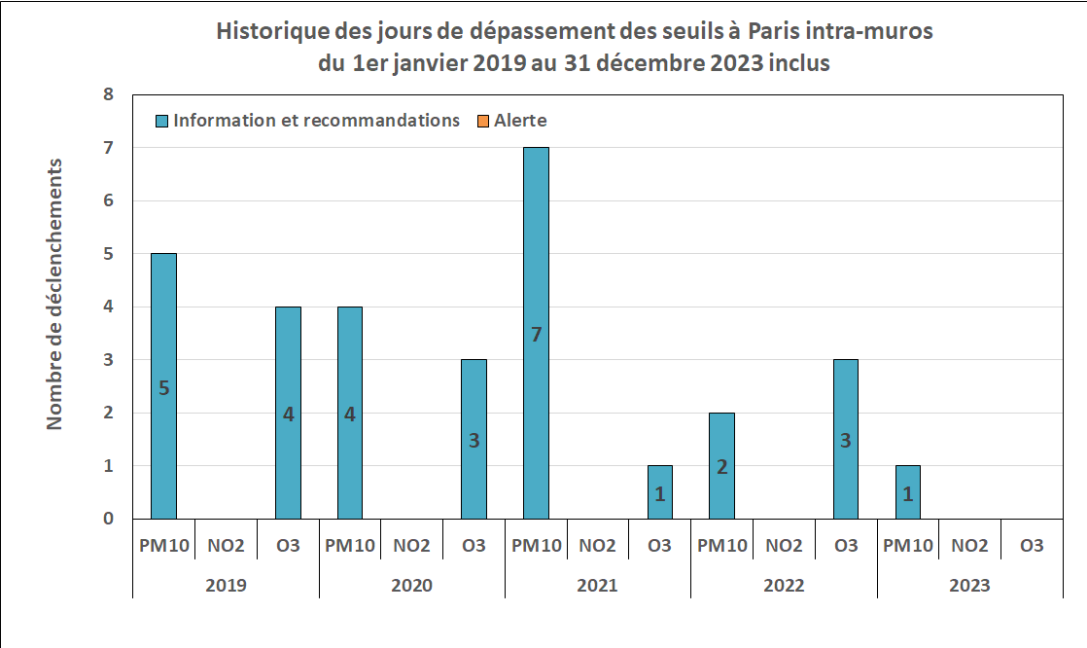


Figure 14 : Nombre de jours sous procédures d'information et d'alerte pour constat de dépassement à Paris entre 2019 et 2023 (Source : LCSQA¹²)

Il est à retenir que les déclenchements concernent uniquement les **PM10** (période hivernale) et l'**ozone** (période estivale).
Aucun déclenchement du seuil d'alerte n'est survenu depuis 2018 (jusqu'au 31/12/2023 inclus), à Paris.
En 2023, 1 jour de déclenchement de la procédure d'information-recommandations sur constat s'est produit pour les PM10.

Note : Les années 2020 et 2021 sont à considérer avec prudence, compte tenu du contexte sanitaire particulier, en particulier au regard des mesures de confinement anti-pandémie de Covid-19 – avec des répercussions significatives sur les trafics routiers et donc sur la qualité de l'air.

À Paris, en 2023, est survenu 1 jour de dépassement du seuil d'information-recommandations pour les PM10 (sur constat de dépassement, selon le LCSQA).

¹² <https://www.lcsqa.org/fr/vigilance-atmospherique/episodes/liste>

9.7. DONNÉES AIRPARIF

9.7.1. Mesures réalisées par Airparif

L'AASQA Airparif ne dispose pas de station à proximité du projet. La localisation et les caractéristiques des stations les plus proches sont données ci-après.

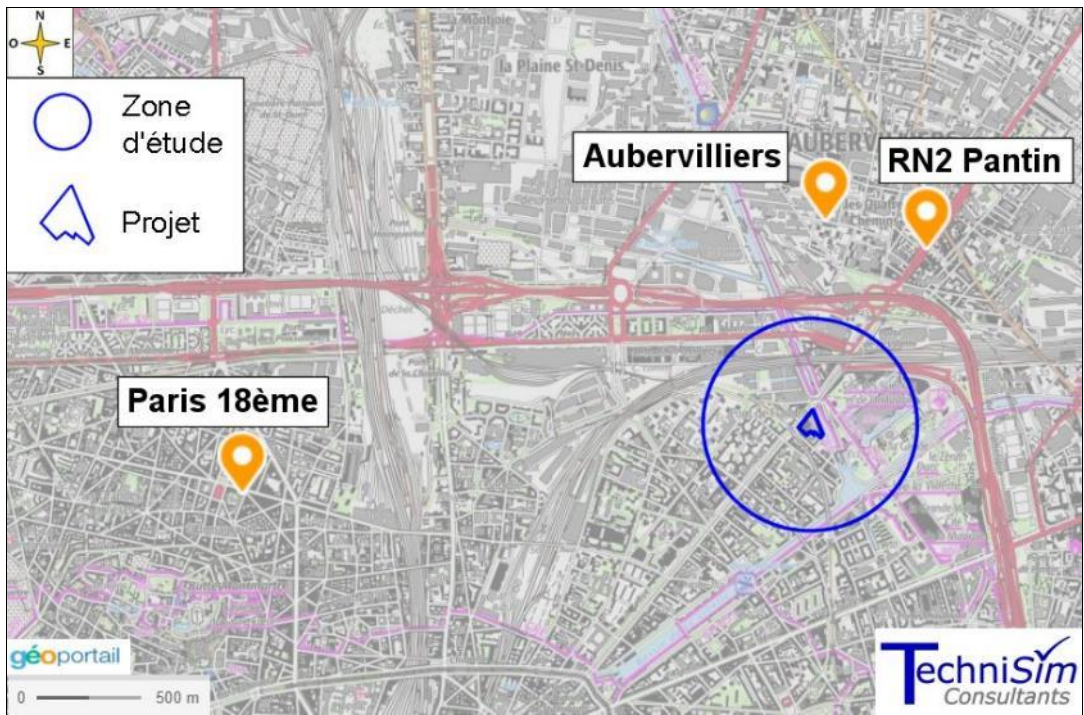


Figure 15 : Localisation des stations de mesure Airparif les plus proches du projet

Tableau 10 : Caractéristiques des stations de mesure Airparif les plus proches du projet				
STATION	Type station	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
AUBERVILLIERS	Fond urbain	35 Rue Bordier 93300 Aubervilliers	1 km au nord	- NO₂ ; NO_x - SO₂ - CO
RN2 PANTIN	Trafic urbain	54 Avenue Jean Jaurès 93500 Pantin	1 km au nord-est	- NO₂ ; NO_x - PM₁₀ - BTEX
PARIS 18 ^{EME}	Fond urbain	7 Rue Ferdinand Flocon 75018 Paris	2,76 km à l'ouest	- NO₂ ; NO_x - PM₁₀ ; PM_{2,5} - O₃ - As, Cd, Ni, Pb

Avertissement :

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

D'après les mesures d’Airparif aux stations les plus proches du projet, sur la période 2018-2022, il est observé :

-Dioxyde d’azote (NO₂) : Pour les stations de fond, la valeur seuil réglementaire annuelle (40 µg/m³) est respectée chaque année, contrairement à la station trafic ; et la ligne directrice annuelle de l’OMS (10 µg/m³) est dépassée chaque année pour toutes les stations. Seul un dépassement du seuil d’information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) a été enregistré à la station RN2 Pantin (trafic) en 2020. La recommandation journalière de l’OMS (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est largement dépassée chaque année pour toutes les stations.

-Oxydes d’azote (NO_x) : Le niveau critique annuel pour la protection de la végétation (30 µg/m³) est dépassé pour toutes les stations chaque année.

-Particules PM₁₀ : Aux stations « RN2 Pantin » et « Paris 18^{ème} », les teneurs moyennes annuelles respectent la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³) et l’objectif de qualité (30 µg/m³). En revanche, la recommandation annuelle de l’OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où la concentration moyenne journalière est supérieure au seuil journalier (50 µg/m³) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. En revanche, la recommandation journalière de l’OMS (3 à 4 dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée chaque année.

-Particules PM_{2,5} : En 2022, à la station « Paris 18^{ème} », la teneur moyenne annuelle respecte la valeur limite réglementaire (25 µg/m³) contrairement à l’objectif de qualité (10 µg/m³) et à la recommandation annuelle de l’OMS (5 µg/m³). Le nombre de dépassements de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation de l’OMS) est très supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an.

-Ozone (O₃) : à la station « Paris 18^{ème} », le seuil d’information/recommandation est dépassé en 2018 et en 2020, mais le seuil d’alerte ne l’a jamais été. De nombreux dépassements de la préconisation de l’OMS (100 µg/m³ en moyenne journalière sur 8 h) et de l’objectif de qualité (120 µg/m³ en moyenne journalière sur 8h) sont observés et récurrents.

-Dioxyde de soufre (SO₂) : sur la période 2018-2020, à la station « Aubervilliers », les valeurs réglementaires sont strictement respectées tous les ans.

-BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes) : à la station « RN2 Pantin », la valeur seuil réglementaire et l’objectif de qualité sont largement respectés tous les ans.

-Autres polluants mesurés : les concentrations annuelles en CO à la station « Aubervilliers » et en métaux à la station « RN2 Pantin » respectent les valeurs limites et objectifs de qualité chaque année.

Tableau 11: Concentrations en NOx et en NO₂ relevées par Airparif aux stations les plus proches

NOx et NO ₂ µg/m ³		NOx	NO ₂				
		Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Max. horaire	Nb Dép. 200 µg/m ³ en moyenne horaire	Max. journalier	Nb Dép. 25 µg/m ³ en moyenne journalière
Stations	Année	Niveau critique : 30 µg/m ³	Valeur limite : 40 µg/m ³ OMS : 10 µg/m ³	-	Valeur limite : 18 dép. max. OMS : seuil à ne pas dépasser	-	OMS : 3 à 4 dép. max
Aubervilliers	2018	48	33	151	0	89	248
	2019	46	30	147	0	92	211
	2020	35	25	143	0	80	150
	2021	41	28	127	0	78	180
	2022	40	28	123	0	70	179
RN2 Pantin	2018	131	56	186	0	116	349
	2019	122	51	187	0	119	347
	2020	89	42	211	1	119	308
	2021	102	46	144	0	114	320
	2022	90	43	130	0	90	322
Paris 18 ^{ème}	2018	53	36	199	0	100	279
	2019	51	34	140	0	94	245
	2020	34	25	156	0	73	153
	2021	41	28	122	0	82	205
	2022	38	27	124	0	67	180

Tableau 12 : Concentrations en PM10 relevées par Airparif aux stations les plus proches

PM10 µg/m ³		Moyenne annuelle	Max. Journalier	Nb Dép. 50 µg/m ³ en moyenne journalière	Nb Dép. 45 µg/m ³ en moyenne journalière
Stations	Année	Valeur limite : 40 µg/m ³ Objectif de qualité : 30 µg/m ³ OMS : 15 µg/m ³	-	Valeur limite : 35 dép. max.	OMS : 3 à 4 dép. max
RN2 Pantin	2018	29	72	15	35
	2019	28	98	20	30
	2020	25	147	12	20
	2021	27	84	17	27
	2022	26	83	12	20
Paris 18 ^{ème}	2018	21	65	1	5
	2019	20	71	7	11
	2020	18	72	4	5
	2021	19	64	7	11
	2022	20	72	2	8

Tableau 13 : Concentrations en PM2,5 relevées Airparif aux stations les plus proches

PM2,5 µg/m ³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 15 µg/m ³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 25 µg/m ³ Objectif de qualité : 10 µg/m ³ OMS : 5 µg/m ³	-	OMS : 3 à 4 dép. max.
Paris 18 ^{ème}	2018	n.d	n.d	n.d
	2019	n.d	n.d	n.d
	2020	n.d	n.d	n.d
	2021	n.d	n.d	n.d
	2022	12	66	81

n.d = non disponible

Tableau 14 : Concentrations en Ozone relevées par Airparif aux stations les plus proches

O ₃ µg/m ³		Max. horaire	Nb Dép. 180 µg/m ³ en moy. horaire	Nb Dép. 240 µg/m ³ en moy. horaire	Max. journalier de la moy. sur 8h	Nb Dép. 100 µg/m ³ de la moy. journ. sur 8h	Nb Dép. 120 µg/m ³ de la moy. journ. sur 8h
Station	Année	-	Seuil d’info/recommandation	Seuil d’alerte	-	OMS : 3 à 4 dép. max	Seuil protection santé* Objectif qualité = aucun dép.
Paris 18 ^{ème}	2018	193	8	0	174	45	10
	2019	178	0	0	152	27	n.r
	2020	221	4	0	153	50	16
	2021	143	0	0	131	26	11
	2022	179	0	0	164	52	13

* Nb Dép. 120 µg/m³ du max journalier de la moyenne sur 8 h sur les trois dernières années par rapport à l’année concernée (celle-ci inclus)

Tableau 15 : Concentrations en SO₂ relevées par Airparif aux stations les plus proches

SO ₂ µg/m ³		Moy. annuelle	Max. horaire	Nb Dép. 350 µg/m ³ en moy. horaire	Max. journ.	Nb Dép. 125 µg/m ³ en moy. journ.	Nb Dép. 40 µg/m ³ en moy. journ.
Station	Année	Objectif qualité : 50 µg/m ³	-	Valeur limite : 24 dép. max	-	Valeur limite : 3 dép. max.	OMS : 3 à 4 dép. max
Aubervilliers	2018	< LD	13	0	5	0	0
	2019	< LD	4	0	8	0	0
	2020	< LD	12	0	< LD	0	0
	2021	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2022	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d = non disponible

Tableau 16 : Concentrations en BTEX relevées par Airparif aux stations les plus proches

Moyenne annuelle en µg/m ³		Benzène	Toluène	Éthylbenzène	Xylènes	
Station	Année	Valeur limite : 5 µg/m ³ Objectif de qualité : 2 µg/m ³	-	-	m+p	o
RN2 Pantin	2018	1,3	5	1	2,8	1,2
	2019	1,3	5,5	0,8	2,6	1
	2020	1,2	5,4	0,8	2,5	1
	2021	1,2	5,2	0,8	2,6	1
	2022	1,1	4,8	0,7	2,6	1

Tableau 17 : Concentrations en CO relevées par Airparif aux stations les plus proches

CO mg/m ³		Max. Journalier moyenne/8 heures	Max. journalier	Nb Dép. 4 mg/m ³ en moyenne journalière
Stations	Année	Valeur limite 10 mg/m ³	-	OMS : 3 à 4 dép. max
Aubervilliers	2018	1	0,5	0
	2019	2	1	0
	2020	1	0,7	0
	2021	n.d	n.d	n.d
	2022	n.d	n.d	n.d

n.d = non disponible

Tableau 18 : Concentrations en métaux relevées par Airparif aux stations les plus proches

Moyenne annuelle en ng/m³		Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb
Station	Année	Valeur cible : 6 ng/m³	Valeur cible : 5 ng/m³	Valeur cible : 20 ng/m³	Valeur limite : 500 ng/m³ Objectif de qualité : 250 ng/m³
RN2 Pantin	2018	0,32	0,12	1,01	5
	2019	0,22	0,09	0,92	4,1
	2020	n.r	n.r	n.r	n.r
	2021	0,26	0,1	0,9	4,7
	2022	0,36	0,08	0,87	5,3

n.r = non représentatif

9.7.2. Indice ATMO

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

Le nouveau calcul de l'indice ATMO tient compte des PM2,5¹³ qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l'organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement celles inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais. Le code couleur s'étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).

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

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

¹³ <https://atmo-france.org/un-nouvel-indice-atmo-plus-clair-et-precis/>

La figure suivante représente les seuils et les couleurs du nouvel indice.

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

Figure 16 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021

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

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il procure une représentation différente de la qualité de l'air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l'air. Nonobstant, le nouvel indice ATMO considère les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s'agit d'une représentation simplifiée de la qualité de l'air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d'incertitude (à l'image des bulletins météorologiques). En corollaire, ce qui peut apparaître comme une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l'air moyenne, dégradée, mauvaise ou très mauvaise, découle du changement de la méthode de calcul, de l'intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils. Cela ne résulte pas en l'occurrence d'une dégradation de la qualité de l'air qui tend à s'améliorer depuis vingt ans.

L'historique¹⁴ 2023 de l'indice ATMO pour la commune de Paris est fourni en figure page suivante.

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air dans le 19^{ème} arrondissement de Paris en 2023 peut être qualifiée de « Bonne » pour 0,5 % de la période, « Moyenne » 77,5 % de la période, « Dégradée » 13,2 % de la période, « Mauvaise » 7,7 % de la période et « Très mauvaise » 0,8 % de l'année.

¹⁴ <https://www.airparif.asso.fr/surveiller-la-pollution/historique-des-indices>

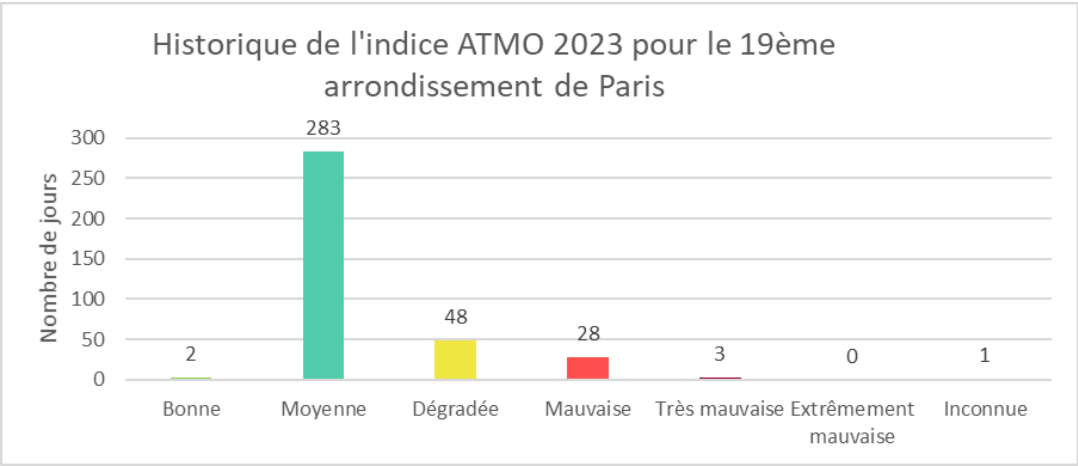


Figure 17 : Évolution et répartition des indices ATMO 2023 pour le 19^{ème} arrondissement de Paris (Source : Historique des indices, Airparif)

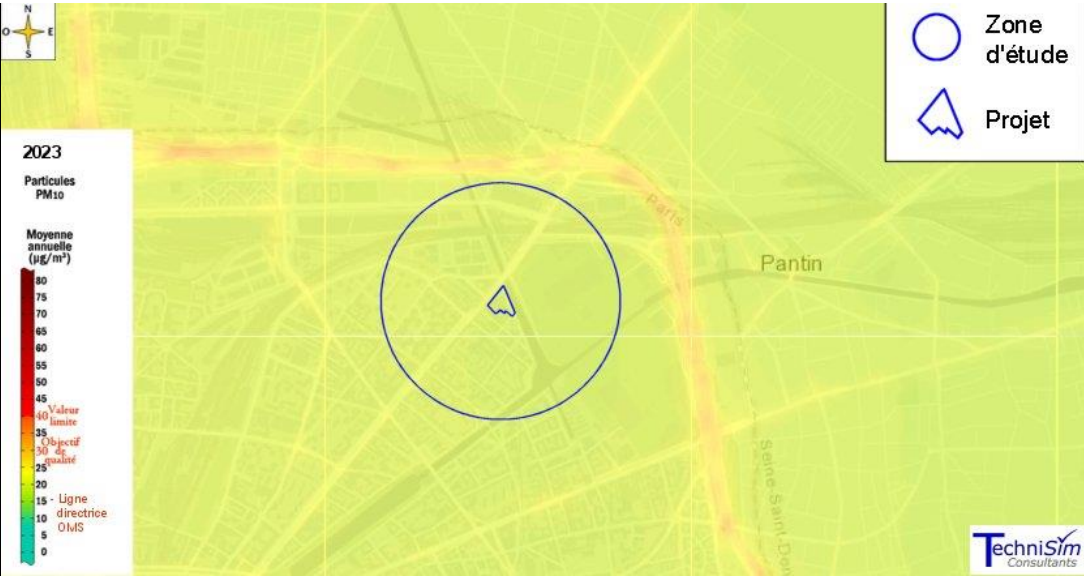


Figure 19 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM₁₀, 2023

9.7.3. Modélisations Airparif au niveau de la zone d'étude

Les planches en pages suivantes présentent les modélisations Airparif 2023 (2020 pour le benzène) des concentrations moyennes annuelles pour les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et le dioxyde d'azote, ainsi que du nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure à 120 µg/m³ sur 8 heures et du nombre de jours où la concentration journalière en PM₁₀ dépasse 50 µg/m³ au niveau de la zone d'étude.

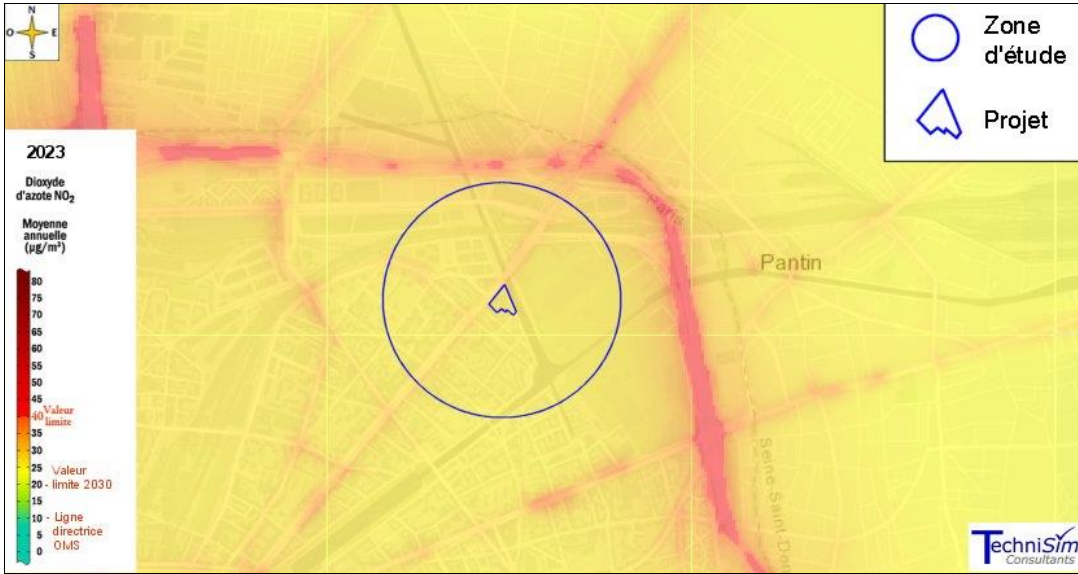


Figure 18 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2023



Figure 20 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en PM₁₀ est supérieure à 50 µg/m³, 2023

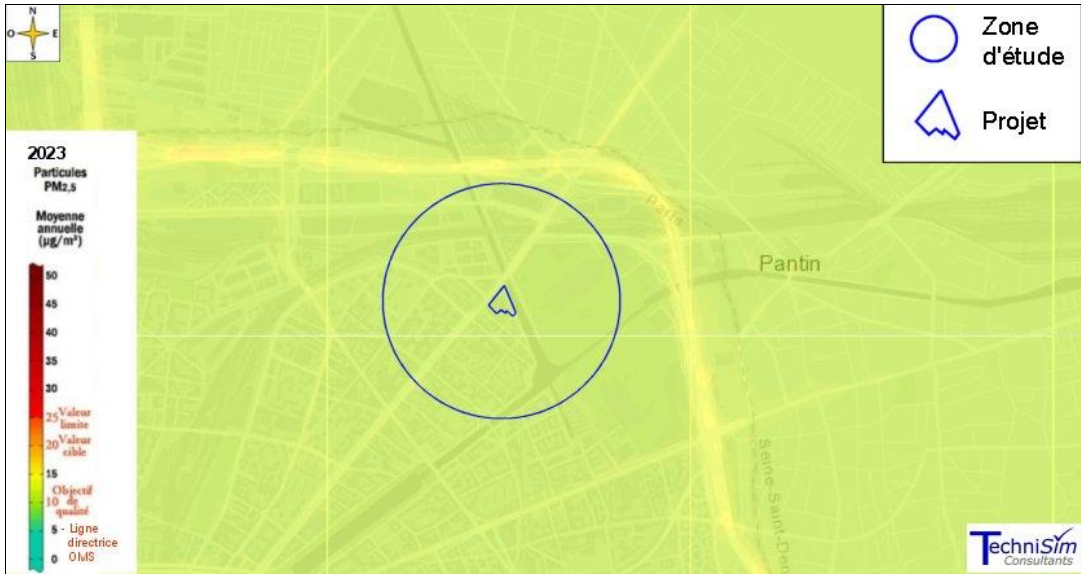


Figure 21 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2023

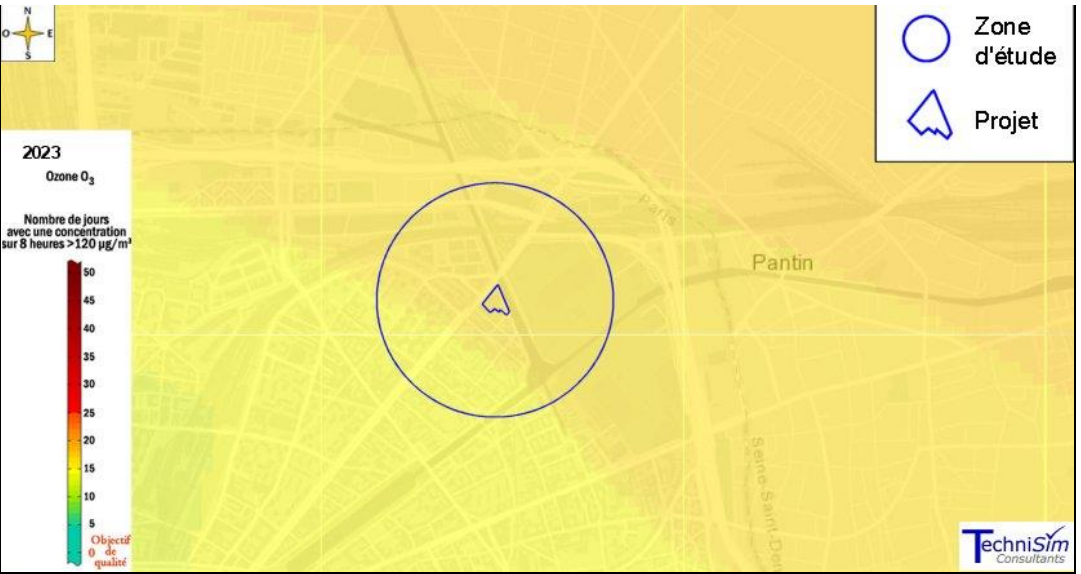


Figure 23 : Modélisations réalisées par Airparif – Nombre de jours où la concentration en ozone est supérieure au seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ sur 8 heures, 2023



Figure 22 : Modélisations réalisées par Airparif – Concentrations moyennes annuelles pour le benzène, 2020 (Modélisation 2023 non disponible)

Selon les modélisations 2023 (2020 pour le benzène) d’Airparif, il ressort que les seuils réglementaires annuels (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzène) et journaliers (PM₁₀) sont respectés sur l’intégralité de **la zone d’étude**.

Les objectifs de qualité pour l’O₃ et les PM_{2,5} sont dépassés tandis que ceux des PM₁₀ et du benzène sont respectés.

La formation de l’ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. En 2023, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée mais l’objectif de qualité est tout de même dépassé.

Les recommandations de l’OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5} sont quant à elles toutes dépassées.

Le tableau suivant indique les résultats numériques des modélisations Airparif en 2023 (2020 pour le benzène) au cœur de **l'emprise projet**.

Tableau 19 : Résultats numériques des modélisations Airparif au sein de l'emprise projet en 2023 (benzène données 2020) (source : Airparif)

Paramètres	Valeur réglementaire Objectif de qualité Recommandation OMS	Valeurs au sein de l'emprise projet en 2023
Dioxyde d'azote Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 40 µg/m³ Recommandation OMS : 10 µg/m³	27 à 29 µg/m³
PM10 Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 30 µg/m³ Recommandation OMS : 15 µg/m³	20 à 21 µg/m³
PM10 Nombre de jours dépassant 50 µg/m³ en moyenne journalière	Valeur limite : 35 dépassements max	5 jours
PM2,5 Moyenne annuelle	Valeur limite : 25 µg/m³ Objectif de qualité : 10 µg/m³ Recommandation OMS : 5 µg/m³	11 µg/m³
Benzène Moyenne annuelle (données 2020)	Valeur limite : 5 µg/m³ Objectif de qualité : 2 µg/m³	1 µg/m³
Ozone Nombre de jours supérieurs à 120 µg/m³ pour 8 heures	Valeur cible : 25 dépassements max en moyenne sur 3 ans Objectif de qualité : 0 jour	16 jours

Selon les modélisations d'Airparif (2023 ; 2020 pour le benzène), à l'échelle de **l'emprise projet**, il apparaît que les seuils réglementaires annuels (NO₂, PM10, PM2,5, benzène) sont respectés ainsi que le nombre maximum de dépassements autorisés du seuil journalier en PM10 et le nombre de jours supérieurs à 120 µg/m³ sur 8 heures en moyenne sur 3 ans en O₃ (valeur cible).

Les objectifs de qualité pour le NO₂, les PM10 et le benzène sont respectés sur **l'emprise projet** tandis que ceux des PM2,5 et de l'ozone sont dépassés.

La formation de l'ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production.

Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂ (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées sur **l'emprise projet**.

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

9.8. EXPOSITION DE LA POPULATION

9.8.1. Exposition aux différentes nuisances environnementales

L'application Cartoviz¹⁵ de l'institut Paris Région permet d'observer la situation 2021 du cumul des nuisances environnementales (période d'analyse 2017-2020) à l'échelle de mailles de 500 m x 500 m de côté.

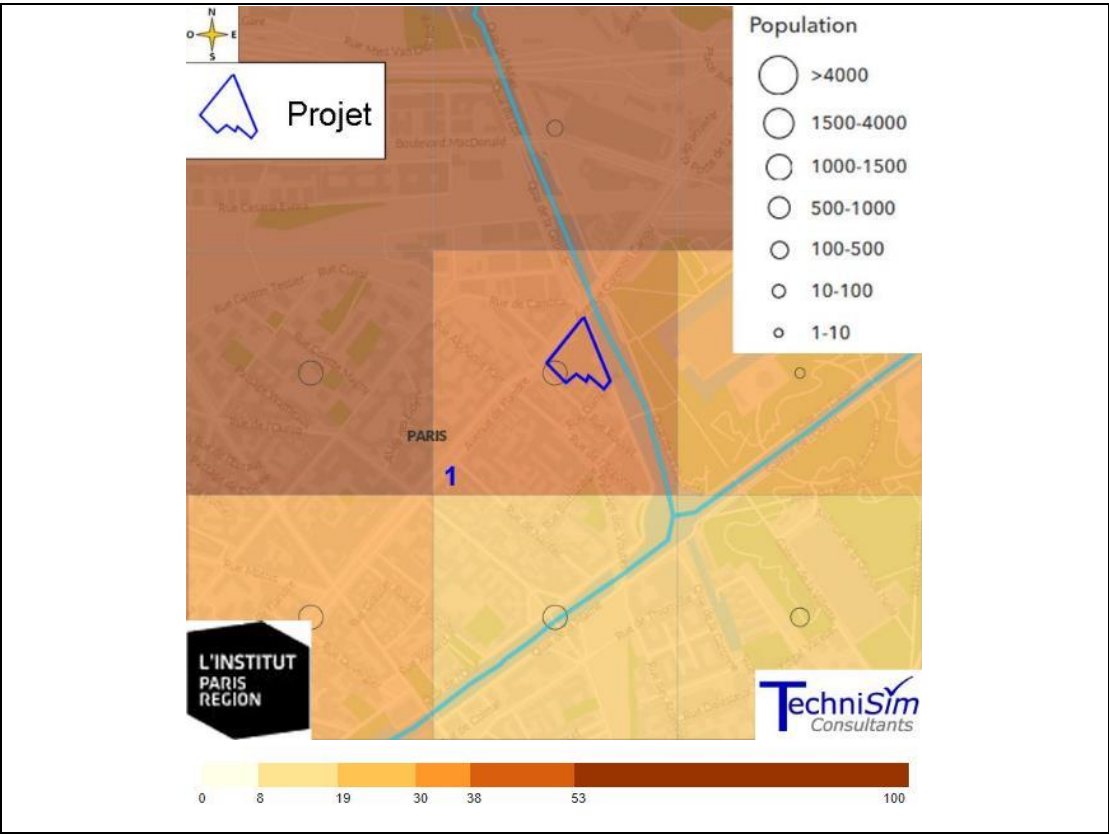


Figure 24 : Cumul des nuisances environnementales - (Source : Institut Paris Région)

Tableau 20 : Exposition de la maille d'appartenance du projet aux diverses nuisances environnementales – Situation 2021 (période d'analyse 2017-2020)

	Contribution au score environnement de la maille :						Score environnement
	Qualité air	Bruit transports	Pollution des sols (origine industrielle)	Qualité eaux de consommation	Sites industriels	Cadre de vie défavorable	
Maille 1	58,2 %	26,8 %	4,2 %	0 %	0 %	10,8 %	38

Note : sur l'ensemble des mailles d'Île-de-France : 1 % ont un score environnemental > 53 ; 5 % ont un score > 38 ; 10 % ont un score > 30 ; 25 % ont un score > 19 ; 50 % ont un score > 8 et 50 % un score < 8.

L'emprise projet appartient à 1 maille exposée pour parties de sa surface à 3 nuisances : pollution de l'air, bruit des transports, pollution industrielle.

¹⁵ <https://cartoviz.institutparisregion.fr/>

9.8.2. 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.

Les données figurant dans les paragraphes suivants concernent le 19^{ème} arrondissement de Paris, le département de Paris et la région Île-de-France (données 2022 ; 2020 pour le benzène).

Exposition aux PM10

Tableau 21 : Indicateurs d'exposition aux particules PM10 en 2022 (source : Airparif)

PM10 – Dépassement valeur limite annuelle 40 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	0	0	0
Paris	0	0	0
Île-de-France	0	0	0
PM10 - Dépassement recommandation OMS annuelle 15 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	200 000	7	51
Paris	2 100 000	106	714
Île-de-France	10 600 000	6 268	8 518
PM10 – Dépassement 35 jours supérieurs à 50 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	0	0	0
Paris	0	< 1 %	1
Île-de-France	0	< 1 %	1
PM10 - Dépassement recommandation OMS 3 jours supérieurs à 45 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	200 000	7	51
Paris	2 100 000	106	714
Île-de-France	6 900 000	1 398	4 524

À Paris 19^{ème} arrondissement, en 2022, aucun habitant n'est exposé à des concentrations en PM10 supérieures au seuil réglementaire annuel (40 µg/m³) ou journalier (50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 j/an), tandis que 200 000 personnes sont exposées à des dépassements de la recommandation annuelle (15 µg/m³) et journalière de l'OMS (45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 j/an).

Exposition aux PM2,5

Tableau 22 : Indicateurs d'exposition aux particules PM2,5 en 2022 (source : Airparif)

PM2,5 - Dépassement valeur limite annuelle 25 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	0	0	0
Paris	0	0	0
Île-de-France	0	0	0
PM2,5 - Dépassement recommandation OMS annuelle 5 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	200 000	7	51
Paris	2 100 000	106	714
Île-de-France	11 900 000	12 081	10 981

À Paris 19^{ème} arrondissement, en 2022, aucun habitant n'est exposé à des concentrations en PM2,5 supérieures au seuil réglementaire annuel tandis que 200 000 personnes sont exposées à des dépassements de la recommandation annuelle de l'OMS.

Exposition au NO₂

Tableau 23 : Indicateurs d'exposition au dioxyde d'azote en 2022 (source : Airparif)

NO ₂ - Dépassement valeur limite de 40 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	1 000	0	14
Paris	10 000	4	133
Île-de-France	40 000	< 1 %	389
NO ₂ - Dépassement recommandation OMS annuelle 10 µg/m³	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	200 000	7	51
Paris	2 100 000	106	714
Île-de-France	11 000 000	4 483	8 082

À Paris 19^{ème} arrondissement, en 2022, 1 000 habitants sont exposés à des concentrations en NO₂ supérieures au seuil réglementaire annuel tandis que 200 000 personnes sont exposées à des dépassements de la recommandation annuelle de l'OMS.

Exposition au benzène

Tableau 24 : Indicateurs d'exposition au benzène en 2020 (source : Airparif)

Benzène - Dépassement valeur limite annuelle 5 µg/m³ (Données 2020)	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	0	0	0
Paris	0	0	0
Île-de-France	0	0	0
Benzène - Dépassement objectif de qualité 2 µg/m³ (Données 2020)	Nombre d'habitants affectés	Superficie cumulée (km²)	Longueur de voirie concernée (km)
Paris 19ème Arrondissement	0	0	0
Paris	0	0	0
Île-de-France	0	0	0

L'évaluation des concentrations annuelles en benzène n'identifie pas de personnes exposées à des concentrations supérieures au seuil réglementaire annuel et à l'objectif de qualité au niveau du 19^{ème} arrondissement de Paris, en 2020.

Dans le 19^{ème} arrondissement de Paris, en 2020 (pour le benzène) et 2022, les estimations d'Airparif indiquent qu'aucun habitant n'est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires annuels en PM10, PM2,5 et benzène ainsi qu'au seuil réglementaire journalier des PM10 mais encore 1 000 habitants sont exposés à un dépassement du seuil réglementaire pour le NO₂. Cependant, 200 000 habitants sont exposés à des dépassements des valeurs guides annuelles de l'OMS pour les PM10, PM2,5 et le NO₂ et à des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS pour le PM10.

Exposition de la population à la pollution atmosphérique en 2022 en Île-de-France

À l'échelle de la région Île-de-France¹⁶, en 2022, Airparif évalue que :

- Aucun francilien n'est exposé à des concentrations en PM10 supérieures à la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³) ou à des concentrations moyennes journalières supérieures à 50 µg/m³ plus de 35 jours par an. Cependant, plus de 10 millions de Franciliens (soit environ 90 % de la population) sont exposés à des teneurs en PM10 supérieures à la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³) et 60 % sont exposés à un dépassement de la recommandation journalière de l'OMS (45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).
- 40 000 Franciliens étaient exposés au NO₂ au-delà de la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³). Aucun Francilien n'était exposé à un dépassement du seuil horaire (200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois dans l'année). En revanche, la quasi-totalité des Franciliens (95 % de la population) était

exposée à un air qui ne respecte pas les recommandations de l'OMS annuelle (10 µg/m³) et journalière (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).

- Aucun francilien n'est exposé à des teneurs en PM2,5 en moyenne annuelle supérieures à la valeur seuil réglementaire (25 µg/m³) ni à la valeur cible (20 µg/m³). La totalité des Franciliens est exposée à des teneurs en PM2,5 dépassant les recommandations de l'OMS annuelle (5 µg/m³) et journalière (15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an).
- La totalité des franciliens est exposée à des teneurs en ozone dépassant la recommandation de l'OMS (100 µg/m³ sur 8h), comme tous les ans.
- Aucun habitant n'est exposé à des teneurs en benzène dépassant le seuil réglementaire annuel (5 µg/m³) ou l'objectif de qualité (2 µg/m³).

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



Figure 25 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO₂ et l'O₃ - comparaison de la proportion de franciliens exposés aux dépassements des seuils OMS en 2020 selon la référence OMS de 2005 et de 2021

Ce constat met l'emphasis sur l'urgence d'améliorer la qualité de l'air, malgré les progrès accomplis depuis plus de 20 ans.

¹⁶ Bilan de la qualité de l'air – Année 2022 ; Airparif, avril 2023

9.9. SYNTHÈSE

Région Île-de-France

Depuis les années 1990, la qualité de l’air en Île-de-France va en s’améliorant. L’année 2020 est apparue comme une année très singulière, du fait de la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour faire face à cette crise sanitaire. Ces mesures ont 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. En 2022, comparativement à 2021, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l’exception de l’ozone qui continue d’augmenter. Cependant, la baisse des niveaux moyens en PM10 et PM2,5 observée ces dix dernières années semble s’essouffler.

En considérant les nouvelles recommandations de l’OMS (seuils de référence 2021) sans distinction des recommandations journalières et annuelles, l’ensemble des Franciliens est exposé en 2022 à un dépassement des seuils pour l’ozone et les PM2,5. 95 % sont exposés à un dépassement pour le NO₂ et 90 % sont concernés par un dépassement pour les PM10.

Département de Paris

À Paris, en 2023, est survenu 1 jour de dépassement du seuil d’information-recommandations pour les PM10 (sur constat de dépassement, selon le LCSQA). En fonction des années et des conditions météorologiques, les concentrations fluctuent. Il demeure que des déclenchements de procédures pour les PM10 et l’ozone se produisent encore au niveau départemental. Les déclenchements de procédures concernent uniquement les PM10 (période hivernale) et l’ozone (période estivale).

D’après les mesures d’Airparif aux stations les plus proches du projet, sur la période 2018-2022, il est observé :

- Dioxyde d’azote (NO₂)** : Pour les stations de fond, la valeur seuil réglementaire annuelle (40 µg/m³) est respectée chaque année, contrairement à la station trafic ; et la ligne directrice annuelle de l’OMS (10 µg/m³) est dépassée chaque année pour toutes les stations. Seul un dépassement du seuil d’information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) a été enregistré à la station RN2 Pantin (trafic) en 2020. La recommandation journalière de l’OMS (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est largement dépassée chaque année pour toutes les stations.
- Oxydes d’azote (NO_x)** : Le niveau critique annuel pour la protection de la végétation (30 µg/m³) est dépassé pour toutes les stations chaque année.
- Particules PM10** : Aux stations « RN2 Pantin » et « Paris 18^{ème} », les teneurs moyennes annuelles respectent la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³) et l’objectif de qualité (30 µg/m³). En revanche, la recommandation annuelle de l’OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où la concentration moyenne journalière est supérieure au seuil journalier (50 µg/m³) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. En revanche, la recommandation journalière de l’OMS (3 à 4 dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée chaque année.
- Particules PM2,5** : En 2022, à la station « Paris 18^{ème} », la teneur moyenne annuelle respecte la valeur limite réglementaire (25 µg/m³) contrairement à l’objectif de qualité (10 µg/m³) et à la recommandation annuelle de l’OMS (5 µg/m³). Le nombre de dépassements

de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation de l’OMS) est très supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an.

- Ozone (O₃)** : à la station « Paris 18^{ème} », le seuil d’information/recommandation est dépassé en 2018 et en 2020, mais le seuil d’alerte ne l’a jamais été. De nombreux dépassements de la préconisation de l’OMS (100 µg/m³ en moyenne journalière sur 8 h) et de l’objectif de qualité (120 µg/m³ en moyenne journalière sur 8h) sont observés et récurrents.
- Dioxyde de soufre (SO₂)** : sur la période 2018-2020, à la station « Aubervilliers », les valeurs réglementaires sont strictement respectées tous les ans.
- BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes)** : à la station « RN2 Pantin », la valeur seuil réglementaire et l’objectif de qualité sont largement respectées tous les ans.
- Autres polluants mesurés** : les concentrations annuelles en CO à la station « Aubervilliers » et en métaux à la station « RN2 Pantin » respectent les valeurs limites et objectifs de qualité chaque année.

Paris 19^{ème} arrondissement

-Selon l’indice ATMO, la qualité de l’air dans le 19^{ème} arrondissement de Paris en 2023 peut être qualifiée de « Bonne » pour 0,5 % de la période, « Moyenne » 77,5 % de la période, « Dégradée » 13,2 % de la période, « Mauvaise » 7,7 % de la période et « Très mauvaise » 0,8 % de l’année.

-En 2022 (2020 pour le benzène), dans le 19^{ème} arrondissement de Paris, les estimations d’Airparif indiquent qu’aucun habitant n’est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires annuels en PM10, PM2,5 et benzène ainsi qu’au seuil réglementaire journalier des PM10 mais encore 1 000 habitants sont exposés à un dépassement du seuil réglementaire pour le NO₂. Cependant, 200 000 habitants sont exposés à des dépassements des valeurs guides annuelles de l’OMS pour les PM10, PM2,5 et le NO₂ et à des dépassements de la recommandation journalière de l’OMS pour le PM10.

Zone d’étude

-La zone d’étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l’air en Île-de-France au sens du SRCAE et est couverte par le PPA d’Île-de-France.

-Selon les modélisations 2023 (2020 pour le benzène) d’Airparif, il ressort que les seuils réglementaires annuels (NO₂, PM10, PM2,5, benzène) et journaliers (PM10) sont respectés sur l’intégralité de la zone d’étude.

Les objectifs de qualité pour l’O₃ et les PM2,5 sont dépassés tandis que ceux des PM10 et du benzène sont respectés.

La formation de l’ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. En 2023, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée mais l’objectif de qualité est tout de même dépassé.

Les recommandations de l’OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées.

Emprise projet

-L’emprise projet appartient à 1 maille exposée pour parties de sa surface à 3 nuisances : pollution de l’air, bruit des transports, pollution industrielle.

-Selon les modélisations d'Airparif (2023 ; 2020 pour le benzène), à l'échelle de **l'emprise projet**, il apparaît que les seuils réglementaires annuels (NO₂, PM10, PM2,5, benzène) sont respectés ainsi que le nombre maximum de dépassements autorisés du seuil journalier en PM10 et le nombre de jours supérieurs à 120 µg/m³ sur 8 heures en moyenne sur 3 ans en O₃ (valeur cible).

Les objectifs de qualité pour le NO₂, les PM10 et le benzène sont respectés sur **l'emprise projet** tandis que ceux des PM2,5 et de l'ozone sont dépassés.

La formation de l'ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production.

Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂ (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées sur **l'emprise projet**.

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

10. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

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

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

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

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

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

❖ Cas des pics de pollution

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

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et

européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

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

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

Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1)¹⁷.

10.1. MORBIDITÉ ET COÛTS ASSOCIÉS

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

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

¹⁷ <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique>

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable¹⁸ détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

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

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

❖ **Exposition à la pollution atmosphérique et recours aux urgences pour pathologies respiratoires chez les enfants en Île-de-France**

Les données sur les passages aux urgences recueillies dans le cadre du réseau OSCOUR® constituent une source d'information intéressante pour documenter les effets sanitaires à court terme des expositions à la pollution atmosphérique. L'étude Erpurs tire parti de ces données pour évaluer dans l'agglomération parisienne l'influence des expositions aux polluants NO₂, PM_{2,5} et PM₁₀ sur les recours aux urgences pour des affections des voies respiratoires inférieures chez les enfants et les nourrissons. **Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution**, une élévation "habituelle" (d'un intervalle interquartile) des niveaux de polluants du jour et de la veille étant associée à une augmentation de 2 à 7% des passages. Les effets des expositions étaient majoritairement visibles sur les passages des 5 jours suivant l'exposition, excepté pour les passages pour bronchiolites des 0-1 an pour lesquels une augmentation du nombre de passages était observée dans les 5 à 15 jours suivant l'exposition. Ces résultats confirment que les niveaux actuels de polluants dans la région contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons.

¹⁸ CGDD - « Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air » - Avril 2015

10.2. MORTALITÉ

Étude européenne

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude¹⁹ de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2021, les nombres de décès prématurés en Europe et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques et l'estimations des décès prématurés pour l'Union Européenne (27 états) et la France en 2021, en fonction des polluants atmosphériques (tableau suivant).

Tableau 25 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2021 et nombre d'années de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2023)

POLLUANTS	Nombre de décès prématurés en 2021		Nombre d'années de vies perdues attribuables (en 2021)	
	Union européenne (27 états)	France	Union européenne (27 états)	France
PM _{2,5}	253 000	20 100	2 584 000 (584 ans/100 000 hab.)	214 200 (327 ans/100 000 hab.)
NO ₂	52 000	4 900	532 000 (120 ans/100 000 hab.)	52 700 (81 ans/100 000 hab.)
O ₃	22 000	2 400	234 000 (53 ans/100 000 hab.)	26 600 (41 ans/100 000 hab.)

En comparaison des données 2020, en 2021 le nombre de morts prématurées attribuables à la pollution atmosphérique a augmenté pour les PM_{2.5} et le NO₂ et diminué pour l'O₃. Ces différences ne sont pas significatives puisqu'elles se situent dans les incertitudes liées à la méthode de calcul de l'EEA. Néanmoins, la légère augmentation peut être expliquée par une légère modification de l'exposition des populations (les concentrations auxquelles les populations étaient soumises étaient légèrement plus importantes pour les PM_{2.5} et le NO₂ et légèrement inférieures pour l'ozone) ainsi qu'une légère augmentation de la mortalité en Europe, principalement du fait de l'impact de la pandémie de Covid-19.

¹⁹ <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/> (édition 2023)

Étude française

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France²⁰ estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l'exposition aux particules fines PM_{2,5}, 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 France²¹.

Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM_{2,5} et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO₂, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.

Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM_{2,5}, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO₂ pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants. Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après 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 %).

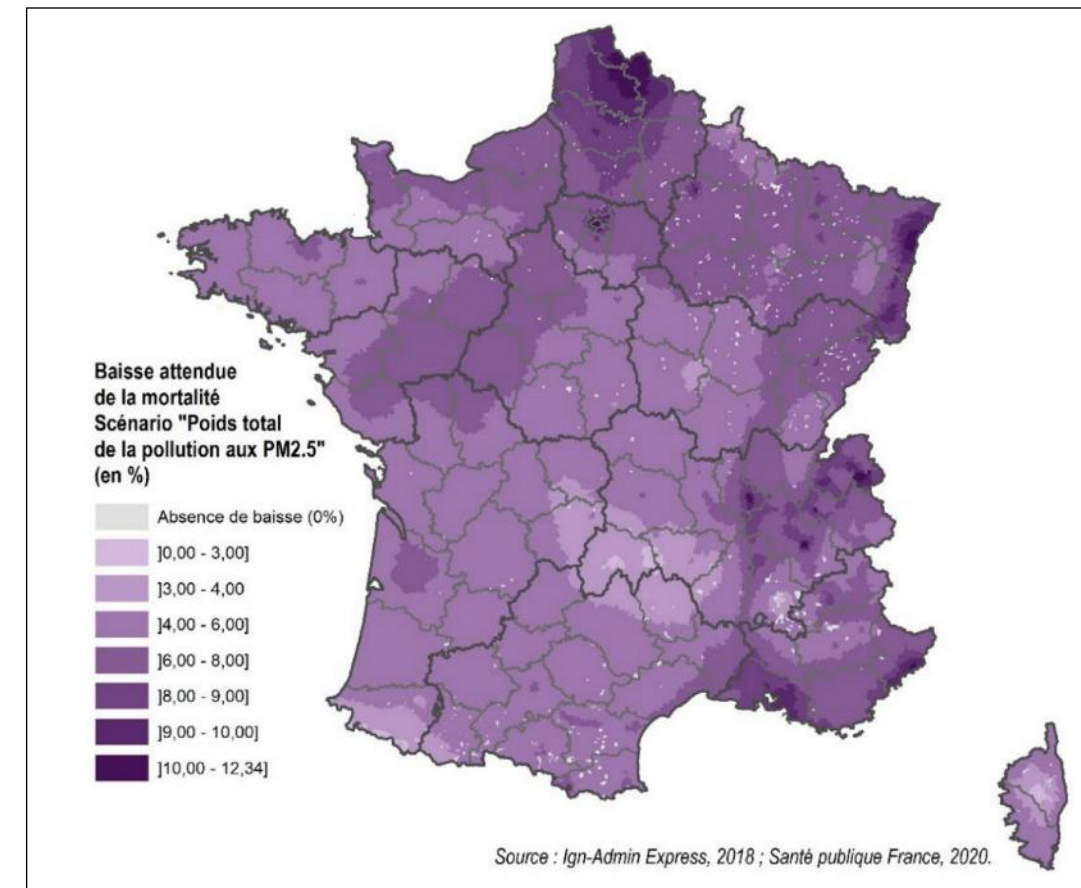


Figure 26 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

²⁰ Santé publique France – « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719

²¹ Santé publique France – « impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174
<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais>

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.

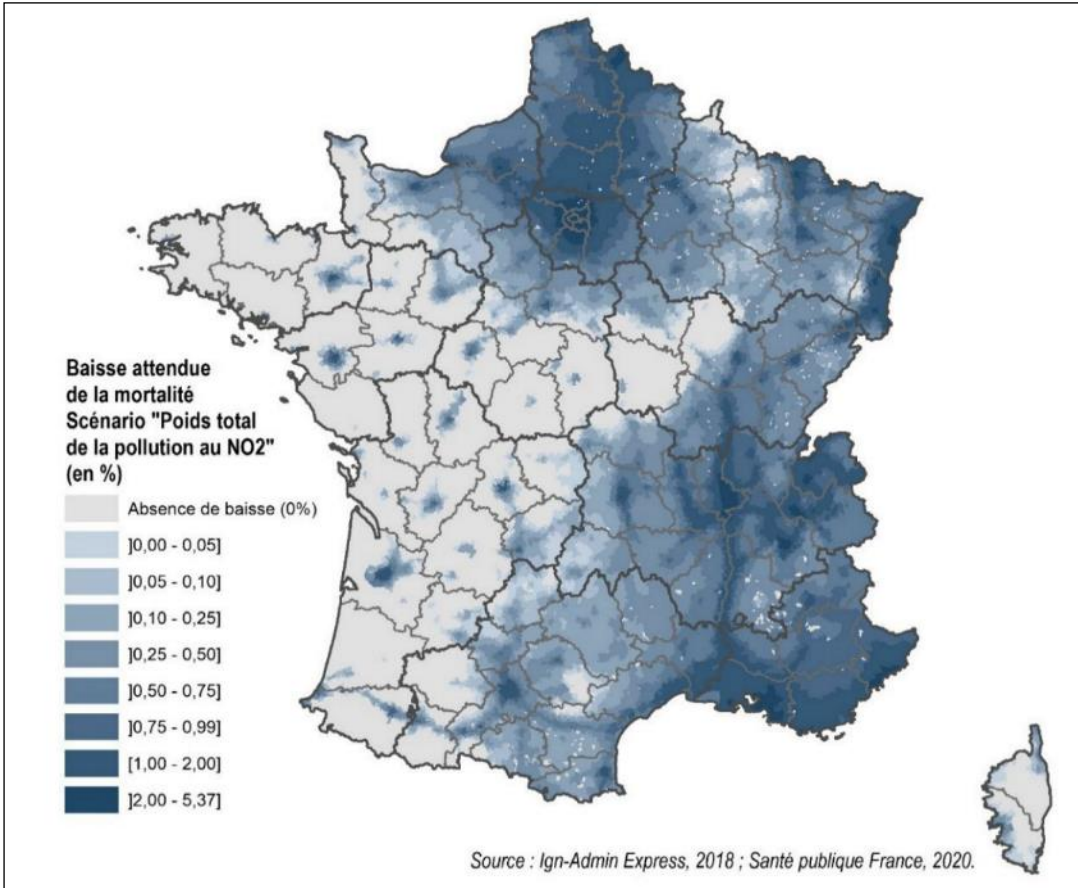


Figure 27 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

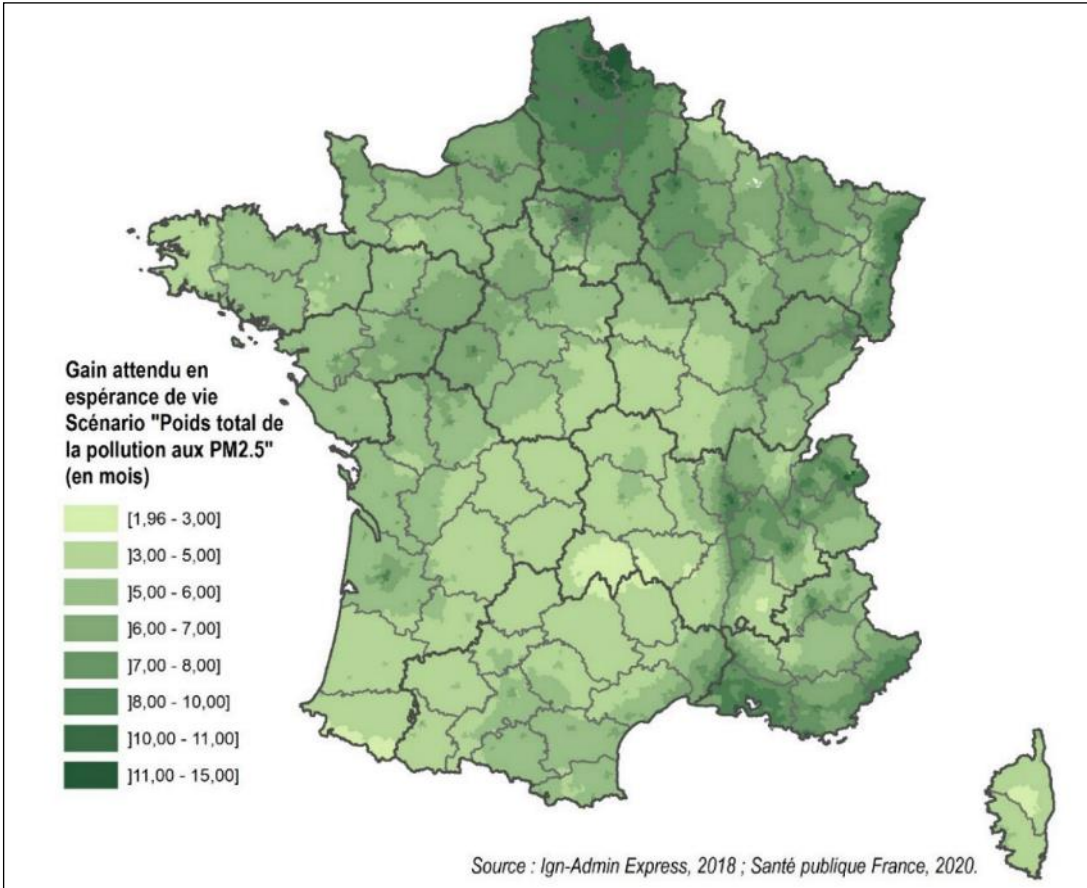


Figure 28 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)

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

Tableau 26 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

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

À l'égard de la commune de Paris, incluse dans la métropole du Grand Paris et compte-tenu de l'urbanisation dense et continue, la classe d'urbanisation est assimilée à une commune urbaine, ainsi il peut être estimé que l'exposition à long terme :
*aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.
*au NO₂ — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.

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

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l'activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l'efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.
Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l'air ambiant observées durant ce premier confinement.

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

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

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).
Ces résultats mettent en évidence qu'une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l'air se traduit par une diminution sensible de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

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

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

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

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

Tableau 27 : Impact des PM10 et du NO2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)

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

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

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

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

Tableau 28 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

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

10.3. ÉVALUATION DE L’IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE (EIS-PA) POUR L’AGGLOMÉRATION DE PARIS

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 la pollution dans la mortalité. Cette évaluation permet ainsi de quantifier les bénéfices sanitaires attendus d’une amélioration de la qualité de l’air.

Une étude²² de l’impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été menée sur neuf agglomérations françaises, dont celle de Paris. Les résultats pour l’agglomération parisienne sont détaillés dans le tableau *infra*.

Tableau 29 : Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération parisienne (2004-2006)

COURT TERME		Nombre annuel moyen de décès différés (accidents et morts violentes exclus)	Nombre annuel moyen d'hospitalisations cardiaques évitées	Nombre annuel moyen d'hospitalisation respiratoires évitées		
PM10	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS annuelle	112,3	157,3	319,0		
	Diminution de 5 µg/m³	113,1	158,4	321,2		
Ozone	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS sur 8h	28,6	-	25,3		
	Diminution de 5 µg/m³	58,6	-	51,8		
LONG TERME		Nombre annuel moyen de décès différés	Nombre annuel moyen de décès cardio-vasculaires différés	Nombre annuel moyen de décès respiratoires évités	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans	Gain total en années de vie
PM2,5	Diminution des concentrations à la valeur guide OMS annuelle	1 422,5	678,7	-	5,8 mois	53 620,2 années
	Diminution de 5 µg/m³	1116,4	534,7	-	4,5 mois	41 839,0 années
Ozone Diminution de 5 µg/m³ sur 8h sur la période d'avril à septembre		-	-	26,7	-	-

²² InVS – « Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises – Résultats du projet APHEKOM » - Septembre 2012

11. ANALYSE DE LA ZONE D'ÉTUDE

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

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS POUVANT INDUIRE DES EFFETS CUMULES

Trois projets (ayant fait l'objet d'une demande d'examen au cas par cas) sont situés aux alentours du projet.
Leur programmation et leur emplacement sont détaillés ci-après.

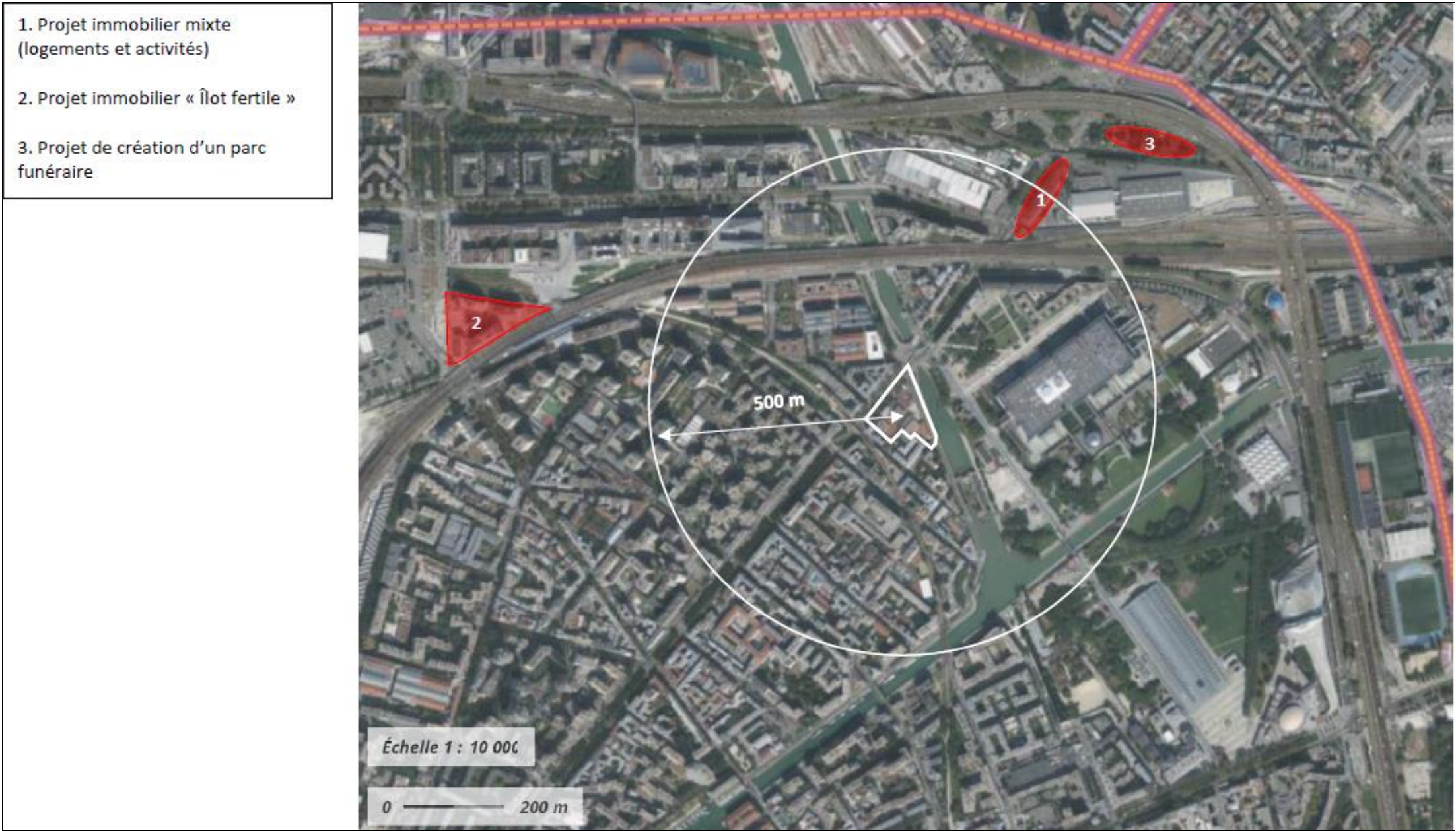


Figure 29 : Localisation des opérations identifiées (Source : Examen au cas par cas)

-**Un ensemble immobilier mixte** : il s’agit d’un projet de logements et d’activités situé aux 8-20 avenue de la Porte de la Villette à Paris, à environ 500 m du site du projet. Ce projet a fait l’objet d’un avis de la MRAe n°APJIF-2022-016 du 24/02/2022. Ce projet prévoit de développer environ 12 450 m² de surface de plancher dont environ 11 570 m² de logements (soit 263 logements) et 875 m² de locaux d’activités au rez-de-chaussée, le tout sur deux niveaux de sous-sols dédiés au stationnement. Il s’inscrit notamment dans l’OAP du PLU de la Ville de Paris qui vise à encadrer la requalification de la Porte de la Villette. Ce projet a été soumis à une étude d’impact par décision n°DRIEE-SDDTE-2018-058 du 27/03/2018.

-**Projet immobilier « Îlot fertile »** situé à proximité immédiate de la gare « Rosa Parks », à environ 750 m du site du projet. Ce projet a fait l’objet d’un avis MRAe en date du 17/08/2018 (ce projet a été soumis à une étude d’impact, par décision n°DRIEE-SDDTE-2017-003 du 09/01/2017). Ce projet prévoit, après démolition des bâtiments existants, la création d’un ensemble immobilier de quatre bâtiments de 6 à 9 étages développant ainsi environ 35 000 m² de surface de plancher. Cette surface sera répartie de façon suivante : 440 logements, un hôtel de 129 lits, une auberge de jeunesse de 230 lits, des bureaux et des activités. Ce projet est déjà livré.

-**Projet de création d’un parc funéraire** situé à la rue du Chemin de fer, à environ 700 m du site du projet. Ce projet a fait l’objet d’une décision n°DRIEAT-SCDD-2022-221 du 02/11/2022 dispensant le projet de la réalisation d’une étude d’impact. Il consiste en la création et l’exploitation d’un parc funéraire composé d’une construction d’un bâtiment sur 3 niveaux (RDC bas, RDC haut, R+1) à usage d’activités funéraires, développant 5 447 m² de surface de plancher et reposant sur 2 niveaux de sous-sols (d’une capacité de 66 places de stationnement).

Les opérations identifiées sont situées à au moins 500 mètres du site de projet et sont donc un peu éloignées pour avoir des incidences cumulées avec le projet objet de la présente demande. Surtout ce dernier ne prévoit aucun stationnement automobile. En ce qui concerne le projet immobilier mixte en raison de sa programmation, il représente une opération de faible importance. En ce qui concerne le projet « Ilot Fertile » celui-ci a déjà été livré. Les potentielles incidences cumulées entre les projets et les projets identifiés sont donc faibles.

Les opérations d’aménagement situées aux environs du projet ne sont pas susceptibles d’induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude.

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ Normales climatiques

Les données présentées (excepté les données concernant les vents) proviennent de la station météorologique « Paris-Montsouris »²³ sise à environ 8,6 km au sud-ouest du projet. Il s’agit des normales annuelles officielles [1991-2020].

Tableau 30 : Normales climatologiques à la station Météo-France « Paris-Montsouris »	
Paramètre	Normales 1991-2020 Données officielles
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	12,8°C [9,2 : 16,5°C]
Ensoleillement annuel [Moyenne mensuelle]	1 717,1 h [143 h/mois]
Cumul des précipitations annuelles	634,3 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	108,9 jours [29,8 %]
Intervalle de pression atmosphérique	
Pression minimale enregistrée	969,8 hPa le 26 décembre 1999
Pression maximale enregistrée	1 068 hPa le 5 octobre 1999

Les figures suivantes²⁴ présentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (Nota : ces données sont issues de modélisations et non d’observations).

Les vents dominants soufflent préférentiellement du sud-ouest au nord-est. Les vents contraires sont également présents. La dispersion des polluants par le vent est efficace à partir d’une vitesse de 20 km/h. Les vents présentant de telles vitesses sont assez fréquents sur le secteur (entre 14,4 et 23,2 jours/mois). La période hivernale est celle produisant le plus fréquemment des vents forts. Le projet apparaît ainsi localisé majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment favorisée par les vents.

²³ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/paris-montsouris/valeurs/07156.html>

²⁴ https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/paris-19_france_6618625

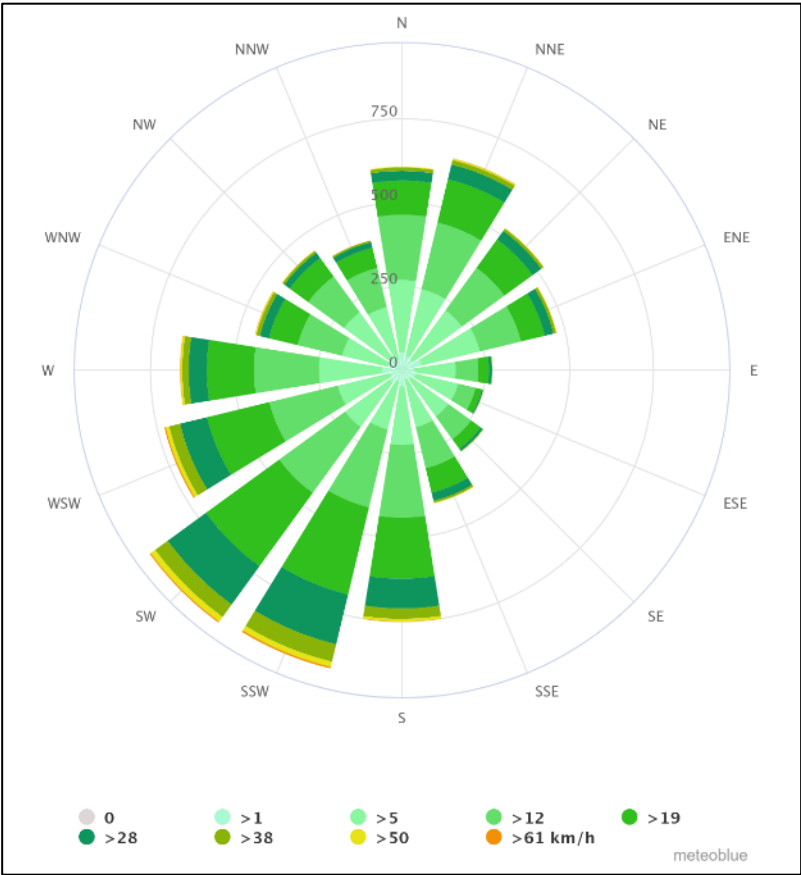


Figure 30 : Rose des vents (source : meteoblue.com)

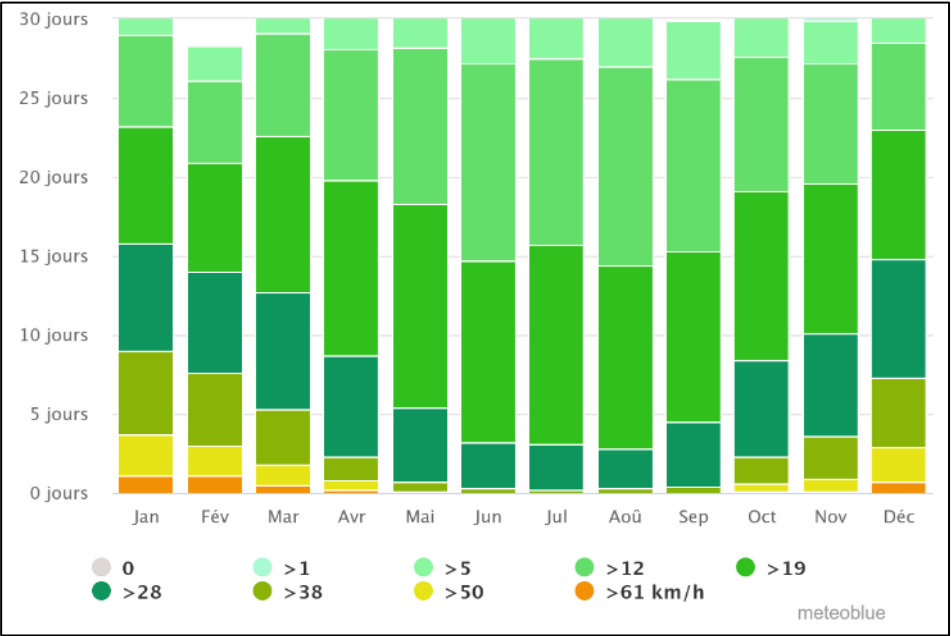


Figure 31 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

❖ Topographie

La topographie autour du projet est illustrée en figure suivante.

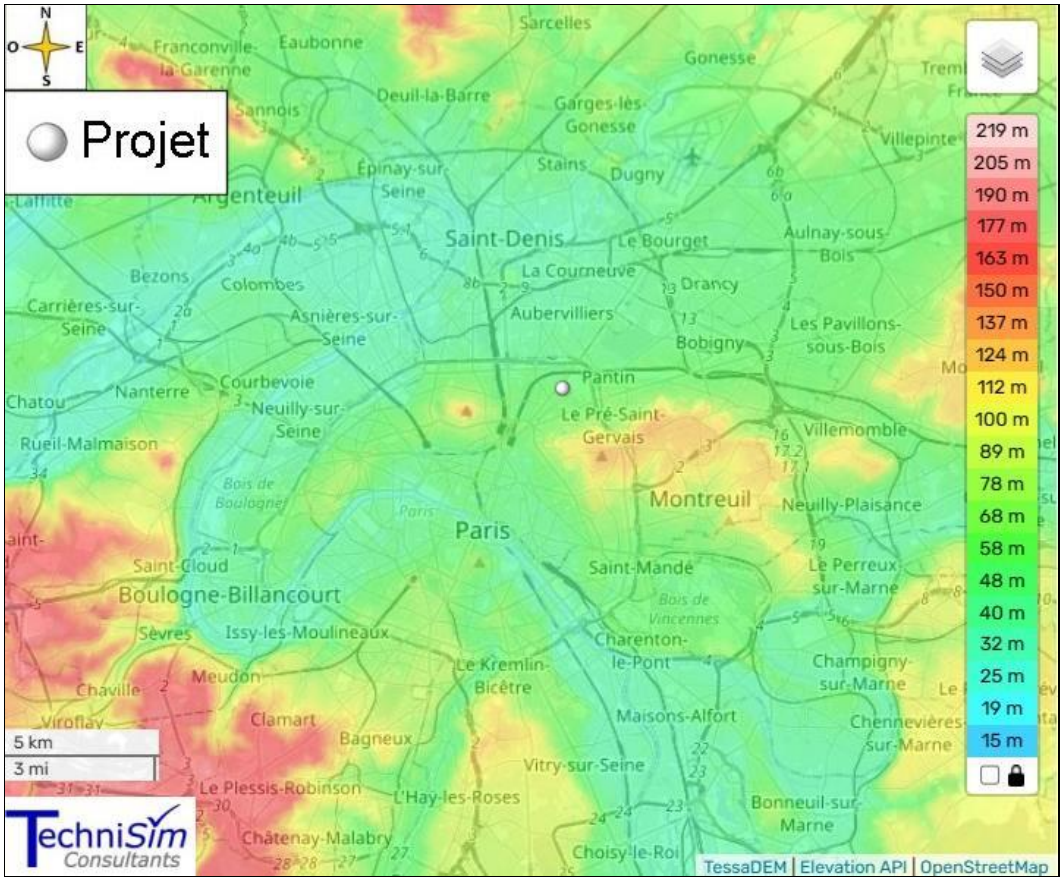


Figure 32 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com)

De légers reliefs sont présents au sud-est du projet. Cette configuration peut très légèrement favoriser l'accumulation des polluants lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants. Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles. Ce phénomène pouvant être très légèrement majoré par la présence des très légers reliefs au sud-est du projet, faisant un léger obstacle à la bonne dispersion des polluants atmosphériques.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

Le projet et la zone d'étude sont sis sur la commune de Paris.

L'Institut Paris Région²⁵ fournit des cartes d'occupation des sols détaillées à l'échelle des communes de la région.

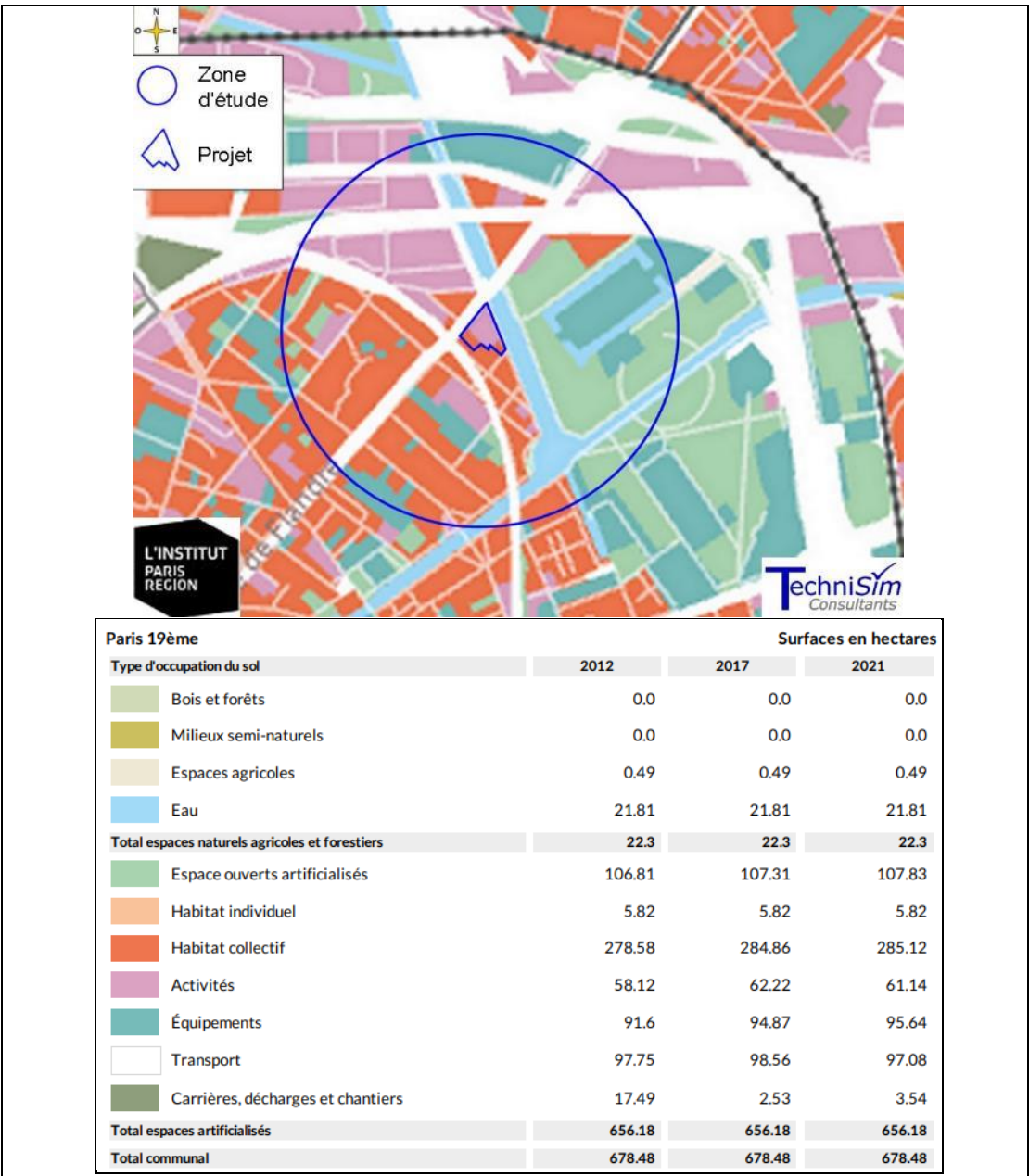


Figure 33 : Occupation du sol détaillée en 2021 et évolution par rapport à 2012 et 2017 (source : Institut Paris Région)

En l'état actuel (2021) selon l'occupation des sols de l'Institut Paris Région :
L'emprise projet est constituée de bâtiments d'activités et des habitats collectifs (bâtiments d'habitation, commerces, ancien garage, hangar, restaurant).
La zone d'étude comporte des habitats collectifs, des activités, des équipements, des espaces ouverts artificialisés, des voies de transports routier, ferroviaire et fluviale, et un chantier.

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

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

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

Selon la carte d'occupation des sols de l'Institut de Paris régionale de 2021, aucune parcelle agricole n'est retrouvée dans la zone d'étude.

Il a été aussi recherché la localisation de jardins familiaux et collectifs via les annuaires en ligne et au vu des images aériennes sur Géoportail.

Tableau 31 : Caractéristiques des jardins partagés/familiaux/collectifs à proximité du projet

Nom	Distance du projet	Caractéristiques
Jardin du Ver Têtu	450 m à l'ouest	Ce jardin est composé d'un Jardin partagé collectif, d'un Jardin solidaire, d'un jardin pédagogique. Superficie 5 000 m² dont environ 8 00 m² cultivables
Jardin Espace 19 « Charmante Petite Campagne Urbaine »	530 m au sud	Parcelle de terrain de 1 050 m² au 36 quai de la Marne pour un usage de jardinage collectif

Deux jardins partagés/collectifs/familiaux sont présents au sein de la zone d'étude, mais à distance du projet.

La programmation du projet comprend la création de plusieurs parcs paysagers qui n'ont pas de vocation potagère.

Aucune zone à enjeux sanitaires par ingestion n'est considérée au sein de la zone d'étude.

²⁵ <https://www.institutparisregion.fr/cartographies-interactives-cartoviz/>

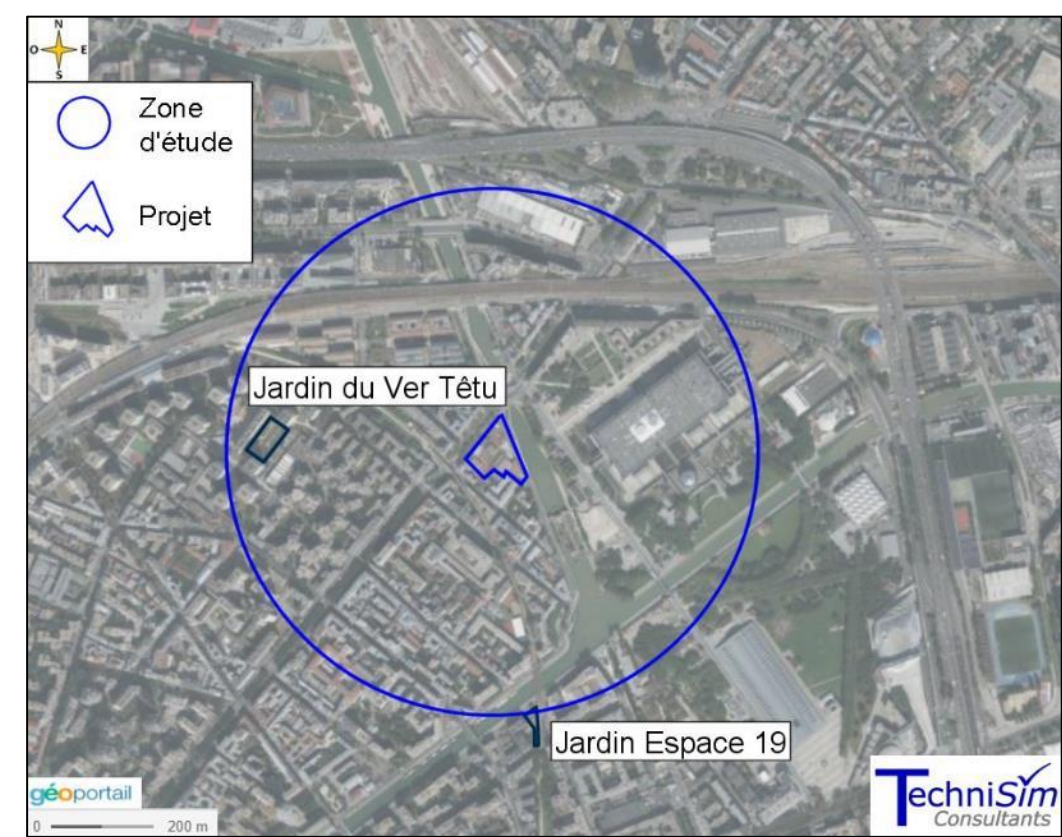


Figure 34 : Jardins partagés/familiaux/collectifs à proximité du projet

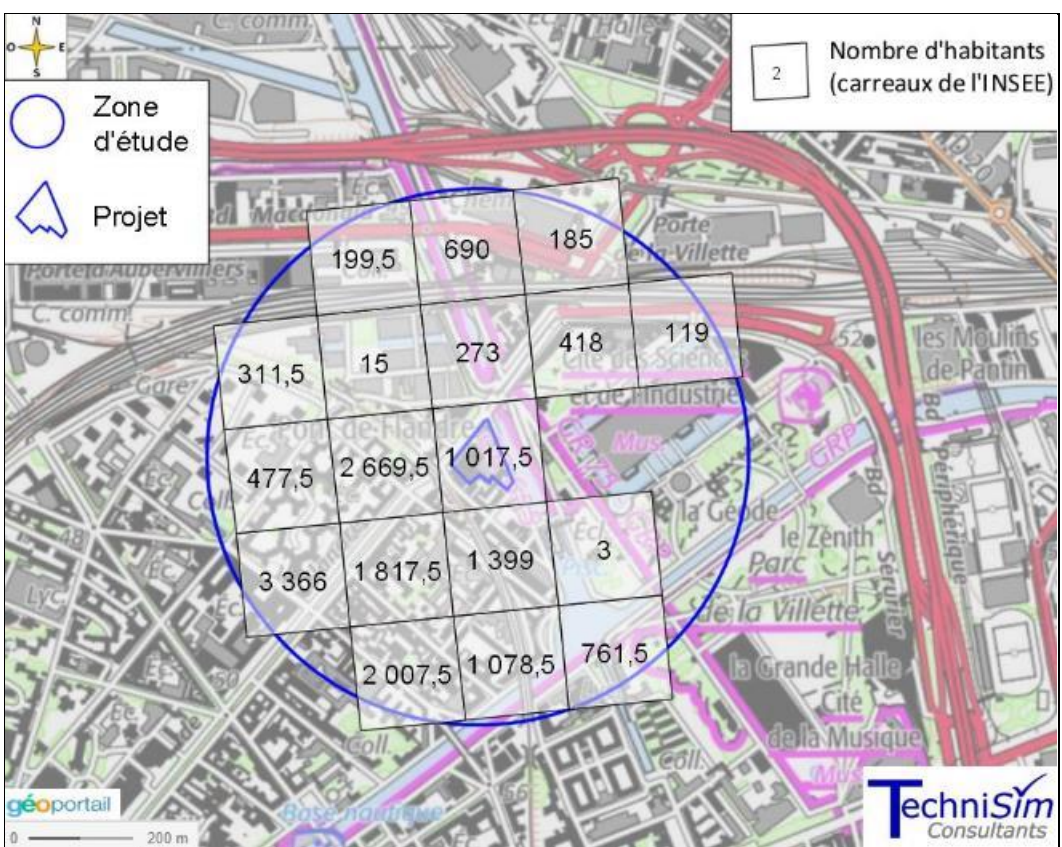


Figure 35 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022)

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

La planche suivante présente la population résidente de la zone d'étude, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2017 publiées en 2022). Les tableaux suivants caractérisent la population de la zone d'étude.

La zone d'étude compte 16 809 habitants, soit une densité moyenne de population estimée à 21 412 hab./km² sur l'intégralité de la zone d'étude. 99,8 % des ménages sont logés en habitats collectifs. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,3.

Les deux classes d'âges les plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus). Ces catégories représentent respectivement **14,1 % (2 380 individus)** et **12,9 % (2 166 individus)** de la population de la zone d'étude.

La zone d'étude comporte 16 809 habitants dont 4 546 (soit 27,0 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
La densité de population de la zone d'étude est de 21 412 hab./km².

Tableau 32 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022)

Paramètres	Valeur
Nombre de ménages résidant dans la zone	7 210
Nombre moyen de personnes par ménage dans la zone d'étude	2,3
Nombre total de ménages propriétaires	1 509
Surface cumulée des résidences principales [m²]	378 609,9
Nombre de ménages en logement collectif	7 195
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	723
Nombre de ménages de 1 personne	3 176
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60 % de la médiane du niveau de vie	1 554

Tableau 33 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022)

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	16 809	910	441	1 029	1 432	2 380
Proportion	100 %	5,4 %	2,6 %	6,1 %	8,5 %	14,1 %
	18 à 24 ans	25 à 39 ans	40 à 54 ans	55 à 64 ans	65 ans et +	Inconnu
Effectif	1 075	4 058	3 436	2 033	2 166	231
Proportion	6,4 %	24,1 %	20,4 %	12,1 %	12,9 %	1,4 %

Populations les plus vulnérables à la pollution atmosphérique = 4 546 personnes (soit 27,0 %)

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

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

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

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

²⁶ https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/qr_air_et_sante.pdf

Tableau 34 : Liste des établissements vulnérables					
	N°	Nom	Effectif	Adresse	Coordonnées UTM31
Crèches	1	Multi-accueil Municipal	66 places	20 quai de la Charente 75019 Paris	454782 5416343
	2	Multi-accueil Les Petits Chaperons Rouges	31 places	11 Rue de Cambrai 75019 Paris	454551 5416147
	3	Multi-accueil La Maison des Bout'chou	30 places	6 Rue Colette Magny 75019 Paris	454374 5415924
	4	Multi-accueil Les p'tits bonheurs	30 places	15 Allée des Eiders 75019 Paris	454468 5415827
	5	Crèche collective Municipale Eiders	77 places	7 Allée des Eiders 75019 Paris	454531 5415919
	6	Jardin d'enfants Alphonse Karr	63 places	24 Rue Alphonse Karr 75019 Paris	454613 5415943
	7	Multi-accueil Les Petits Chaperons Rouges	27 places	32 Rue de Cambrai 75019 Paris	454738 5416065
	8	Crèche Collective municipale Nantes	66 places	23-29 Rue de Nantes 75019 Paris	454680 5415631
	9	Crèche familiale municipale de l'Oise	61 places	1-3 Rue de l'Oise 75019 Paris	454704 5415473
	10	Crèche collective (Mairie de Paris)	55 places	47 bis Rue de l'Ourcq / 11 quai de l'Oise 75019 Paris	454729 5415452
	11	Crèche en projet	-	-	-
Écoles maternelles	1	École maternelle publique Cambrai	103 élèves	5 bis rue de Cambrai 75019 Paris	454412 5415945
	2	École maternelle publique des Eiders	103 élèves	5 allée des Eiders 75019 Paris	454495 5415891
	3	École maternelle publique Barbanègre	165 élèves	8 rue Barbanègre 75019 Paris	454798 5415668
École élémentaire	1	École élémentaire publique Barbanègre A	149 élèves	7 rue Barbanègre 75019 Paris	454764 5415649
	2	École élémentaire publique Barbanègre B	142 élèves	7 rue Barbanègre 75019 Paris	454764 5415649
École primaire	1	École primaire publique Claude Bernard	257 élèves	118 boulevard Macdonald 75019 Paris	454659 5416422
	2	École primaire publique MacDonald	241 élèves	141 boulevard Macdonald 75019 Paris	454541 5416372
	3	École primaire privée Merkaz Ohr Joseph	414 élèves	29 bis rue de Thionville 75019 Paris	454998 5415458

Au total, 18 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches, écoles) sont recensés en l’état actuel sur la zone d’étude.
Note : La projet inclut dans sa programmation la création d’une crèche

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

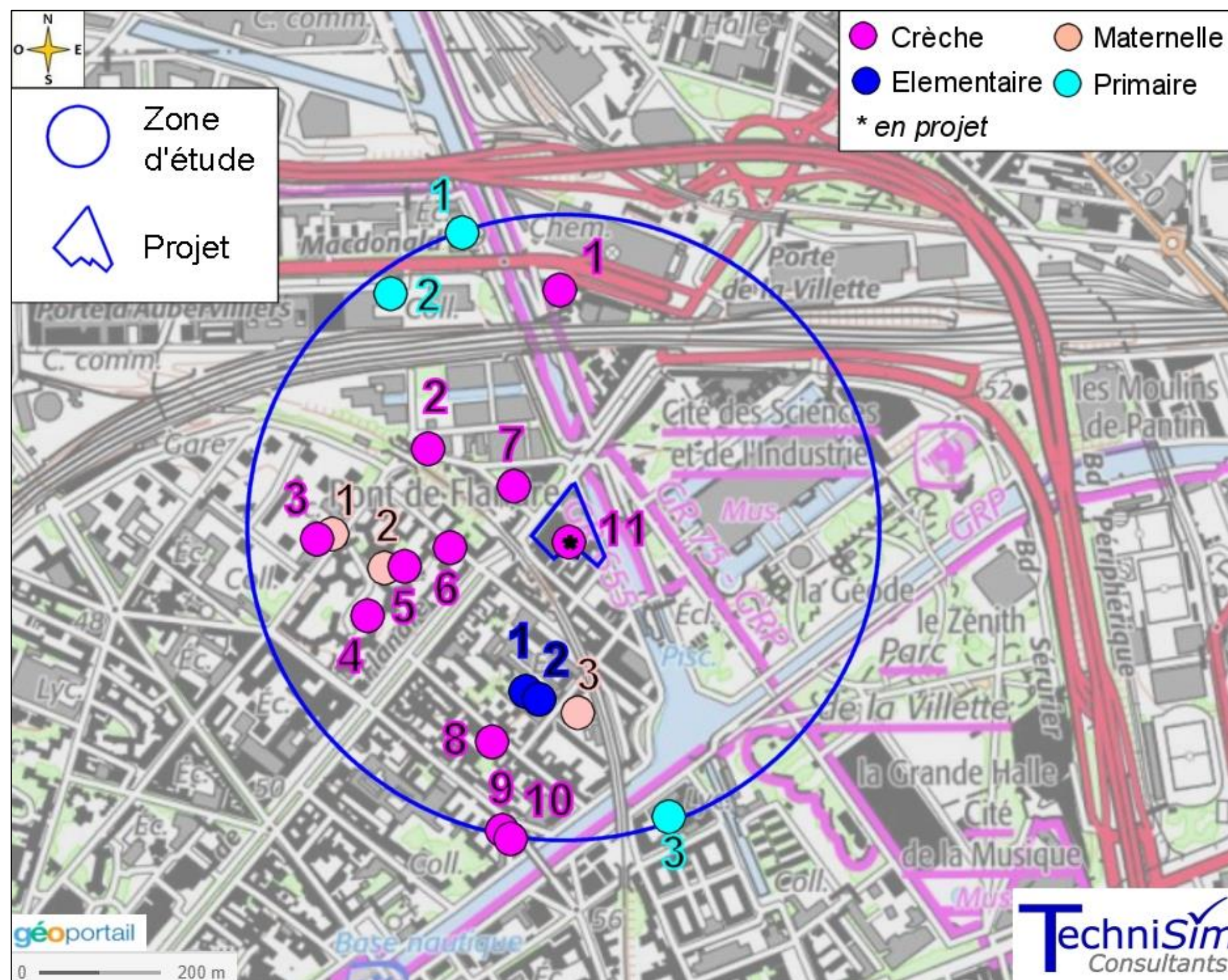


Figure 36 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique en l'état actuel et en projet

11.7. SYNTHÈSE

En l'état actuel (2021) selon l'occupation des sols de l'Institut Paris Région :

L'emprise projet est constituée de bâtiments d'activités et des habitats collectifs (bâtiments d'habitation, commerces, ancien garage, hangar, restaurant).

La zone d'étude comporte des habitats collectifs, des activités, des équipements, des espaces ouverts artificialisés, des voies de transports routier, ferroviaire et fluviale, et un chantier.

La densité de population de la zone d'étude est de 21 412 hab./km².

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants.

Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles. Ce phénomène pouvant être très légèrement majoré par la présence des très légers reliefs au sud-est du projet, faisant un léger obstacle à la bonne dispersion des polluants atmosphériques.

Recherche des enjeux sanitaires par inhalation

-La zone d'étude comporte 16 809 habitants dont 4 546 (soit 27,0 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.

-Au total, 18 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches, écoles) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.

-La programmation inclut une création d'un nouveau lieu vulnérable à la pollution atmosphérique (crèche).

Recherche des enjeux sanitaires par ingestion

Deux jardins partagés/collectifs/familiaux sont présents au sein de la zone d'étude, mais à distance du projet).

La programmation du projet comprend la création de plusieurs parcs paysagers qui n'ont pas de vocation potagère.

Aucune zone à enjeux sanitaires par ingestion n'est considérée au sein de la zone d'étude.

Les opérations d'aménagement situées aux environs du projet ne sont pas a priori susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude.

12. MESURES *IN SITU*

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

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

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

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

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

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

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



Figure 37 : Réceptacle, tube passif pour le NO₂ et micro-capteur laser pour les particules

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

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesure s'est déroulée du 17 novembre au 15 décembre 2023. Les prélèvements de NO₂ ont été effectués sur 5 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des répliqués ont été réalisés sur les points n°1 et n°2. Un 'blanc' a été réalisé pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (point n°3). Les mesures de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau du point n°3.

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet. Chaque point de mesure est repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, ...), description de l'environnement immédiat du point de mesure (habitations, ...). L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe. Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

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

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

Tableau 35 : Typologie des points de mesure	
POINTS	Remarque Typologie
N°1	Trafic Urbain
N°2	Trafic Urbain
N°3	Trafic Urbain
N°4	Trafic Urbain
N°5	Trafic Urbain

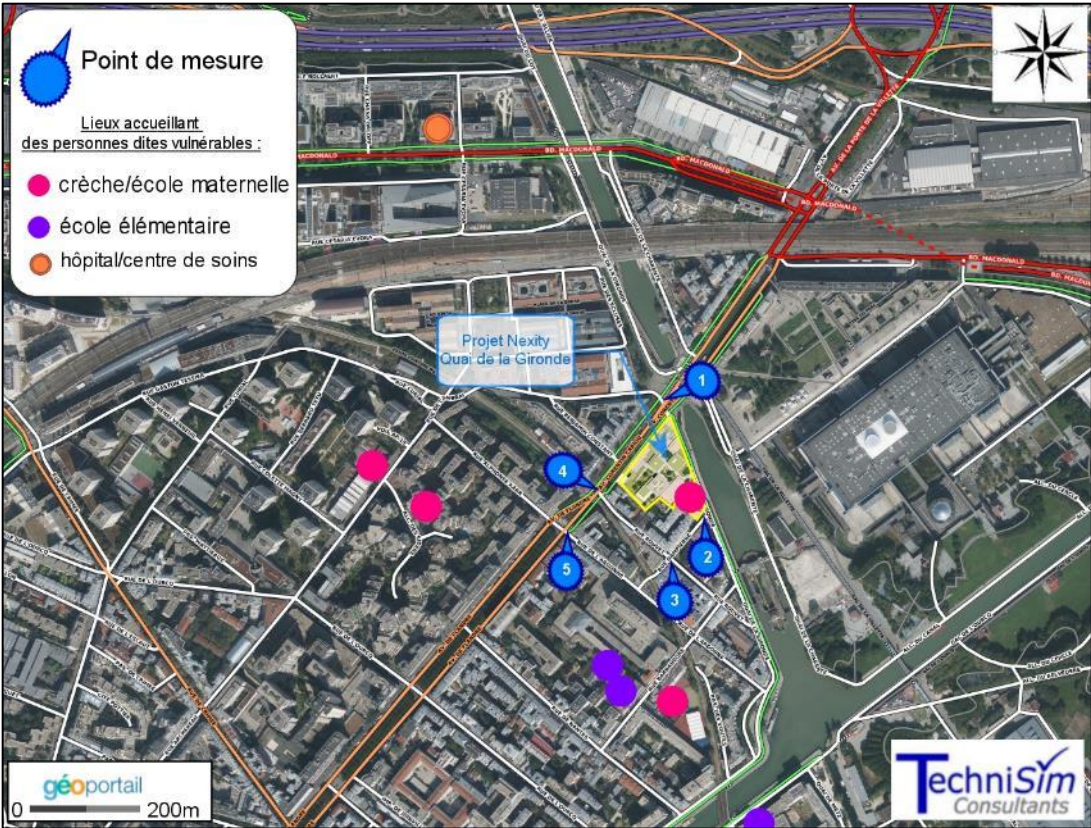


Figure 38 : Emplacements des points de mesure *in situ*

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE

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

Lors de la campagne de mesures, les températures et les précipitations ont été plus importantes, en termes de hauteurs de précipitations cumulées et de nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm, que la normale saisonnière [1990-2020], tandis que l'ensoleillement a été inférieur aux normales saisonnières [1991-2020]. Néanmoins, du 01 au 03 décembre, les températures ont été très froides et ont favorisé les phénomène d'inversion de température induisant une accumulation des polluants.

Les pressions mesurées ont majoritairement été dépressionnaires et relativement moyennement fluctuantes. Les vents faibles ont été présents sur 93,0 % de la campagne de mesure.

Les conditions météorologiques ont alterné entre épisodes favorisant la dispersion et épisodes favorisant l'accumulation des polluants.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées du 17 novembre 2023 à 12h47 au 15 décembre 2023 à 11h52 pour le point n°3 (conditions trafic).

Le graphique suivant illustre l'évolution des concentrations ponctuelles en PM10 et PM2,5 mesurées au point n°3 lors de la campagne de mesure.

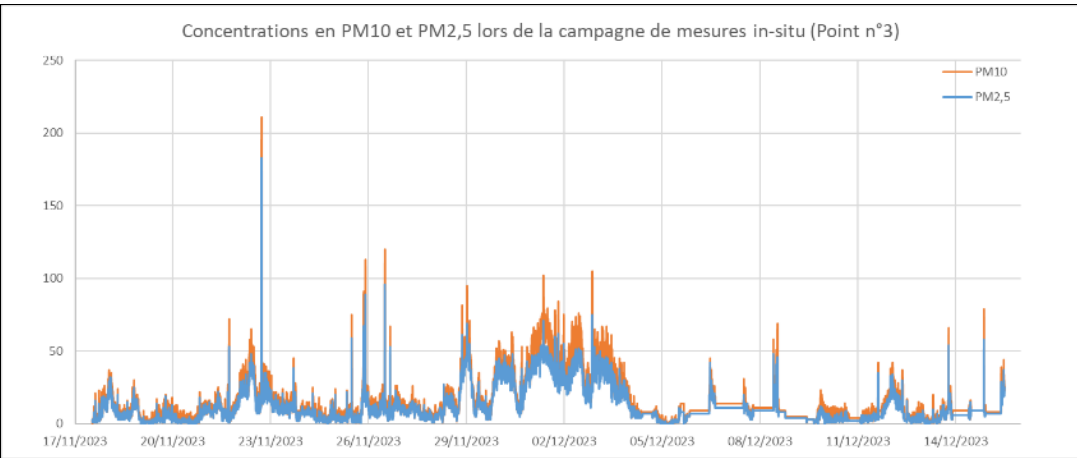


Figure 39 : Résultats des mesures instantanées de particules PM10 et PM2,5 au point n°3 (conditions trafic) lors de la campagne de mesure (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

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

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

❖ **Point n°3**

Tableau 36 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°3 (conditions trafic) lors de la campagne de mesure

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Point n°3 Conditions trafic		
		Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
17/11/2023	46,9 %	9,6	7,5	77,7 %
18/11/2023	100 %	12,1	10,3	84,7 %
19/11/2023	100 %	5,0	3,0	60,4 %
20/11/2023	100 %	4,7	2,9	62,2 %
21/11/2023	100 %	10,8	8,9	82,8 %
22/11/2023	100 %	28,2	22,5	79,6 %
23/11/2023	100 %	12,6	10,3	82,3 %
24/11/2023	100 %	6,7	5,1	76,6 %
25/11/2023	100 %	10,1	7,7	75,7 %
26/11/2023	100 %	12,6	10,3	82,0 %
27/11/2023	100 %	8,9	7,3	82,3 %
28/11/2023	100 %	18,0	15,0	83,7 %
29/11/2023	100 %	24,6	20,6	83,7 %
30/11/2023	100 %	32,7	27,8	85,1 %
01/12/2023	100 %	54,4	40,8	75,1 %
02/12/2023	100 %	42,6	33,0	77,6 %
03/12/2023	100 %	35,7	28,7	80,3 %
04/12/2023	100 %	7,5	6,1	81,5 %
05/12/2023	100 %	4,5	3,3	73,0 %
06/12/2023	100 %	13,6	11,0	80,4 %
07/12/2023	100 %	12,3	9,9	80,2 %
08/12/2023	100 %	10,7	8,8	82,3 %
09/12/2023	100 %	5,5	4,1	74,8 %
10/12/2023	100 %	5,1	2,8	54,5 %
11/12/2023	100 %	8,7	6,0	69,1 %
12/12/2023	100 %	11,0	8,5	77,2 %
13/12/2023	100 %	6,5	4,8	73,1 %
14/12/2023	100 %	9,2	7,6	82,6 %
15/12/2023	49,7 %	12,4	10,5	84,8 %
Période	96,4 %	15,2	12,0	79,0 %

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°3 est de 96,4 % sur 29 jours (27 jours complets, 2 journées partielles).

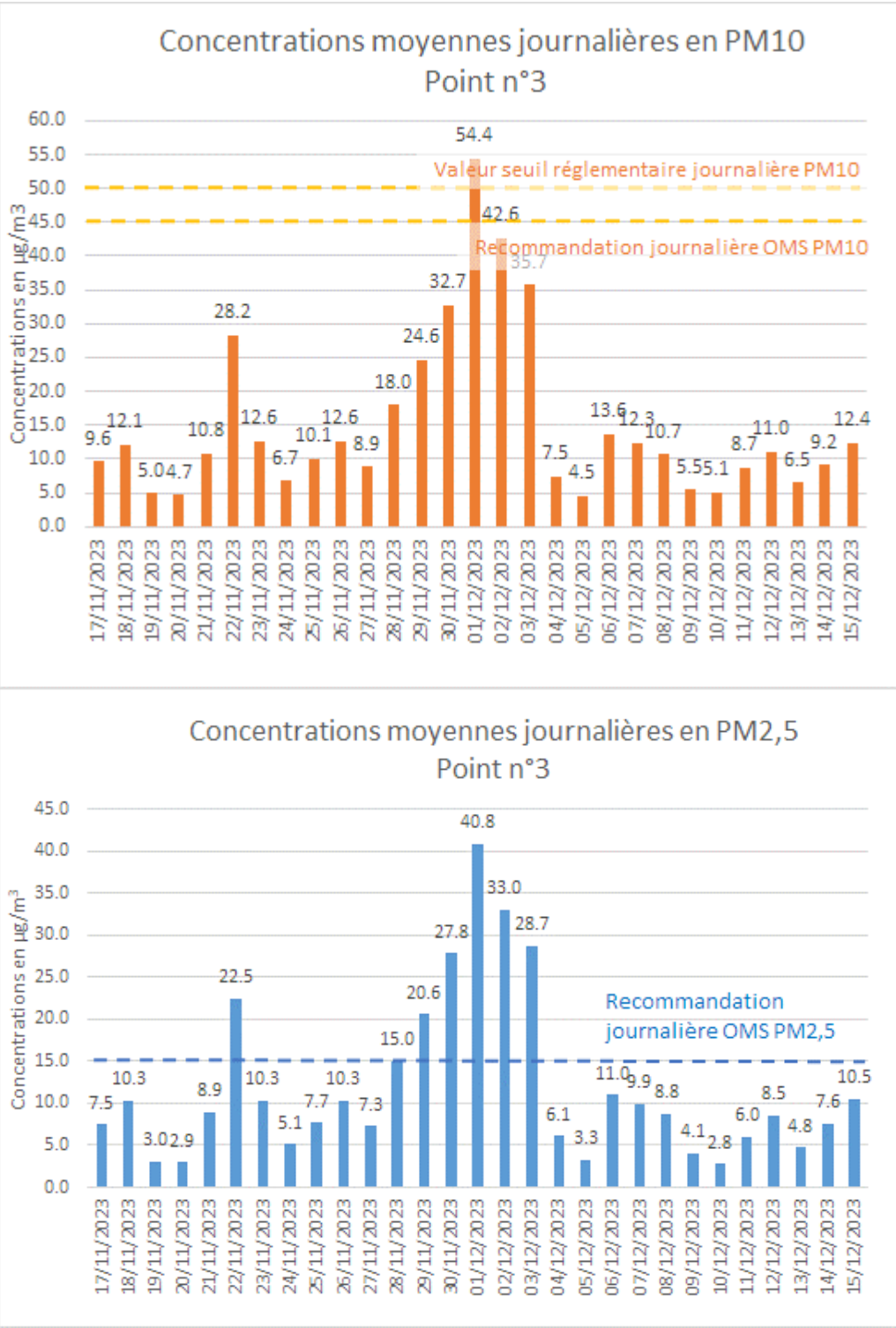


Figure 40 : Concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 au point n°3 (conditions trafic) lors de la campagne de mesure

Interprétation des résultats

Sur la période de mesure, les teneurs moyennes en particules sont de 15,2 µgPM10/m³ et 12,0 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 79,0 % PM10) au point n°3 (conditions trafic).

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

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

- Entre 4,5 µgPM10/m³ (le 05/12/2023) et 54,4 µgPM10/m³ (le 01/12/2023) ;
- Entre 2,8 µgPM2,5/m³ (le 10/12/2023) et 40,8 µgPM2,5/m³ (le 01/12/2023).

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

Un seuil dépassement journalier est constaté sur la période de mesure pour le point n°3 (conditions trafic).

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

Un dépassement du seuil réglementaire journalier est également constaté.

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

Au total, 6 dépassements des limites OMS sont constatés sur la période de mesure pour le point n°3 (conditions trafic).

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

❖ Comparaison avec les mesures Airparif

À titre purement informatif, les résultats des concentrations moyennes journalières des stations Airparif « RN2 Pantin » et « Paris 18^{ème} » pour les particules PM2,5 et PM10 ; et les concentrations moyennes globales sur le même laps de temps que les mesures in situ sont indiqués dans le tableau suivant.

Les concentrations moyennes en particules déterminées par Airparif, sur la période correspondant aux mesures in situ, sont de 24,3 µgPM10/m³ en condition de trafic urbain (station RN2 Pantin) et de 17,9 µgPM10/m³ et 9,2 µgPM2.5/m³ en condition fond urbain (station Paris 18^{ème}).

Tableau 37 : Résultats des mesures des stations Airparif en particules PM10 et PM2.5 du 17 novembre au 15 décembre 2023 en moyennes journalières sur la période

Airparif	RN2 Pantin	Paris 18 ^{ème}		
	Trafic urbain	Fond urbain		
DATE	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5 / PM10
17/11/2023	22,3	16,8	6,9	41,0 %
18/11/2023	17,4	12,6	4,7	37,2 %
19/11/2023	20,8	17,6	5,4	30,7 %
20/11/2023	19,3	14,9	4,6	31,1 %
21/11/2023	14,2	12,3	4,3	34,7 %
22/11/2023	25,9	18,8	10,1	53,8 %
23/11/2023	20,7	15,5	5,1	33,0 %
24/11/2023	20,2	17,7	5,8	32,7 %
25/11/2023	23,3	18,2	9,1	50,0 %
26/11/2023	24,6	16,6	10,1	60,8 %
27/11/2023	13,1	9,6	4,9	51,4 %
28/11/2023	28,5	19,3	11,6	60,5 %
29/11/2023	34,5	19,6	11,3	57,7 %
30/11/2023	37,0	25,7	16,3	63,7 %
01/12/2023	34,7	26,4	22,0	83,5 %
02/12/2023	38,0	28,4	24,0	84,3 %
03/12/2023	32,1	22,1	18,6	84,1 %
04/12/2023	13,3	9,9	5,5	55,2 %
05/12/2023	12,6	11,0	5,3	47,8 %
06/12/2023	43,1	28,0	13,5	48,4 %
07/12/2023	29,1	15,6	9,7	62,1 %
08/12/2023	27,0	20,5	8,6	41,8 %
09/12/2023	20,4	16,4	6,7	41,1 %
10/12/2023	19,5	17,0	6,1	36,1 %
11/12/2023	26,2	21,7	8,7	40,3 %
12/12/2023	18,8	12,4	4,7	38,0 %
13/12/2023	14,9	15,3	5,6	36,4 %
14/12/2023	18,8	13,6	5,0	36,7 %
15/12/2023	32,1	24,5	13,1	53,4 %
Total	24,3	17,9	9,2	51,6 %

Dépassement des valeurs guides OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Les concentrations moyennes journalières en particules relevées par Airparif ont été comprises :

- station RN2 Pantin : entre 12,6 µgPM10/m³ (05/12/2023) et 43,1 µgPM10/m³ (06/12/2023).
- station Paris 18^{ème} : entre 9,6 µgPM10/m³ (27/11/2023) et 28,4 µgPM10/m³ (02/12/2023) et entre 4,3 µgPM2,5/m³ (21/11/2023) et 24,0 µgPM2,5/m³ (02/12/2023)

Aucun dépassement de la valeur guide journalière de l'OMS pour les PM10 (45 µgPM10/m³), sur la période correspondant aux mesures in situ, n'est constaté au niveau des 2 stations de mesure Airparif. En revanche, 4 dépassements de la valeur guide de l'OMS pour les PM2,5 sont survenus pour la station Paris 18^{ème} (conditions trafic).

Il est possible de conclure que - pendant la période de mesure - la qualité de l'air en conditions trafic (intersection Rue Rouvet/Rue Dampierre) est peu impactée par les particules PM10. En revanche, 6 dépassements de la recommandation journalière de l'OMS pour les PM2,5 sont constatés (la recommandation étant de ne pas dépasser plus de 3 à 4 fois par an). Ces dépassements sont survenus pendant une période d'accumulation des polluants (vents faibles, absence de précipitations, températures très froides induisant un recours accru au chauffage et vraisemblablement la survenu du phénomène d'inversion de température empêchant toute dispersion). Airparif a enregistré également 4 dépassements de la recommandation journalière de l'OMS pour les PM2.5 en condition de fond urbain (exposition moindre aux émissions directes des véhicules) à la station Paris 18^{ème}. Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont alterné entre épisodes d'accumulation et de dispersion.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les collecteurs passifs ont été exposés du 17 novembre au 15 décembre 2023 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse. Les résultats des mesures sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 38 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]			
Points	Durée d'exposition	Moyenne NO ₂ [µg/m³]	Coefficient de variation des réplicats
N°1	671,4 h	45,8	5,0 %
N°1		50,6	
N°2	671,0 h	36,9	0,9 %
N°2		36,3	
N°3	671,2 h	35,0	-
N°3 (blanc)		< 0,3	-
N°4	671,4 h	49,1	-
N°5	671,4 h	46,5	-

LD (Limite Détection) = 0,3 µg/m³

❖ Validité des mesures

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

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

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

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

Ces écarts relatifs informent de la dispersion des résultats.
Pour les points de mesure ayant été doublés, les écarts relatifs sont inférieurs ou égaux à 5 %, ce qui confirme une bonne répétabilité de la méthode de mesure.
La valeur du blanc (n°3) est inférieure à la limite de détection.

❖ Interprétation des résultats

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

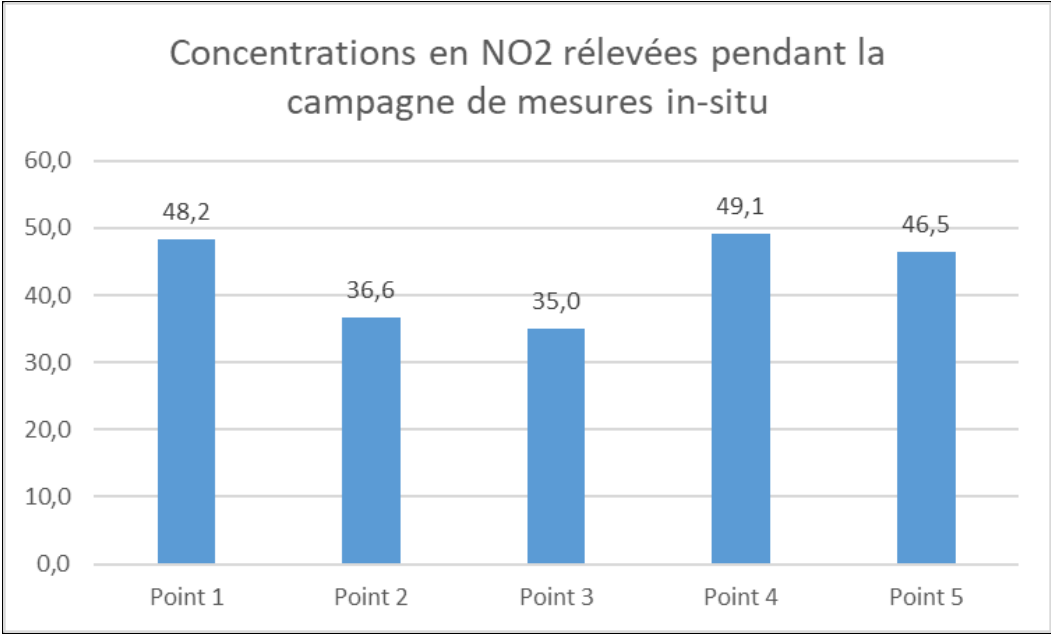


Figure 41 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote lors de la campagne de mesure

Les teneurs relevées sont comprises entre 35,0 µg/m³ au point n°3 et 49,1 µg/m³ au point n°4, en moyenne sur la période de mesure.
Les points n°1, 4, 5 en proximité d'axes à forts trafics présentent les concentrations les plus élevées. Les points n°2 et 3, localisés en condition trafic sur des axes de desserte locale présentent une concentration moins élevée.

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

❖ **Comparaison avec les données Airparif**

Le tableau ci-dessous résume les données d’Airparif en NO₂ aux stations Aubervilliers, RN2 Pantin et Paris 18^{ème} correspondant à la période de mesure.

Tableau 39 : Données Airparif disponibles sur les concentrations en NO₂ mesurées entre le 17 novembre et le 15 décembre 2023 (correspondant à la campagne de mesure)

Données NO ₂ Airparif	Aubervilliers	RN2 Pantin	Paris 18 ^{ème}
	Fond urbain	Trafic urbain	Fond urbain
Concentration moyenne	30,7	38,0	29,2
Concentration maximum horaire sur la période	74,5	82,9	67,1
Nombre de dépassements du seuil de recommandation et d’information (200 µg/m ³ en moyenne horaire)	0	0	0
Nombre de dépassements du seuil d’alerte (200 µg/m ³ en moyenne horaire si dépassement la veille et risque de dépassement le lendemain)	0	0	0
Nombre de dépassements du seuil d’alerte (400 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 3h consécutives)	0	0	0

Au niveau des stations Airparif, aucun dépassement du seuil horaire en NO₂ n’est enregistré sur les périodes correspondant à la campagne de *mesures in situ*.

Les points de mesure *in situ* implantés en situation trafic importants (points n°1, 4, 5) présentent des concentrations supérieures à celle de la station trafic Airparif « RN2 Pantin » sur la même période de mesure.

Les points n°2 et 3 (trafic desserte locale) présentent des teneurs supérieures à celles des stations Airparif de fond urbain « Aubervilliers » et « Paris 18^{ème} ».

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

12.4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Afin de qualifier la qualité de l’air à l’échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d’azote sur 5 points et des particules sur 1 point sur la période du 17 novembre au 15 décembre 2023.

Dans l’ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont alterné entre épisodes favorisant la dispersion et épisodes favorisant l’accumulation des polluants.

Pour les particules PM10 et PM2,5 les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, au niveau du point n°3, en condition trafic (intersection Rue Rouvet / Rue Dampierre), de 15,2 µgPM10/m³ et de 12,0 µgPM2,5/m³. Sur la période de 29 jours, un dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10 a été constaté et, de fait, un dépassement de la valeur guide de l’OMS. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l’année et l’OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Concernant les PM2,5, 6 dépassements du seuil journalier préconisé par l’OMS (15 µg/m³) sont constatés. L’OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an. La réglementation française n’impose pas de seuil journalier pour les PM2.5. Ces dépassements sont survenus pendant une période d’accumulation des polluants (vents faibles, absence de précipitations, températures très froides induisant un recours accru au chauffage et vraisemblablement la survenu du phénomène d’inversion de température empêchant toute dispersion). Airparif a enregistré également 4 dépassements de la recommandation journalière de l’OMS pour les PM2.5 en condition de fond urbain (exposition moindre aux émissions directes des véhicules) à la station Paris 18^{ème}.

Pour le dioxyde d’azote, Les teneurs relevées sont comprises entre 35,0 µg/m³ au point n°3 et 49,1 µg/m³ au point n°4. Les points n°1, 4, 5 en proximité d’axe à très fort trafic présentent les concentrations les plus élevées. Les points n°2 et 3, localisés en condition trafic sur un axe de desserte locale présentent une concentration moins élevée.

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

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

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

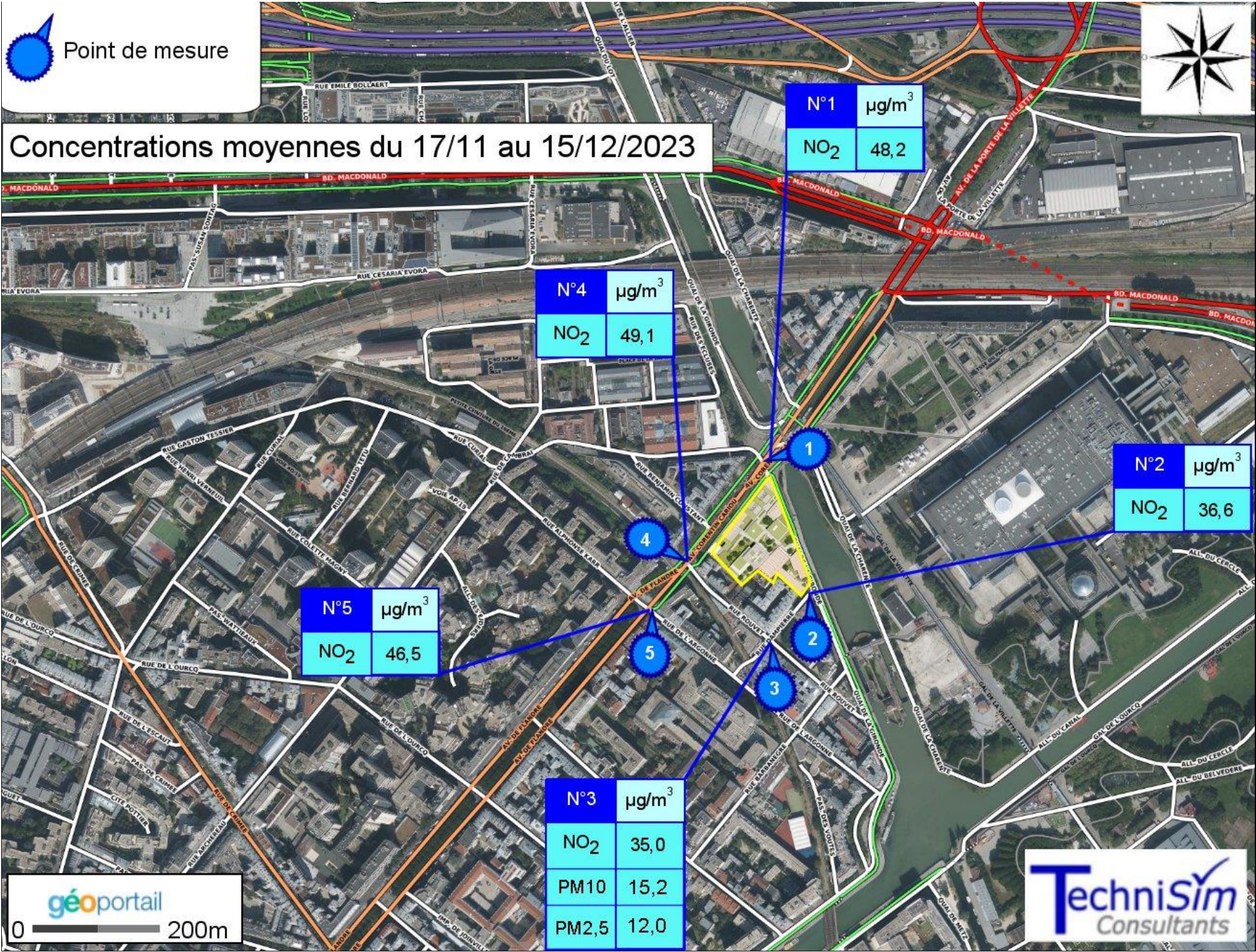


Figure 42 : Résultats des mesures *in situ* (concentrations moyennes sur la période de mesure, 17 novembre au 15 décembre 2023)

Conclusion de l'état actuel

13. PERSPECTIVE D’ÉVOLUTION DE L’ÉTAT ACTUEL

Le 19^{ème} arrondissement de Paris présente une qualité de l’air qualifiée de « moyenne » selon l’indice ATMO (2023) et compte-tenu des recommandations de l’OMS dépassées (modélisations Airparif 2020 et 2023).

Concernant le secteur résidentiel et tertiaire et les activités, 3 projets d’aménagements sont recensés dans les environs du projet, mais qui ne sont pas susceptibles d’induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude.

Néanmoins, les émissions liées au bâti de ces projets connexes devraient être restreintes en fonction du recours aux énergies renouvelables ainsi que des normes énergétiques constructives mises en place (qui plus est si la RE2020 est applicable à ces projets).

Par ailleurs, la qualité de l’air a tendance à s’améliorer graduellement ces dernières années (malgré un ralentissement de l’amélioration constaté entre 2021 et 2022) et devrait conserver cette évolution, d’autant plus que les années à venir vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, ...), l’abandon progressif du carburant diesel et l’arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM) ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l’Europe) votée le 8 juin 2022.

Pour l’ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violets solaires et les températures élevées liées aux vagues de chaleur de plus en plus fréquentes que l’on retrouve en région Île-de-France (à l’instar de la France métropolitaine) favorisent des teneurs importantes en ozone en saison estivale.

14. CONCLUSION DE L’ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel s’inscrit dans le cadre du volet Air et Santé de la construction d’un programme immobilier mixte, sur le territoire du 19^{ème} arrondissement de Paris [Paris/75].

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

Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les secteurs en limite de dépassement réglementaire notamment les voies routières à circulation importante et leurs abords proches [cf. Carte 2023 Airparif modélisation NO₂]. Sur **l’emprise projet comme pour la zone d’étude**, aucun secteur ne présente des dépassements des seuils réglementaires.

Les **zones à enjeux** en termes de **population** sont les habitants (actuels et futurs) et les personnes fréquentant les lieux vulnérables (actuels et futur) de la **zone d’étude (et la future crèche du projet)** exposés à des concentrations supérieures aux valeurs guides OMS [Nombre et localisation des habitants de la **zone d’étude** par carreaux INSEE de 200m x 200m résidant dans les zones en dépassement des recommandations de l’OMS ; localisation des lieux vulnérables actuels et futurs, futurs résidents du projet].

Deux jardins partagés/collectifs/familiaux sont présents au sein de la zone d’étude, mais à distance du projet.

La programmation du projet comprend la création de plusieurs parcs paysagers qui n’ont pas de vocation potagère.

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

Le tableau et la figure qui suivent synthétisent l’état actuel du projet et les enjeux.

Tableau 40 : Synthèse de l’état actuel et enjeux

D O M A I N E S		Sensibilité
COMPATIBILITÉ DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification en lien avec la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	Le <u>projet</u> est localisé sur le territoire du 19 ^{ème} arrondissement de Paris (Paris/75). L' <u>emprise projet</u> est constituée en l'état actuel de bâtiments d'activités et d'habitats collectifs : bâtiments d'habitation, commerces, ancien garage, hangar, restaurant...	
	La <u>zone d'étude</u> comporte des habitats collectifs, des activités, des équipements, des espaces ouverts artificialisés, des voies de transports routier, ferroviaire et fluviale, et un chantier.	
	La population de la <u>zone d'étude</u> , était, en 2017 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), de 16 809 individus soit une densité moyenne de population estimée à 21 412 hab./km².	
	La <u>zone d'étude</u> est sous couvert du PPA Île-de-France et est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air en Île-de-France au sens du SRCAE.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	Niveau régional : Depuis les années 1990, la qualité de l'air en Île-de-France va en s'améliorant. L'année 2020 est apparue comme une année très singulière, du fait de la pandémie de Covid-19 et des mesures gouvernementales adoptées pour faire face à cette crise sanitaire. Ces 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. En 2022, comparativement à 2021, la baisse des niveaux de pollution chronique se poursuit, à l'exception de l'ozone qui continue d'augmenter. Cependant, la baisse des niveaux moyens en PM10 et PM2,5 observée ces dix dernières années semble s'essouffler.	
	Niveau départemental : Le département de Paris connaît des épisodes de pollution atmosphérique, notamment aux PM10 (en hiver) et à l'O ₃ (en été). En fonction des années et des conditions météorologiques, les concentrations fluctuent. Il demeure que des déclenchements de procédures pour les PM10 et l'ozone se produisent encore au niveau départemental. À Paris, en 2023, est survenu 1 jour de dépassement du seuil d'information-recommandations pour les PM10 (sur constat de dépassement ;LCSQA). Stations de mesures Airparif : D'après les mesures d'Airparif aux stations les plus proches du projet, sur la période 2018-2022, il est observé : Dioxyde d'azote (NO₂) : Pour les stations de fond, la valeur seuil réglementaire annuelle (40 µg/m³) est respectée chaque année, contrairement à la station trafic ; et la ligne directrice annuelle de l'OMS (10 µg/m³) est dépassée chaque année pour toutes les stations. Seul un dépassement du seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) a été enregistré à la station RN2 Pantin (trafic) en 2020. La recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est largement dépassée chaque année pour toutes les stations. -Oxydes d'azote (NOx) : Le niveau critique annuel pour la protection de la végétation (30 µg/m³) est dépassé pour toutes les stations chaque année. -Particules PM10 : Aux stations « RN2 Pantin » et « Paris 18 ^{ème} », les teneurs moyennes annuelles respectent la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³) et l'objectif de qualité (30 µg/m³). En revanche, la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où la concentration moyenne journalière est supérieure au seuil journalier (50 µg/m³) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée chaque année. -Particules PM2,5 : En 2022, à la station « Paris 18 ^{ème} », la teneur moyenne annuelle respecte la valeur limite réglementaire (25 µg/m³) contrairement à l'objectif de qualité (10 µg/m³) et à la recommandation annuelle de l'OMS (5 µg/m³). Le nombre de dépassements de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation de l'OMS) est très supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an. -Ozone (O₃) : à la station « Paris 18 ^{ème} », le seuil d'information/recommandation est dépassé en 2018 et en 2020, mais le seuil d'alerte ne l'a jamais été. De nombreux dépassements de la préconisation de l'OMS (100 µg/m³ en moyenne journalière sur 8 h) et de l'objectif de qualité (120 µg/m³ en moyenne journalière sur 8h) sont observés et récurrents. -Dioxyde de soufre (SO₂) : sur la période 2018-2020, à la station « Aubervilliers », les valeurs réglementaires sont strictement respectées tous les ans. -BTEx (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes) : à la station « RN2 Pantin », la valeur seuil réglementaire et l'objectif de qualité sont largement respectés tous les ans. -Autres polluants mesurés : les concentrations annuelles en CO à la station « Aubervilliers » et en métaux à la station « RN2 Pantin » respectent les valeurs limites et objectifs de qualité chaque année. Indice ATMO : Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air dans le 19 ^{ème} arrondissement de Paris en 2023 peut être qualifiée de « Bonne » pour 0,5 % de la période, « Moyenne » 77,5 % de la période, « Dégradée » 13,2 % de la période, « Mauvaise » 7,7 % de la période et « Très mauvaise » 0,8 % de l'année.	

D O M A I N E S		Sensibilité
	Modélisations Airparif : Selon les modélisations 2023 (2020 pour le benzène) d’Airparif, il ressort que : -Les seuils réglementaires annuels (NO₂, PM10, PM2,5, benzène) et journaliers (PM10) sont respectés sur l’intégralité de la zone d’étude. Les objectifs de qualité pour l’O₃ et les PM2,5 sont dépassés tandis que ceux des PM10 et du benzène sont respectés. La formation de l’ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. En 2023, la valeur cible pour la protection de la santé a été respectée mais l’objectif de qualité est tout de même dépassé. Les recommandations de l’OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées. -À l’échelle de l’emprise projet, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO₂, PM10, PM2,5, benzène) sont respectés ainsi que le nombre maximum de dépassements autorisés du seuil journalier en PM10 et le nombre de jours supérieurs à 120 µg/m³ sur 8 heures en moyenne sur 3 ans en O₃ (valeur cible). Les objectifs de qualité pour le NO₂, les PM10 et le benzène sont respectés sur l’emprise projet tandis que ceux des PM2,5 et de l’ozone sont dépassés. La formation de l’ozone est fortement dépendante des conditions météorologiques. L’ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production. Les recommandations de l’OMS (en moyenne annuelle) pour le NO₂ (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées sur l’emprise projet. En tout état de cause, la qualité de l’air sur l’emprise projet peut être qualifiée de plutôt moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées bien que les seuils réglementaires le soient.	
Mesures in situ	Mesures in situ sur la zone d’étude : Afin de qualifier la qualité de l’air à l’échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures <i>in situ</i> du dioxyde d’azote sur 5 points et des particules sur 1 point sur la période du 17 novembre au 15 décembre 2023. Dans l’ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont alterné entre épisodes favorisant la dispersion et épisodes favorisant l’accumulation des polluants. Les températures et les précipitations ont été plus importantes, en termes de hauteurs de précipitations cumulées et de nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm, que la normale saisonnière [1990-2020], tandis que l’ensoleillement a été inférieur aux normales saisonnières [1991-2020]. Néanmoins, du 01 au 03 décembre, les températures ont été très froides et ont favorisé les phénomène d’inversion de température induisant une accumulation des polluants. Les pressions mesurées ont majoritairement été dépressionnaires et relativement moyennement fluctuantes. Les vents faibles ont été présents sur 93,0 % de la campagne de mesure. Pour les particules PM10 et PM2,5, les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, au niveau du point n°3, en condition trafic (intersection Rue Rouvet / Rue Rue Dampierre), de 15,2 µgPM10/m³ et de 12,0 µgPM2,5/m³. Sur la période de 29 jours, un dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10 a été constaté et, de fait, un dépassement de la valeur guide de l’OMS. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l’année et l’OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Concernant les PM2,5, 6 dépassements du seuil journalier préconisé par l’OMS (15 µg/m³) sont constatés. L’OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an. La réglementation française n’impose pas de seuil journalier pour les PM2,5. Ces dépassements sont survenus pendant une période d’accumulation des polluants (vents faibles, absence de précipitations, températures très froides induisant un recours accru au chauffage et vraisemblablement la survenu du phénomène d’inversion de température empêchant toute dispersion). Airparif a enregistré également 4 dépassements de la recommandation journalière de l’OMS pour les PM2,5 en condition de fond urbain (exposition moindre aux émissions directes des véhicules) à la station Paris 18^{ème}. Pour le dioxyde d’azote, Les teneurs relevées sont comprises entre 35,0 µg/m³ au point n°3 et 49,1 µg/m³ au point n°4. Les points n°1, 4, 5 en proximité d’axe à très fort trafic présentent les concentrations les plus élevées. Les points n°2 et 3, localisés en condition trafic sur un axe de desserte locale présentent une concentration moins élevée. Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d’axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.	
Sources d’émission de polluants atmosphériques	Sur le territoire de Paris intra-muros, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le transport routier (NOx, NH₃, PM10, PM2,5, GES), le résidentiel (NOx, PM10, PM2,5, COVNM, SO₂, NH₃, GES), le tertiaire (NOx, GES, SO₂), l’industrie (COVNM) et les chantiers (PM10, PM2,5, COVNM). À l’échelle de la zone d’étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier, le résidentiel /tertiaire et, de manière minoritaire, les transports ferroviaire et fluvial.	

D O M A I N E S		Sensibilité
Sources d'émission de polluants atmosphériques (suite)	Les voies routières de la <u>zone d'étude</u> avec les trafics les plus élevées, sont l'Avenue Corentin Cariou (12 648 véh./jour dont 4 % de PL en 2023), l'Avenue de Flandre (16 096 véh./jour dont 4 % de PL en 2023) et le Quai de la Gironde (1 975 véh./jour dont 3 % de PL en 2023).	
	Les voies ferrées aériennes les plus proches sont retrouvées à environ 300 m au nord du projet et desservent la gare « Rosa Parks » à environ 700 m au nord-ouest du projet. Il est à noter la présence de la station « Corentin Cariou » desservie par la ligne 7 du métro à proximité immédiate du projet.	
	Le Canal de Saint-Denis est situé à proximité immédiate du projet à l'est, et le canal de l'Ourcq coule à 420 m au Sud du projet.	
	Selon le site de la ville de Paris, les ports des trois canaux parisiens ont un trafic annuel d'environ 1 000 000 de tonnes constitué à plus de 90 % par des matériaux de construction, sables et graviers et de produits de démolition.	
	Aucun aéroport/aérodrome n'est installé au sein de la <u>zone d'étude</u> .	
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets dans l'atmosphère n'est situé à proximité de la <u>zone d'étude</u> .	
	Selon le Registre Parcellaire Graphique 2022 (Géoportail), aucune parcelle agricole n'est recensée sur la <u>zone d'étude</u> .	
	Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la <u>zone d'étude</u> , en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	Les effets de la pollution sur la santé sont variés. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution. Des études sanitaires confirment que les niveaux actuels de polluants en région IdF contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons. En outre, il existe des connexions potentielles entre les pics de pollution (notamment O₃, NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5}) et la progression des cas d'asthme, notamment chez les enfants. Près d'un tiers des habitants de Paris et proche Couronne résident à moins de 75 m d'un axe routier. Cette proximité est responsable de 16 % des nouveaux cas d'asthme chez les enfants et d'environ 650 hospitalisations évitables chaque année. D'après l'actualisation de l'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 Paris (classifiée en zone 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.	Moyenne
Exposition de la population	L'emprise projet appartient à 1 maille exposée pour parties de sa surface à 3 nuisances : pollution de l'air, bruit des transports, pollution industrielle.	
	En considérant les nouvelles recommandations de l'OMS (seuils de référence 2021) sans distinction des recommandations journalières et annuelles, l'ensemble des Franciliens est exposé en 2022 à un dépassement des seuils pour l'ozone et les PM _{2,5} . 95 % sont exposés à un dépassement pour le NO ₂ et 90 % sont concernés par un dépassement pour les PM ₁₀ .	
	En 2022 (2020 pour le benzène), à Paris, les estimations d'Airparif indiquent qu'aucun habitant n'est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires annuels en PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ et benzène ainsi qu'au seuil réglementaire journalier des PM ₁₀ .	
	Cependant, 200 000 habitants sont exposés à des dépassements des valeurs guides annuelles de l'OMS pour les PM ₁₀ , PM _{2,5} et le NO ₂ et à des dépassements de la recommandation journalière de l'OMS pour le PM ₁₀ .	
	Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants.	
Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles. Ce phénomène pouvant être très légèrement majoré par la présence des très légers reliefs au sud-est du projet, faisant un léger obstacle à la bonne dispersion des polluants atmosphériques.		

D O M A I N E S		Sensibilité
Populations et lieux vulnérables	99,8 % des ménages sont logés en habitats collectifs. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,3.	
	Enjeux sanitaires par inhalation :	
	-La <u>zone d'étude</u> comporte 16 809 habitants dont 4 546 (soit 27,0 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.	
	-Au total, 18 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches, écoles) sont recensés en l'état actuel sur la <u>zone d'étude</u> .	
	-La programmation inclut une création d'un nouveau lieu vulnérable à la pollution atmosphérique (crèche).	
	Aucune zone à enjeux sanitaires par ingestion n'est considérée au sein de la zone d'étude. Deux jardins partagés/collectifs/familiaux sont présents au sein de la zone d'étude, mais à distance du projet.	
	La programmation du projet comprend la création de plusieurs parcs paysagers qui n'ont pas de vocation potagère.	

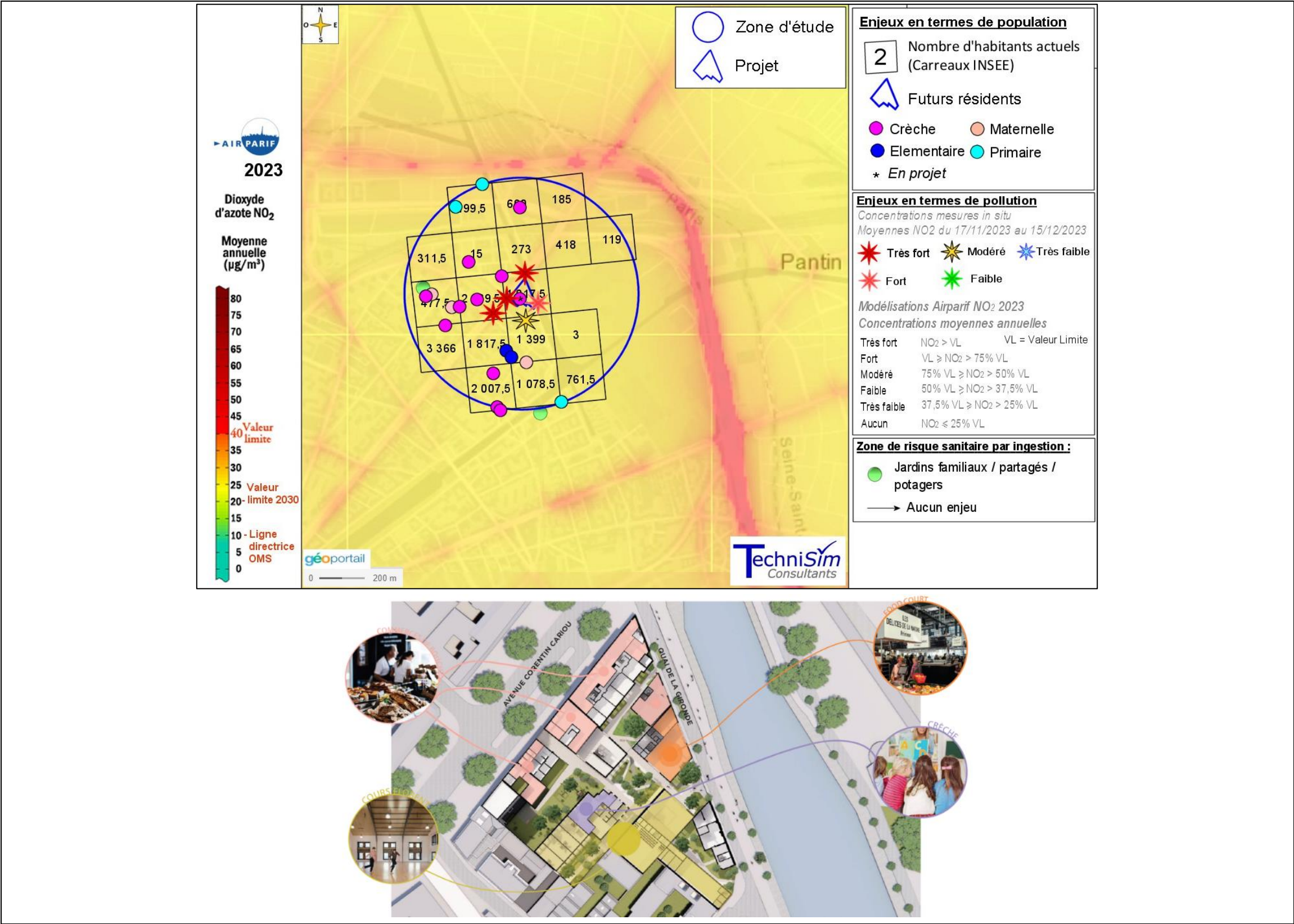


Figure 43 : Synthèse des enjeux

Analyse des Impacts

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet (construction de logements, de locaux commerciaux et d'une crèche) va induire la modification des flux de déplacement sur la zone d'étude (flux des habitants, des visiteurs des commerces et des utilisateurs de la crèche), et donc des trafics, dont les conséquences sur la qualité de l'air sont diverses :

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

Le contenu de l'analyse des impacts du projet de construction d'un programme immobilier mixte à Paris 19^{ème}, est basé et adapté à partir de la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau I, c'est-à-dire :

- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après, *a minima*) ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des estimations des concentrations modélisées pour le NO₂, les PM10 et PM2,5, sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Calcul de l'Indice Pollution Population ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des lieux vulnérables existants et de la crèche en projet, des riverains actuels de la zone d'étude et des futurs habitants du projet.

Tableau 41 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx)	Particules PM10 et PM2,5	
Monoxyde de carbone (CO)	Benzène	
Dioxyde de soufre (SO2)	Arsenic	
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)	Nickel	
	Benzo(a)pyrène	
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Impacts du projet sur la santé)		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (Si le risque par ingestion est présent)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

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

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

16.1. GÉNÉRALITÉS SUR LES ÉMISSIONS POLLUANTES D’UN CHANTIER ET LES MESURES DE RÉDUCTION DISPONIBLES

Les travaux de construction peuvent polluer l’environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont susceptibles d’être 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.

Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers

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

Le tableau suivant inventorie les principaux polluants émis par type d’activité. Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l’air sur les chantiers » 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 42: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction

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

Mesures de réduction des gaz d’échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s’agit de mesures d’ordre à la fois :

- 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 14/09/2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

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

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

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA¹ propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

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

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs. Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions.

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

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 précis² en a ainsi identifiées cinq :

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

Avec, à la marge :

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

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

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

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) ;

¹ L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine.

² Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

- 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.

Charte Chantiers Verts

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

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

Cette ‘charte’ fait partie des pièces contractuelles devant être intégrée au marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun. En pratique, la garantie d’un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l’opération, il s’agit de réaliser des d’études préalables et des actions de concertation afin d’évaluer l’impact du chantier sur l’environnement puis d’élaborer son programme. Le maître d’ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L’insertion par le maître d’œuvre d’un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu’il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

16.2. DESCRIPTION DU CHANTIER DU PROJET “QUAI DE LA GIRONDE”

Description du chantier du projet

La phase chantier s’étendra sur une période de 15 trimestres et sera subdivisée en trois zones distinctes :

- Zone 1 : consacrée à l’Enseignement Supérieur, comprenant les bâtiments C, D, E.
- Zone 2 : englobant les bâtiments B, F, I, H, G.
- Zone 3 : comprenant les bâtiments A, A' et la Pointe.

Les étapes de démolition / construction / réhabilitation étant différées / simultanées ou se chevauchant entre les zones ; cette variable est prise en considération dans les émissions calculées ci-après et l’emprise au sol affectée par les travaux étant partagées entre les 3 zones.

Charte chantier éco-responsable

Les travaux seront réalisés sous charte chantier éco-responsable. L’objectif de cette charte s’articule autour de la réduction de la consommation d’eau, la protection des sols, la maitrise des produits dangereux, le tri et la valorisation des déchets, la propreté sur le chantier et l’acceptabilité du chantier par les riverains grâce à une bonne communication en amont du chantier et à un contrôle des nuisances (acoustique, poussières, salissures, plan d’installation de chantier, ...)

Les actions de réduction des émissions de poussières décrites dans le §16.1 seront mises en place lors de la réalisation du chantier.

Trafic PL de la phase chantier

Le chantier va impacter la circulation alentour en générant un trafic de poids lourds (évacuation des déblais, apport des matériaux). Le trafic induit par le chantier est très variable selon la phase considérée (cf. figure en page suivante).

Au total, sur l’ensemble du chantier, le nombre de PL est estimé à 7 580 unités réparties comme suit :

Démolitions : 470 unités	Gros-œuvre : 2 431 unités
Terrassements : 1 004 unités	Corps d’état secondaire : 3 668 unités

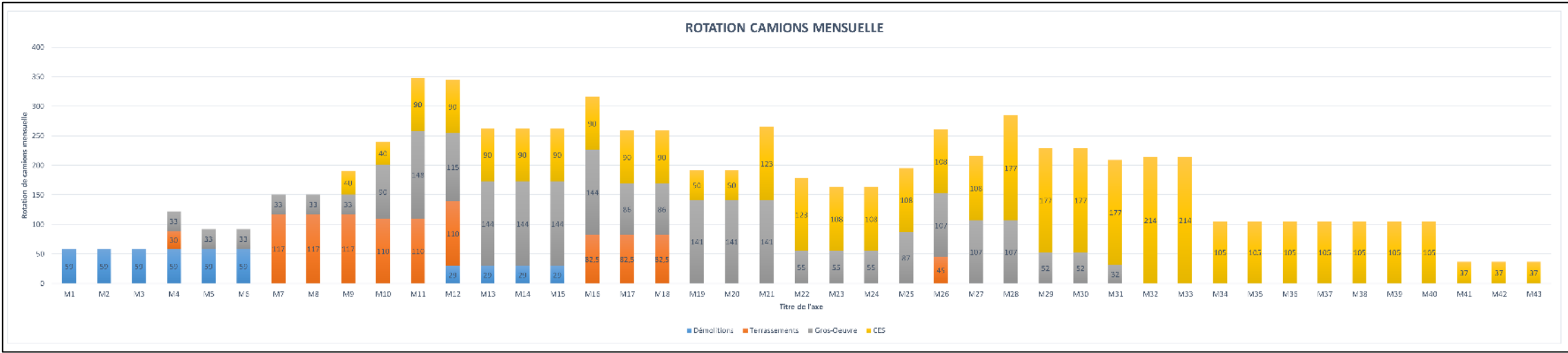


Figure 44 : Rotation mensuelle de camions sur le chantier

16.3. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

La quantification des émissions d’un chantier s’avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n’est pas possible, au stade actuel de l’étude, d’évaluer **précisément** les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude. Il est néanmoins faisable d’estimer les principales émissions.

16.3.1. Émissions de poussières

Les travaux de démolition et de construction sont générateurs de poussières. La méthodologie employée pour le calcul des émissions de poussières des travaux est celle de l’Agence Européenne de l’Environnement (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023)¹ basée sur la méthodologie de l’US EPA « Tier 1 » :

$$EM_{\text{poussières}} = FE_{\text{poussières}} \cdot A_{\text{affectée}} \cdot d \cdot (1-EC) \cdot (24/PE) \cdot s$$

- Avec :

EM_{poussières}

= émissions de poussières

kg_{poussières}
- FE_{poussières}

= facteur d’émission du polluant

kg_{poussières}/[m².an]
- A_{affectée}

= surface affectée par l’activité des travaux

m²
- d

= durée des travaux

années
- EC

= efficacité des mesures de contrôle des émissions

sans unité
- PE

= indice de précipitation-évaporation de Thornwaite

sans unité
- s

= teneur en limon du sol

%

Tableau 43 : Hypothèses / Données du calcul des émissions de poussières en phase démolition et construction

	Paramètre	Source
Facteurs d’émissions	TSP = 2,15 kg/[m².an] PM10 = 0,65 kg/[m².an] PM2.5 = 0,065 kg/[m².an]	EMEP EEA 2023 Moyenne des facteurs d’émissions des constructions non résidentielles et des constructions d’appartements en immeubles
Durée des travaux	Démolition : Zone 1 = 4 mois Zone 2 = 8,5 mois Zone 3 = 4 mois Construction : Zone 1 = 32 mois Zone 2 = 39 mois Zone 3 = 26,5 mois	Données client ; Durées adaptées si des étapes se chevauchent ou sont différées dans le temps (par exemple pour la zone 1 : chevauchement des travaux de constructions et de réhabilitation du bâtiment C ; regroupement des 2 phases de démolition de la zone C)

	Paramètre	Source
Aire affectée par les travaux	Démolition : Zone 1 = 1 250 m² Zone 2 = 1 470 m² Zone 3 = 1 530 m² Construction : Zone 1 = 1 800 m² Zone 2 = 3 500 m² Zone 3 = 1 400 m²	Surface moyenne estimée à partir du principe de phasage du chantier
Efficacité des mesures de réduction	Arrosage : 0,25	EMEP EEA 2023 La charte chantier éco-responsable impliquera le recours à des mesures de réduction telles que l’arrosage Moyenne des indices d’efficacité pour les constructions non résidentielles et les constructions d’appartements en immeubles
Indice de précipitation-évaporation de Thornwaite	47,5	Calculé à partir des normales [1991-2020] Station météo France « Paris Montsouris »
Teneur en limon du sol	12 %	Valeur par défaut pour une zone déjà urbanisée (valeur pour le sable)

Les quantités de poussières émises incluant l’arrosage comme mesure de réduction sont indiquées tableau ci-après.

Tableau 44 : Émissions de poussières émises par les travaux du chantier (incluant l’arrosage comme mesure de réduction)

ZONE 1	TSP [kg]	PM10 [kg]	PM2.5 [kg]
Démolition	453	137	14
Construction	5 215	1 577	158
ZONE 2	TSP [kg]	PM10 [kg]	PM2.5 [kg]
Démolition	1 131	342	34
Construction	12 359	3 737	374
ZONE 3	TSP [kg]	PM10 [kg]	PM2.5 [kg]
Démolition	554	168	17
Construction	3 359	1 016	102
TOTAL	23 072	6 975	698

¹ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>

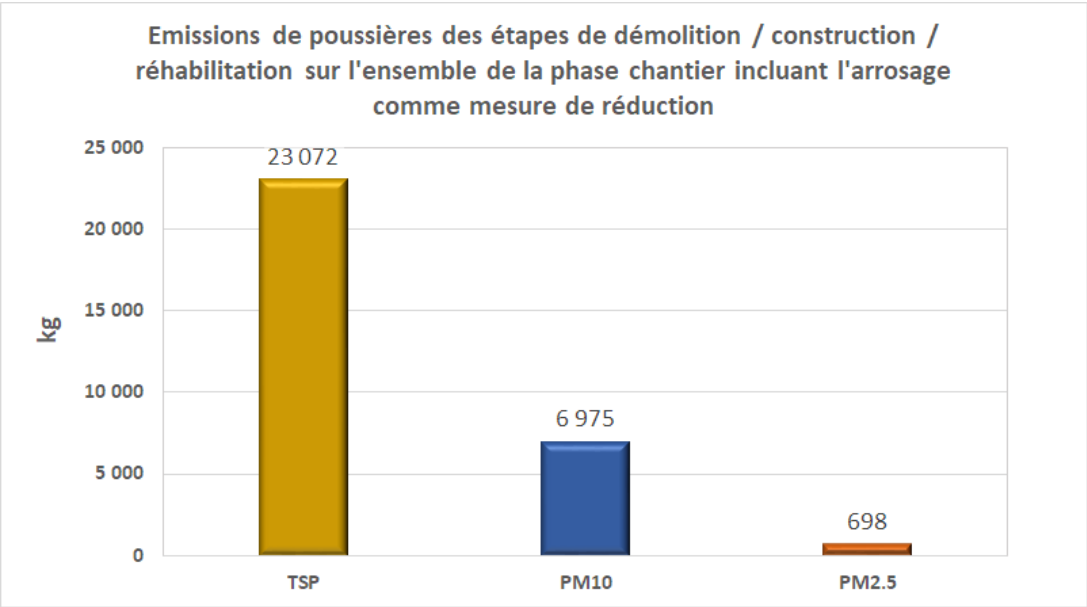


Figure 45 : Émissions (kg) de poussières (TSP, PM10, PM2.5) des étapes de démolition / construction / réhabilitation sur l'ensemble de la phase chantier incluant l'arrosage comme mesure de réduction

16.3.2. Émissions issues du trafic des poids lourds

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

La méthodologie employée pour le calcul des émissions des PL de chantier est celle de l'Agence Européenne de l'Environnement (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023) « Tier 2 ».

Tableau 45 : Hypothèses / Données du calcul des émissions de polluants atmosphériques des PL du chantier

	Paramètre	Source
Nombre total de PL sur la durée du chantier	7 580 unités	Donnée client
Catégorie PL	16-32 t	Hypothèse sur les types de PL mis en œuvre
Répartition des PL de chantier selon la technologie moteur	Euro II : 12,6 % Euro III : 13,1 % Euro IV : 11,6 % Euro V : 15,8 % Euro VI : 46,8%	Statistiques des PL en circulation au 1 ^{er} janvier 2023 https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/620-600-poids-lourds-en-circulation-au-1er-janvier-2023

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après. Ces résultats sont exprimés en g_{polluant}/km_{parcouru} et cela pour l'intégralité des PL du chantier.

Tableau 46 : Émissions de polluants à l'échappement émises par les PL de chantier par km parcouru (pour l'intégralité du chantier)

POLLUANTS	Unité	Phase chantier
Oxydes d'azote [éq. NO ₂]	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	21 297
Monoxyde de carbone	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	3 394
Particules PM10	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	332
Particules PM2,5	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	332
Particules totales	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	332
COVNM	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	610
Benzo[a]pyrène	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	0,01
Benzo[b]fluoranthène	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	0,04
Benzo[k]fluoranthène	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	0,05
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	0,01
Plomb	g/km parcouru pour la totalité des PL du chantier	0,08

Les figures suivantes illustrent, à titre d'exemple, les émissions mensuelles de NOx et PM2.5 en g_{polluant}/km_{parcouru} et cela pour l'intégralité des PL mensuels du chantier.

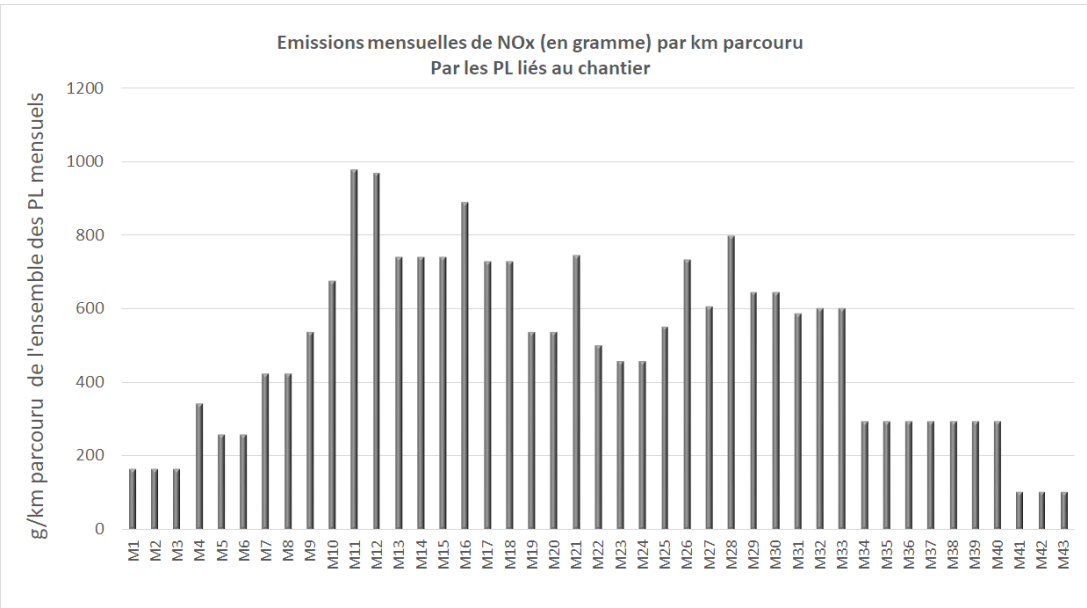


Figure 46 : Émissions mensuelles de NOx (en gramme) par km parcouru par les PL liés au chantier

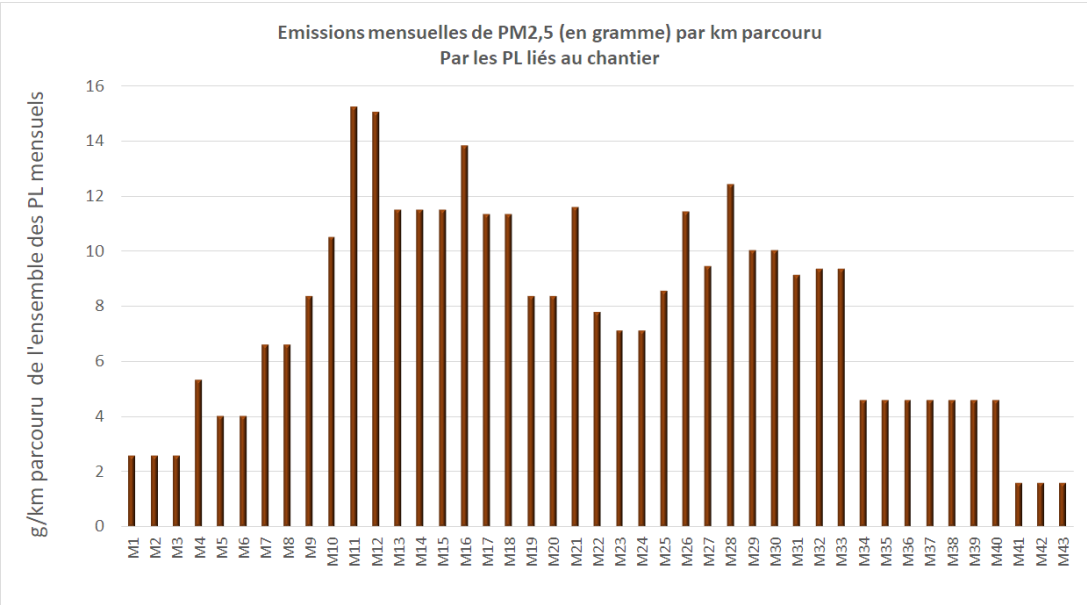


Figure 47 : Émissions mensuelles de PM2.5 (en gramme) par km parcouru par les PL liés au chantier

16.4. SYNTHÈSE

Il est complexe de quantifier les émissions d’un chantier. Les principales émissions atmosphériques sont les poussières ainsi que les gaz d’échappement produits par les Poids Lourds.

Au stade actuel de l’étude, il a été calculé les émissions atmosphériques du chantier à partir des données disponibles.

Le chantier sera réalisé sous charte chantier éco-responsable. Ainsi, les émissions résiduelles seront minimisées.

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

17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent toutes des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique [CITEPA].

Selon ces études, la participation de ces secteurs dans les émissions totales de particules en France métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2022¹ pour les TSP ; à une relative stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1,0 et à la hausse pour le carbone suie (cf. graphiques ci-après).

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

Selon les estimations de l'année 2022, en France métropolitaine, il est constaté que ces secteurs représentent environ :

- 48 % des émissions de particules PM10 ;
- 65 % des émissions de carbone suie ;
- 70 % émissions de particules PM2,5 ;
- 83 % des émissions de particules PM1 (ultra fines) ;
- 16 % des émissions de particules TSP.

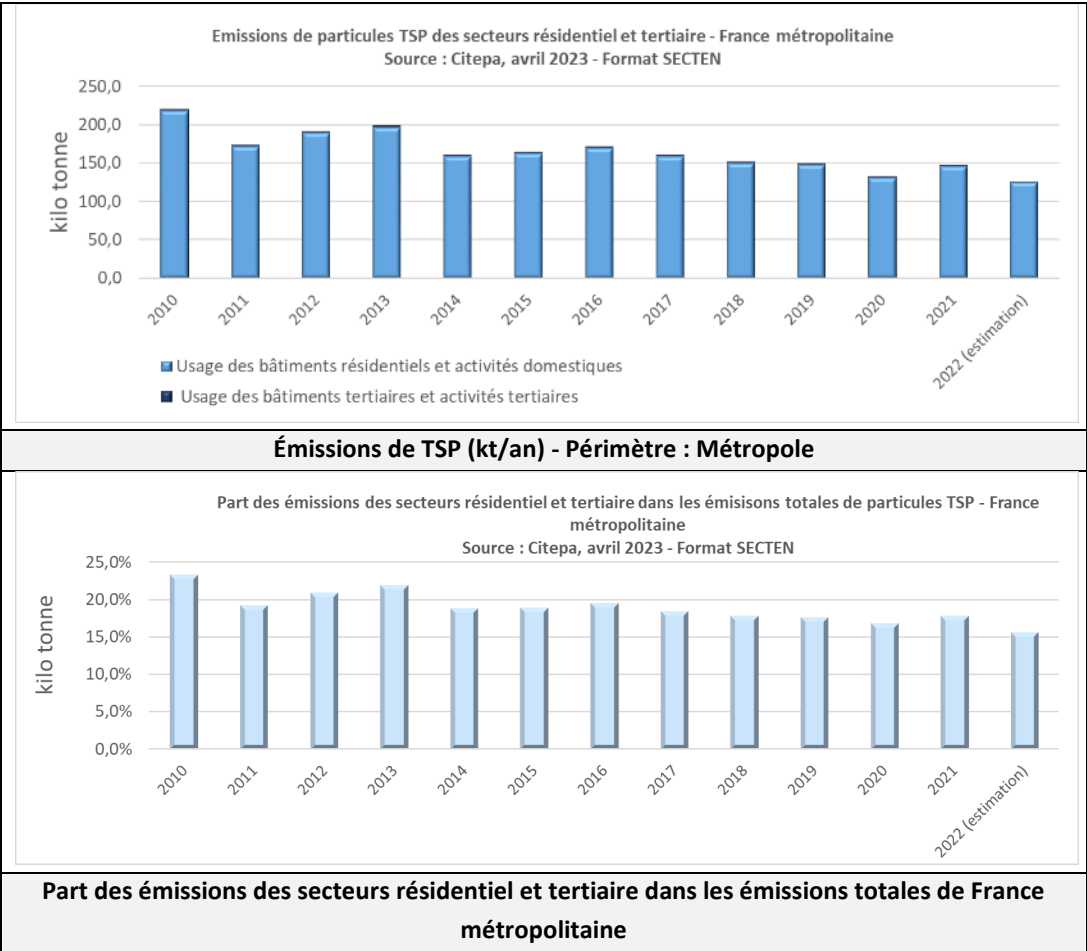


Figure 48: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP

¹ Données 2022 estimées

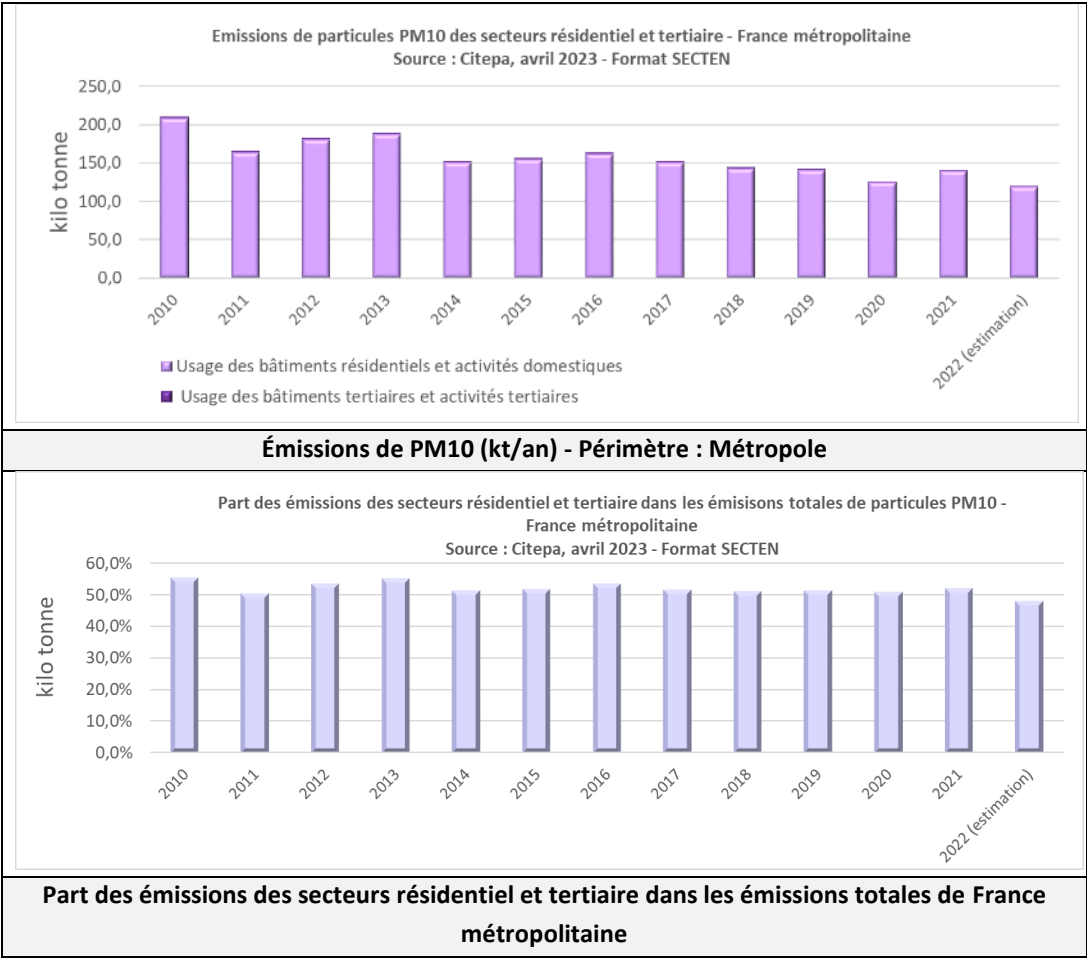


Figure 49: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10

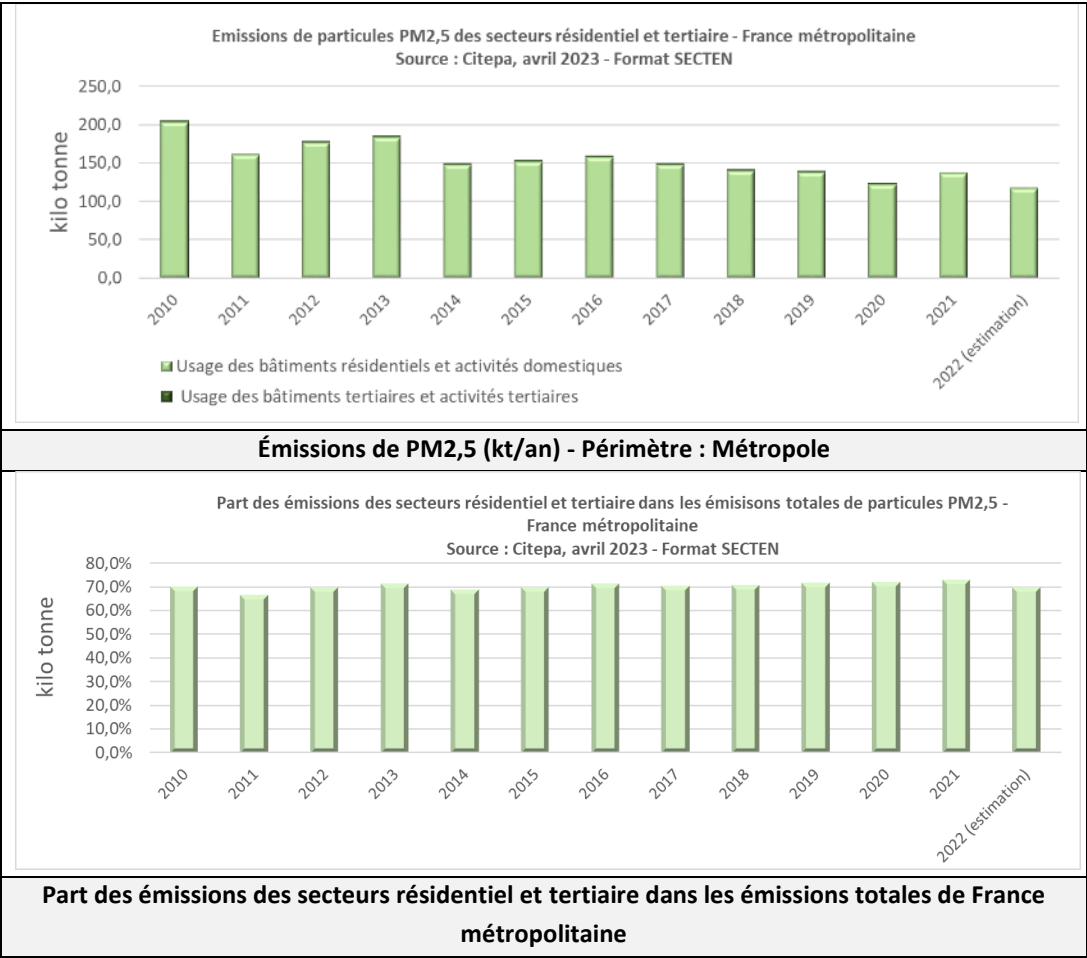


Figure 50: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5

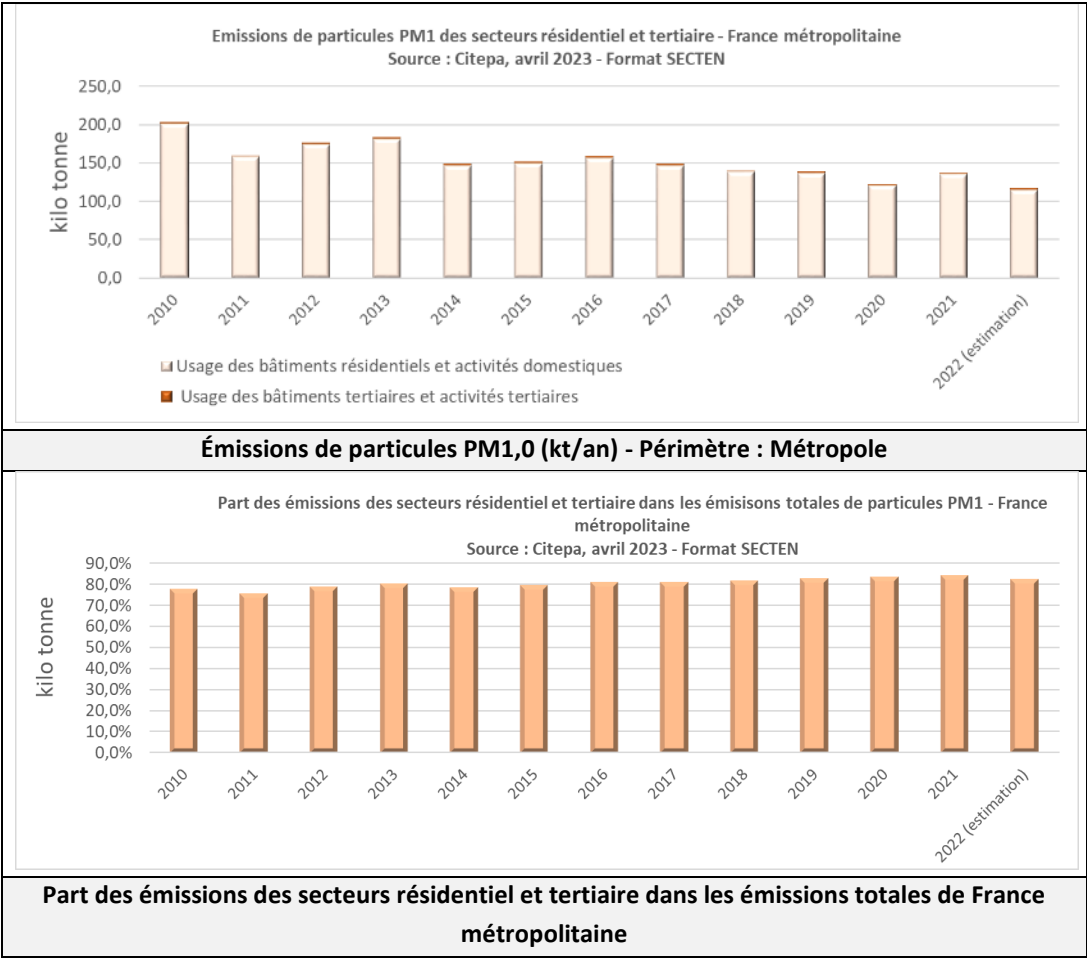


Figure 51: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1,0

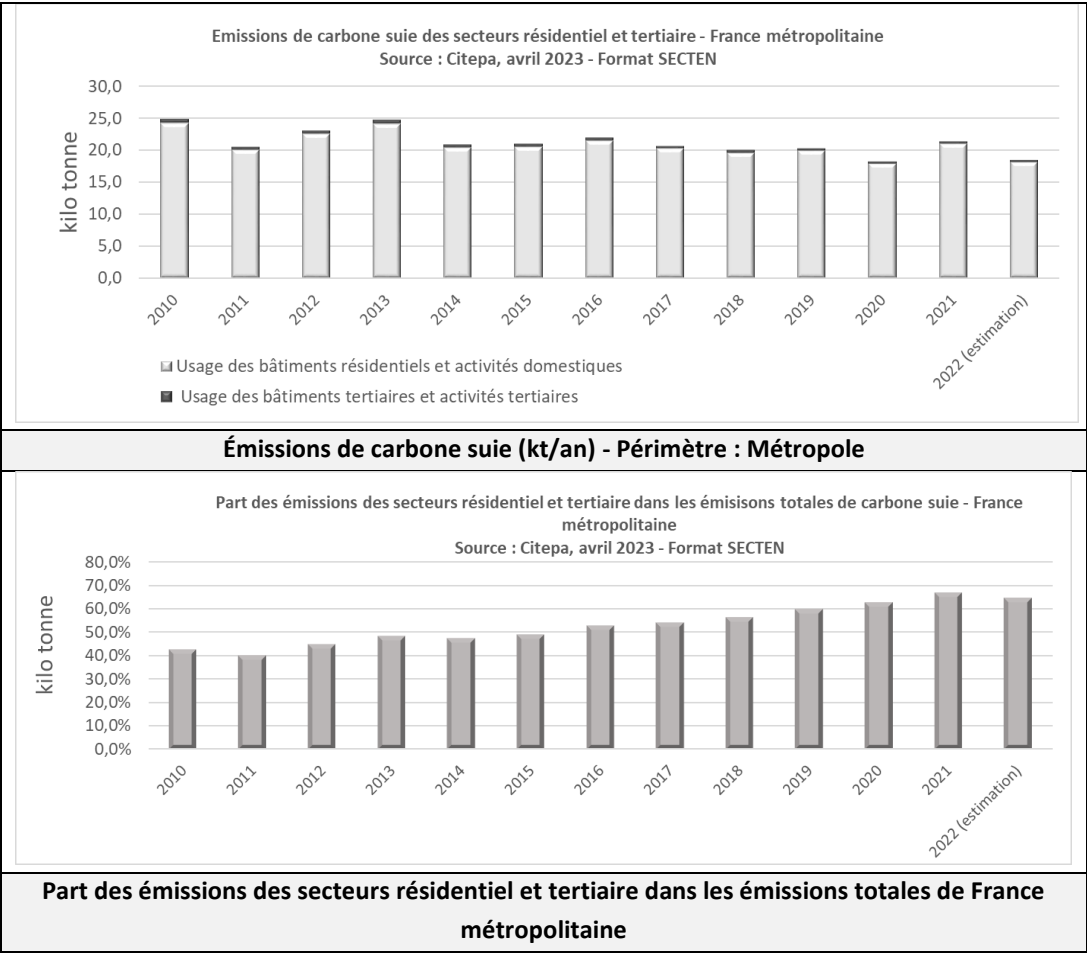


Figure 52: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie

Les graphiques qui suivent représentent les émissions des substances acidifiantes (oxydes d’azote, dioxyde de soufre, composés organiques volatils non méthaniques et monoxyde de carbone) et à l’origine de l’eutrophisation, qui contribuent à la pollution photochimique et celles des métaux.

Ils représentent aussi la participation du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales en France métropolitaine.

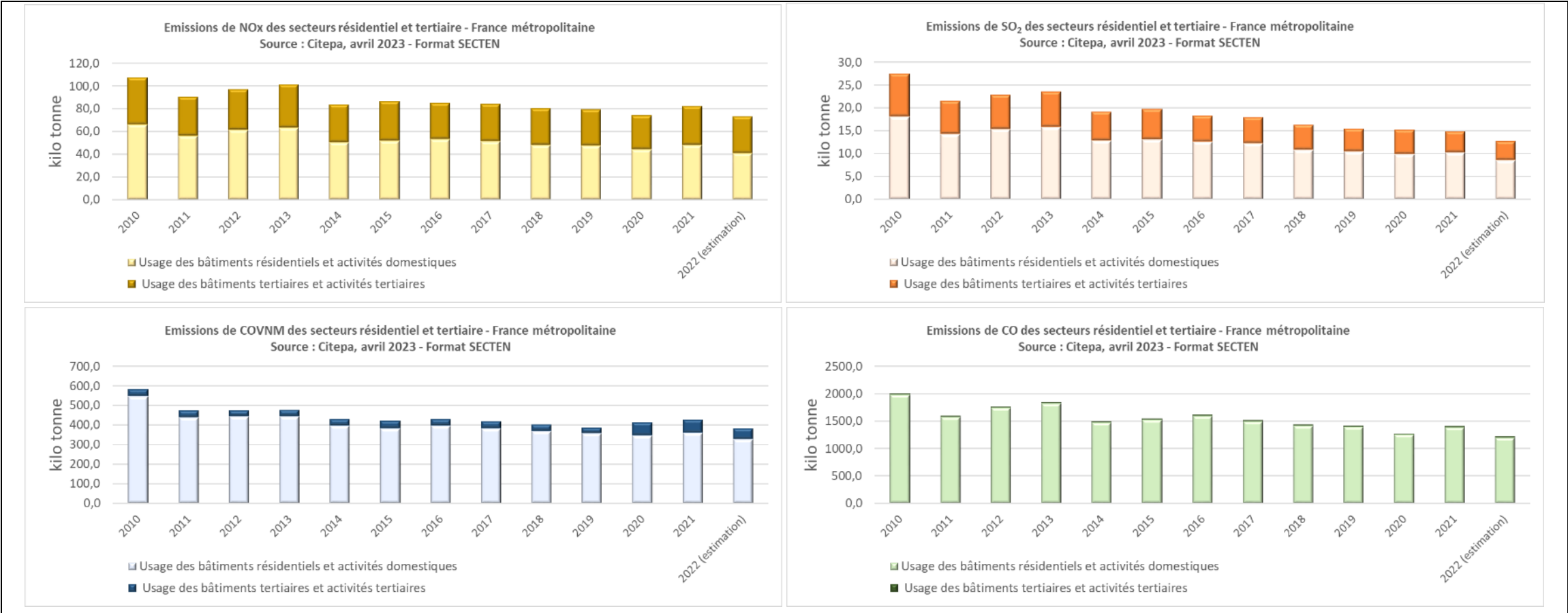


Figure 53: Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine

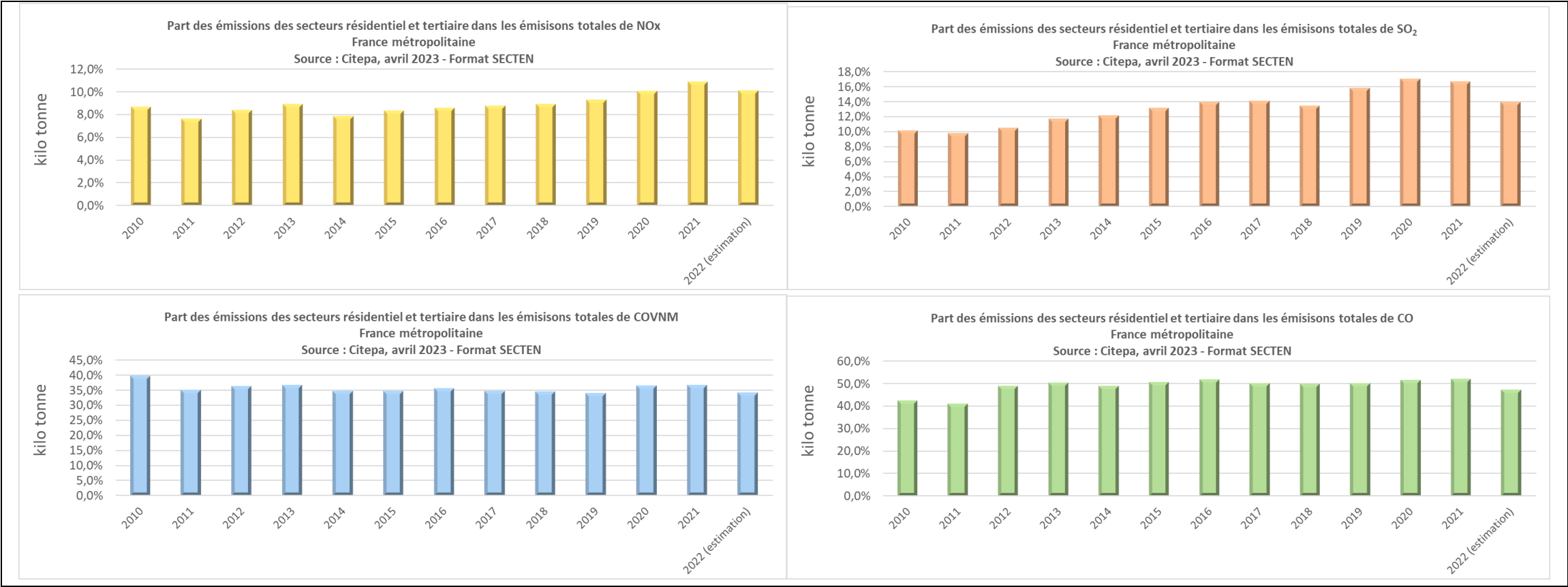


Figure 54: Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

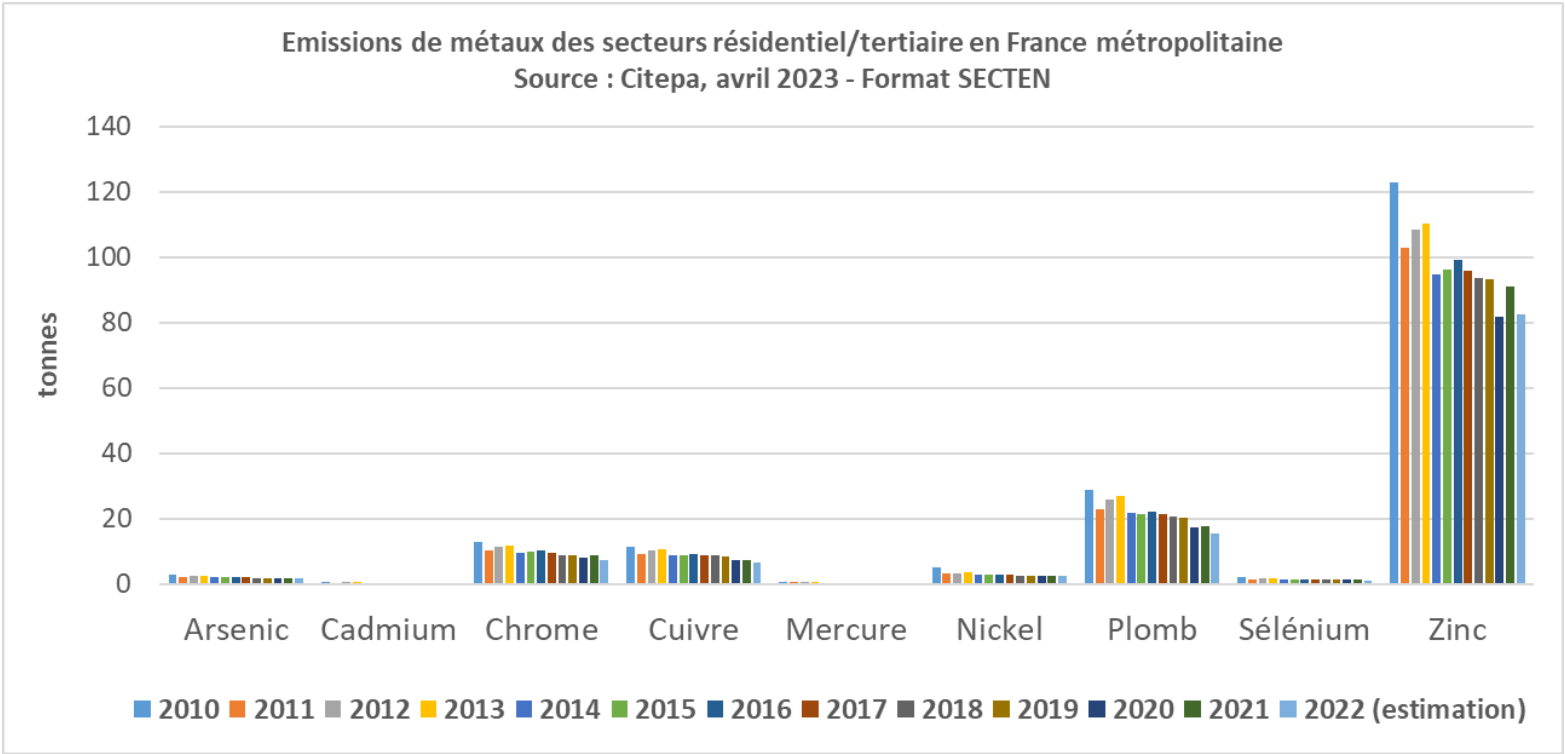


Figure 55: Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

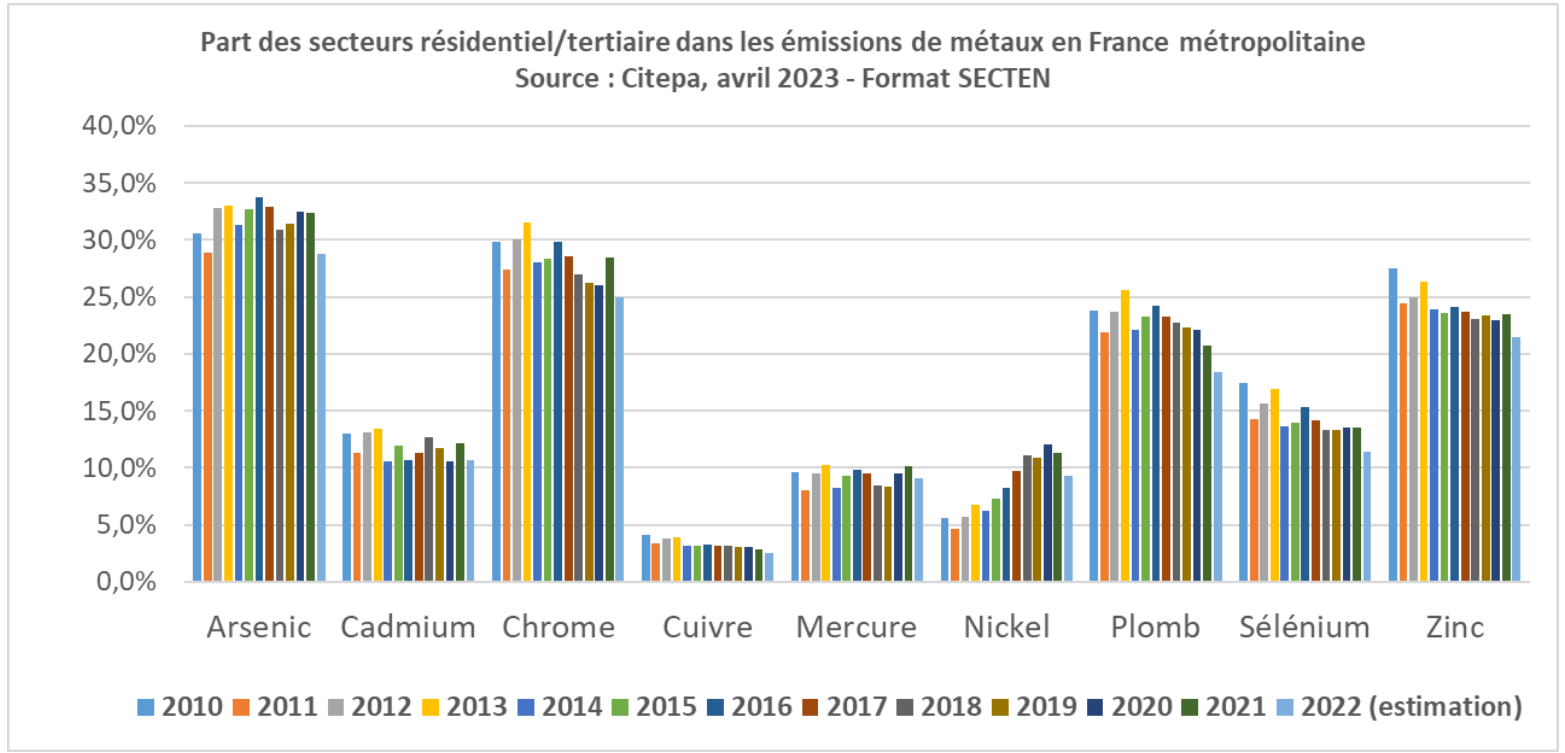


Figure 56: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux

Selon les estimations de l'année 2022, en France métropolitaine, les secteurs résidentiel et tertiaire représentent :

- Environ 10 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- Environ 14 % des émissions de dioxyde de soufre ;
- Environ 34 % des émissions de COVNM ;
- Environ 47 % des émissions de monoxyde de carbone ;
- Environ 28 % des émissions d'arsenic ;
- Environ 21 % des émissions de zinc ;
- Environ 25 % des émissions de chrome ;
- Environ 11 % des émissions de cadmium et de sélénium ;
- Environ 9 % des émissions de mercure et de nickel ;
- Environ 3 % des émissions de cuivre ;
- Environ 18 % des émissions de plomb.

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

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

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

Pour les systèmes de chauffage, les émissions provenant de la combustion d'énergie fossile diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.

Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.

Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;

- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de construction ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilation/aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs expliquent qu'il est peu commode de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations. Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser. Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires permettent 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.

Les bâtiments du projet seront labellisés NF HABITAT HQE (pas de peinture avec solvant), le mode de chauffage sera issu de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain³² [CPCU] (fonctionnant avec 50 % d'énergies renouvelables et de récupération et visant une décarbonation complète en 2050). La CPCU, pour réduire la pollution atmosphérique, utilise des filtres successifs pour ne rejeter que de la vapeur d'eau. Ainsi, les émissions liées au bâti du projet en exploitation seront minimales.

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

Les bâtiments créés seront conformes à la RE2020 seuil 2025 (voire seuil 2028 pour l'un des bâtiments), applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire. Pour les autres constructions de bâtiments (hôtels, commerces, gymnase, université, hospitalier, restaurant, etc.), le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012 (un futur décret, introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments).

Le principal objectif de la RE2020 est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ». Cela sous-entend que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique. Ainsi, les besoins en chauffage seront limités.

³² <https://www.cpcu.fr/reseau-de-chaaleur/>

Le chauffage des bâtiments sera issu du réseau de chaleur de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain³³ [CPCU] (fonctionnant avec 50 % d'énergies renouvelables et de récupération et visant une décarbonation complète en 2050). La CPCU, pour réduire la pollution atmosphérique, utilise des filtres successifs pour ne rejeter que de la vapeur d'eau. Ainsi, les émissions liées au bâti du projet en exploitation seront minimales.

De même, compte tenu des réglementations visant à réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Les bâtiments du projet seront labellisés NF HABITAT HQE (pas de peinture avec solvant).

Par conséquent, les émissions polluantes liées au bâti devraient être restreintes et leurs impacts seront minimales, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

17.2. IMPACT DU TRAFIC AUTOMOBILE MOYEN JOURNALIER ANNUEL LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

17.2.1. Méthodologie

❖ Données d'entrée

Afin de réaliser l'analyse des impacts du projet de construction « Quai de la Gironde » à Paris il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs. Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- **Situation N°1** : Horizon actuel (année 2023) – 2023_Actuel.
- **Situation N°2** : Horizon de réalisation du projet (année 2028) – Sans projet– Situation Fil de l'eau – 2028_FDE.
- **Situation N°3** : Horizon de réalisation du projet (année 2028) – Avec projet– Situation projetée – 2028_Projetée.

Rappel : Les projets voisins sont identifiés dans la partie §11.1, et ne sont pas susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude.

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.

Information : Les données de circulation ont été fournies par le BE CDVia pour les brins n°1 à 15. Les données du brin n°16 proviennent de Institut Paris Région³⁴ et de la Ville de Paris³⁵. Il a été considéré un taux d'accroissement moyen annuel de 1,2 % (Théma – Projection de la demande de transport sur le long terme) pour les horizons 2023 et 2028 ; les pourcentages de poids lourds sont considérés constants.

Le détail des données concernant le trafic est disponible en annexe.

Au sens strict, le réseau d'étude pour un projet d'infrastructures routières se compose des voies créées et/ou supprimées par le projet et des voies dont le trafic varie [du fait du projet comparativement au scénario Fil de l'Eau] 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.

Concernant le projet de construction mixte à Paris, tous les brins dont les trafics ont été fournis (brins n°1 à 15) sont considérés dans le réseau d'étude.

Note : Le brin n°16 (donnée non fournie par le BE) correspondant à la voie de circulation la plus importante de la zone d'étude (Boulevard Périphérique) est ajouté pour les parties simulation numérique de la dispersion atmosphérique et évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).

³³ <https://www.cpcu.fr/reseau-de-chaleur/>

³⁴ https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/Amenagement/voiriesfutur/Focus_BP_janvier2019_poursiteweb.pdf

³⁵ <https://www.peripherique-voie-dediee.paris/sites/default/files/2023-04/La%20mobilit%C3%A9%20et%20les%20usages%20du%20boulevard%20p%C3%A9riph%C3%A9rique%20-%20Etude%20KISIO%202021.pdf>

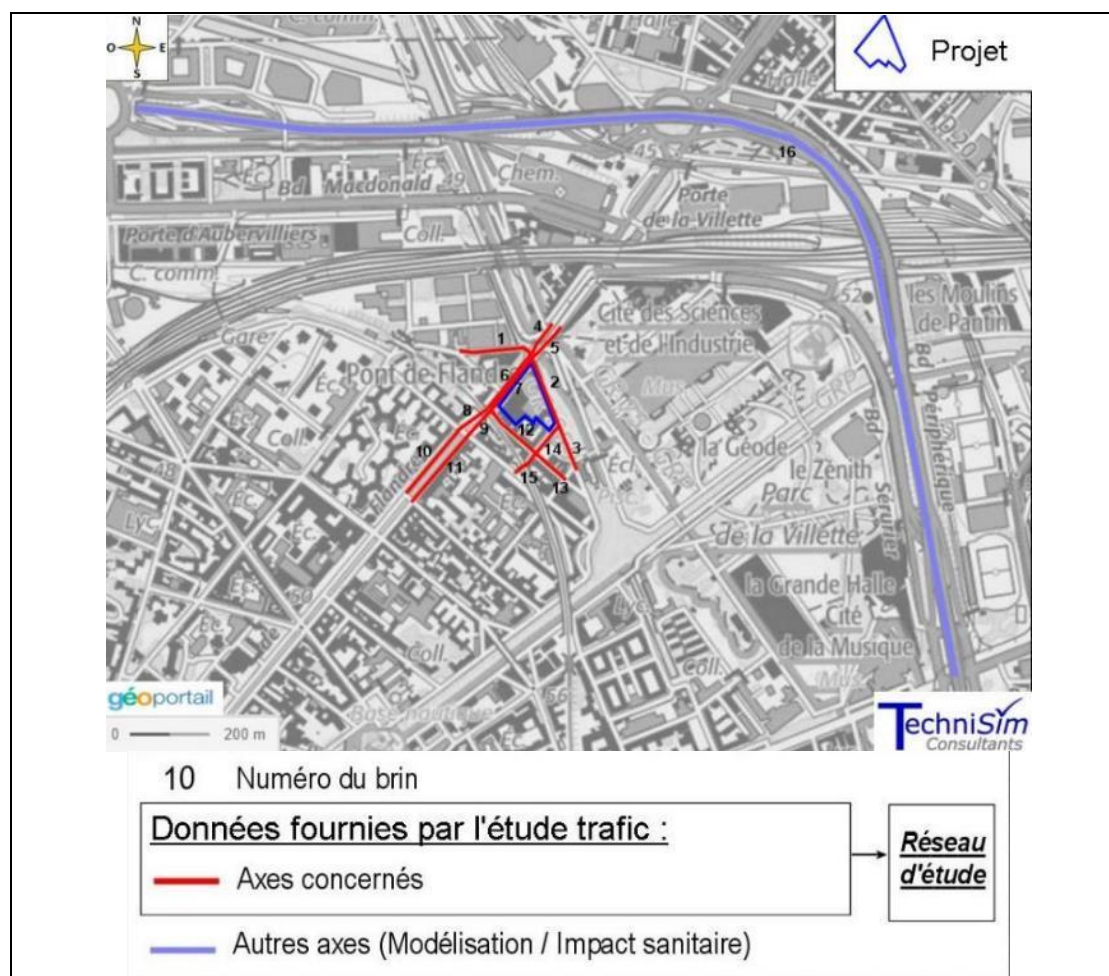


Figure 57 : Brins considérés / Réseau d'étude

❖ **Méthodologie du calcul des consommations énergétiques et des émissions dans l'air de polluants et GES liées à la circulation automobile sur le réseau d'étude**

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques (en kg/jour) est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET³⁶, 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

³⁶MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

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

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro.

Cette ventilation utilise les données du parc automobile français, déterminé en 2022 par l'UGE-IFSTTAR (Université Gustave Eiffel - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux), pour l'intervalle 1970-2050, incluant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) Avec Mesures Existantes (AME).

Ce scénario AME vise à décrire, à l'horizon 2050, l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'État français jusqu'à une certaine date (31 décembre 2019 dans cette version) sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre³⁷.

La figure suivante présente l'évolution (1990-2050) de la composition (en %) du parc de voitures particulières (simulation IFSTTAR 2022 scénario AME) et des motorisations alternatives.

³⁷https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se_du_sc%C3%A9nario_AME2021_postQAQC%5B1%5D.pdf

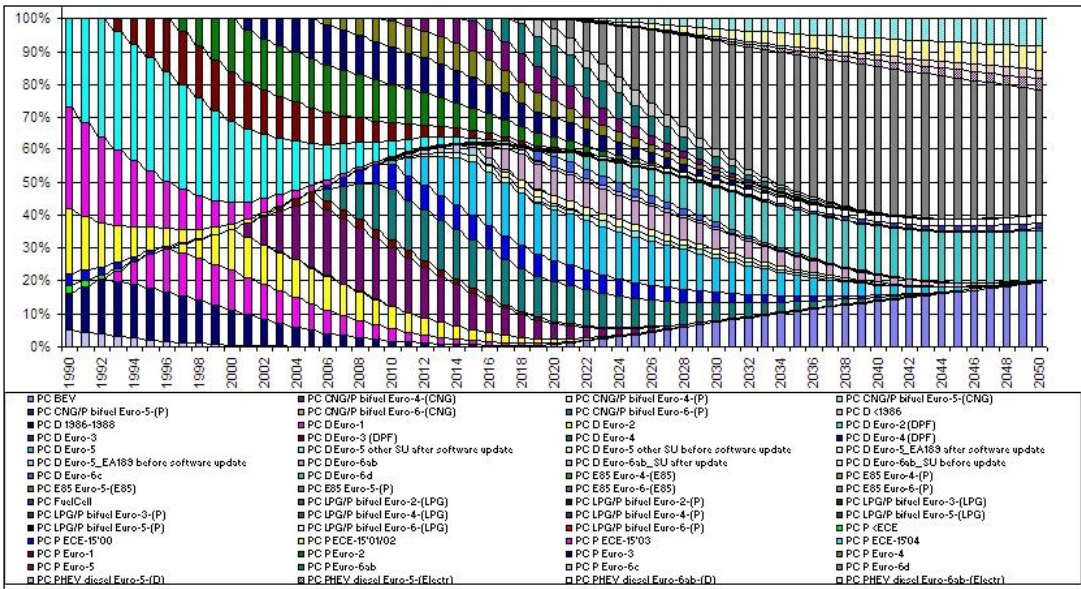


Figure 58 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation et les classes de véhicules, en proportion – version 2022 scénario AME des parcs IFSTTAR (Source : HBEFA)

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle. Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

Les polluants considérés sont, en premier lieu, ceux de la **Note technique du 22 février 2019** (cf. tableau suivant).

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude		Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à ajouter pour l'ERS (Niveau I et au droit des lieux vulnérables dans la bande d'étude du projet pour niveau II)
- Oxydes d'azote (NOx) - Monoxyde d'azote (NO) - Dioxyde d'azote (NO₂) - Particules PM10 - Particules PM2,5 - Monoxyde de carbone (CO)	- COVNM - Benzène - Dioxyde de soufre (SO₂) - Arsenic - Nickel - Benzo(a)pyrène (BaP)	16 HAP³⁸ dont le BaP 1,3-butadiène - Chrome

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

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
- Ammoniac - Dioxines - Furanes - Naphtalène - Acétaldéhyde - Acroléine - Propionaldéhyde - Éthylbenzène - Formaldéhyde	- Toluène - Xylènes - Cadmium - Mercur - Plomb - Particules diesel à l'échappement

17.2.2. Indice VK sur le réseau d'étude

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] ;

V_i = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;

L_i = 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 le tableau et la figure suivants.

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

Tableau 47: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Personnels (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	2023_Actuel	9 003	2 689	540	12 232
Situation N°2	2028_Fil de l'eau	8 823	2 635	529	11 987
Situation N°3	2028_Projetée	9 046	2 702	543	12 290

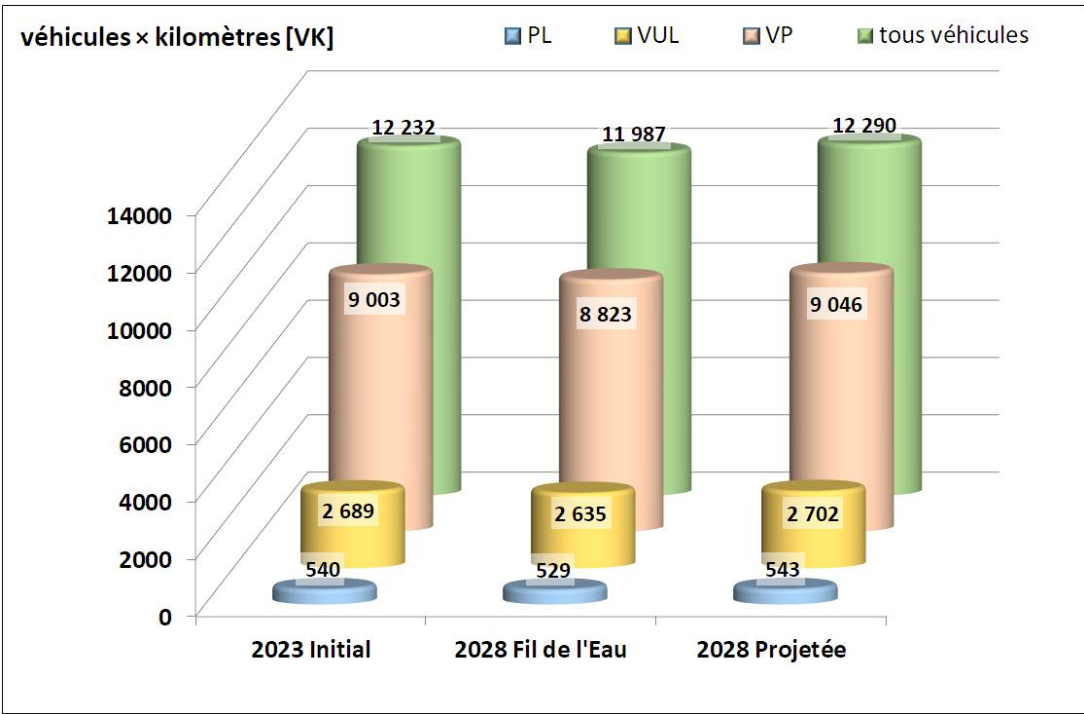


Figure 59: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Sur le réseau d'étude par rapport à la situation « Actuelle » 2023, les indices VK Tous Véhicules diminuent en situation « Fil de l'eau » 2028 (-2,0 %) et augmentent légèrement en situation « Projetée » 2028 (+0,5 %).

La réalisation du projet induit une très légère augmentation des déplacements liée aux logements et activités supplémentaires de la zone d'étude. L'exploitation du projet engendre une très légère augmentation des indices VK Tous Véhicules de 2,5 % sur le réseau d'étude, en 2028, par rapport à la situation Fil de l'Eau.

17.2.3. Consommations énergétiques sur le réseau d'étude

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

Tableau 48: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°1	2023_Actuel	755,9
Situation N°2	2028_Fil de l'eau	731,6
Situation N°3	2028_Projetée	750,1

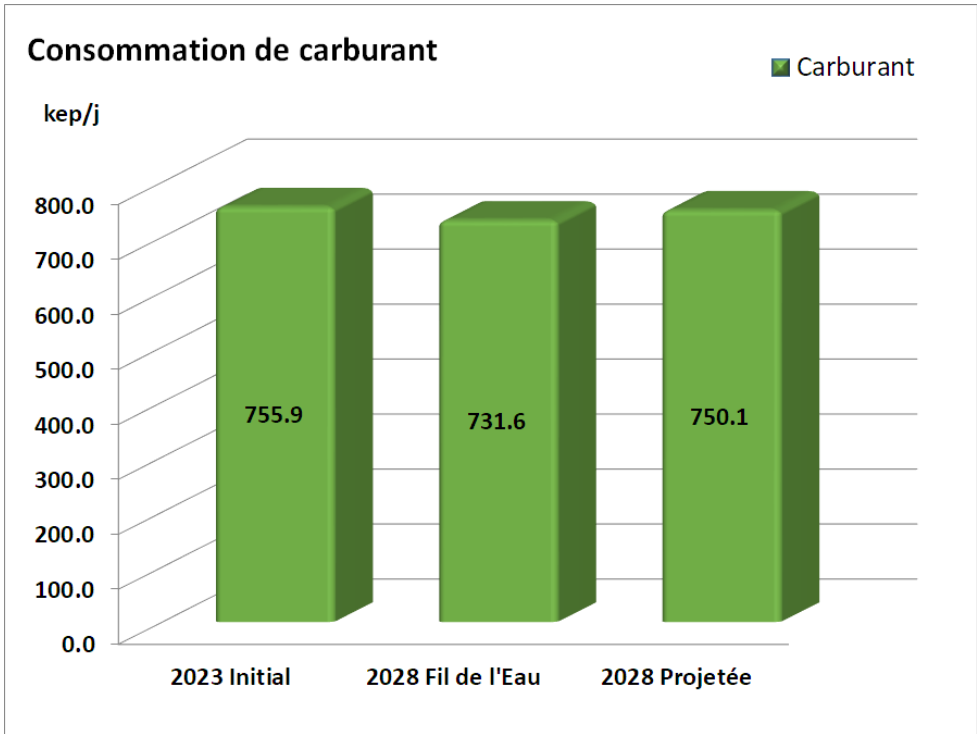


Figure 60 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation « Actuelle » 2023, la consommation de carburant diminue quels que soient l'horizon et la situation (-3,2 % en situation « Fil de l'eau » 2028 et -0,8 % en situation « Projetée » 2028).

Comparativement à la situation « Fil de l'Eau » 2028, la situation « projetée » induit une légère augmentation (+2,5 %) de la consommation de carburant.

17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d’étude

Le tableau suivant présente les émissions sur le réseau d’étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l’UGE-IFSTTAR (version 2022), utilisant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour le scénario Avec Mesures Existantes (AME).

Tableau 49 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d’étude pour les scénarios traités

POLLUANTS	Unité	2023	2028	2028
		Actuel	Fil de l’eau	Projetée
		Situation 1	Situation 2	Situation 3
Oxydes d’azote [éq. NO₂]	[g/j]	5,01E+03	3,64E+03	3,74E+03
Monoxyde d’azote	[g/j]	2,34E+03	1,69E+03	1,73E+03
Dioxyde d’azote	[g/j]	1,43E+03	1,06E+03	1,08E+03
Monoxyde de carbone	[g/j]	3,69E+03	2,72E+03	2,78E+03
Dioxyde de soufre	[g/j]	2,65E+01	2,70E+01	2,77E+01
Ammoniac	[g/j]	1,12E+02	9,42E+01	9,66E+01
Particules PM10	[g/j]	4,69E+02	4,20E+02	4,30E+02
Particules PM2,5	[g/j]	3,14E+02	2,68E+02	2,75E+02
Particules à l’échappement	[g/j]	1,09E+02	6,72E+01	6,89E+01
COVNM	[g/j]	1,69E+02	1,03E+02	1,05E+02
Acétaldéhyde	[g/j]	5,67E+00	3,43E+00	3,52E+00
Acroléine	[g/j]	2,72E+00	1,55E+00	1,59E+00
Benzène	[g/j]	5,46E+00	2,68E+00	2,74E+00
1,3-butadiène	[g/j]	2,26E+00	1,64E+00	1,68E+00
Éthylbenzène	[g/j]	1,74E+00	9,42E-01	9,66E-01
Formaldéhyde	[g/j]	1,06E+01	6,32E+00	6,48E+00
Propionaldéhyde	[g/j]	1,49E+00	9,20E-01	9,43E-01
Toluène	[g/j]	9,28E+00	4,92E+00	5,04E+00
Xylènes	[g/j]	7,18E+00	4,02E+00	4,12E+00
16 HAP	[g/j]	1,42E+00	1,28E+00	1,31E+00
16 HAP en BaP équivalent	[g/j]	2,56E-02	2,32E-02	2,38E-02
Acénaphène	[g/j]	2,04E-01	1,75E-01	1,79E-01
Acénaphthylène	[g/j]	1,53E-01	1,31E-01	1,34E-01
Anthracène	[g/j]	3,24E-02	3,20E-02	3,28E-02
Benzo[a]anthracène	[g/j]	2,20E-02	1,97E-02	2,02E-02
Benzo[a]pyrène	[g/j]	1,28E-02	1,15E-02	1,18E-02
Benzo[b]fluoranthène	[g/j]	1,72E-02	1,58E-02	1,62E-02
Benzo[g,h,i]pérylène	[g/j]	2,72E-02	2,50E-02	2,56E-02
Benzo[k]fluoranthène	[g/j]	1,38E-02	1,26E-02	1,30E-02
Chrysène	[g/j]	4,09E-02	3,68E-02	3,77E-02
Dibenzo[a,h]anthracène	[g/j]	2,68E-03	2,36E-03	2,41E-03
Fluorène	[g/j]	2,16E-02	2,12E-02	2,17E-02
Fluoranthène	[g/j]	2,14E-01	1,94E-01	1,99E-01
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	[g/j]	1,34E-02	1,23E-02	1,26E-02
Phénanthrène	[g/j]	4,48E-01	4,13E-01	4,24E-01
Pyrène	[g/j]	1,84E-01	1,63E-01	1,68E-01
Benzo(j)fluoranthène	[g/j]	1,25E-02	1,27E-02	1,30E-02
Naphtalène	[g/j]	1,08E+01	9,91E+00	1,02E+01

POLLUANTS	Unité	2023	2028	2028
		Actuel	Fil de l’eau	Projetée
		Situation 1	Situation 2	Situation 3
Somme des métaux	[g/j]	1,20E-02	1,17E-02	1,20E-02
Arsenic	[g/j]	1,20E-04	1,20E-04	1,24E-04
Cadmium	[g/j]	7,16E-05	7,23E-05	7,42E-05
Chrome	[g/j]	5,86E-03	5,60E-03	5,74E-03
Mercure	[g/j]	4,74E-03	4,65E-03	4,76E-03
Nickel	[g/j]	6,27E-04	6,52E-04	6,68E-04
Plomb	[g/j]	6,25E-04	6,27E-04	6,42E-04
Dioxines	[g/j]	7,46E-10	4,98E-10	5,11E-10
Furanes	[g/j]	1,11E-09	7,41E-10	7,60E-10

Sur le réseau d’étude, en moyenne journalière annuelle, il est possible de constater que les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l’étude, cf. tableau précédent) calculées aux horizons futurs 2028 (en situation « Fil de l’Eau » et « Projetée ») sont inférieures à celles en situation actuelle 2023 (cf. histogramme suivant).

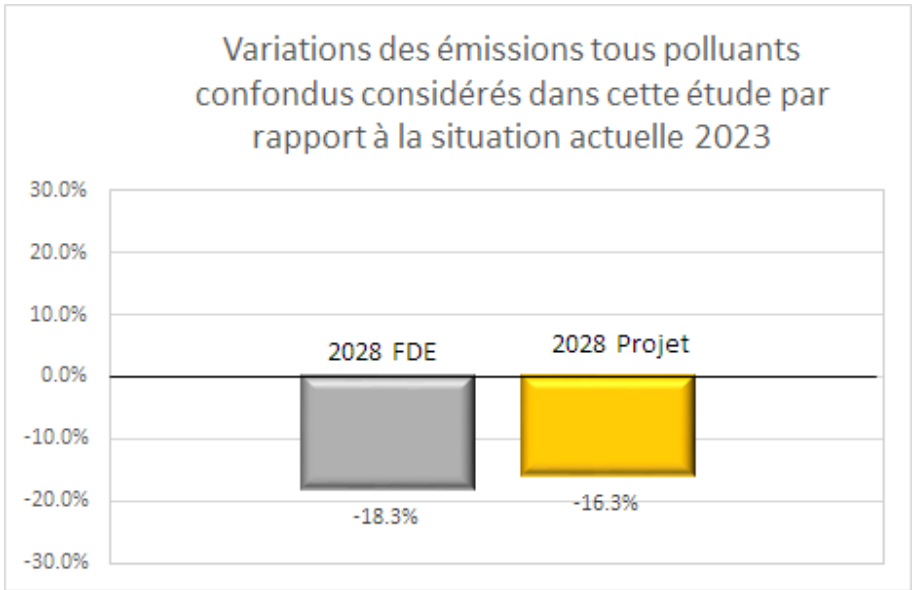


Figure 61 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l’étude) sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2023

Tableau 50 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant						
Émissions moyennes journalières annuelles	NOx	PM10	PM2,5	Particules à l'échappement	CO	SO ₂
2028 FDE vs Actuel 2023	-27,3 %	-10,5 %	-14,7 %	-38,5%	-26,5 %	1,8 %
2028 Projetée vs Actuel 2023	-25,5 %	-8,2 %	-12,5 %	-36,9%	-24,6 %	4,4 %
Impact Projet 2028 Projetée vs 2028 FDE	2,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %
Émissions moyennes journalières annuelles	COVNM	Benzène	NO ₂	BaP	Arsenic	Nickel
2028 FDE vs Actuel 2023	-39,0 %	-51,0 %	-26,0 %	-10,0 %	0,1 %	3,9 %
2028 Projetée vs Actuel 2023	-37,5 %	-49,8 %	-24,1 %	-7,7 %	2,6 %	6,5 %
Impact Projet 2028 Projetée vs 2028 FDE	2,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %

À l'horizon futur 2028, sur le réseau d'étude, comparativement à la situation actuelle 2023, il ressort que :

- Les émissions polluantes en situations « Fil de l'eau » et « Projetée » diminuent pour chacun des principaux polluants pris individuellement (à l'exception du dioxyde de soufre, de l'arsenic et du nickel qui voient leurs émissions augmenter en situation « Fil de l'eau » et « Projetée »).
- Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. tableau précédent), les émissions de polluants diminuent en situation « Projetée » (-16,3 % en moyenne) par rapport à la situation actuelle.
- Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer à l'horizon futur 2028 à l'exception du SO₂ pour lequel les émissions augmentent (situations « Fil de l'eau » et « Projetée »).
- Les imbrûlés (COVNM) sont également en recul, et ce, de manière significative.
- Les augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour les situations « Fil de l'eau » et « Projetée » à l'horizon 2028 - par rapport à la situation « Actuelle » 2023 – seront en grande partie compensées par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions des véhicules.
- Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions diminuer de manière moins importante pour la situation « Fil de l'eau » (particules PM10, BaP) voire augmenter en situation « Fil de l'eau » et/ou « Projetée » (arsenic, nickel) du fait de la hausse des VK.

-La réalisation du projet va entraîner **par rapport à la situation « Fil de l'eau »** une légère augmentation des émissions de chacun des principaux polluants (+2,5 %). Cela est à corréliser avec l'augmentation des VK sur le réseau d'étude entre les situations « Projetée » et « Fil de l'eau », compte tenu de l'augmentation des déplacements.

Les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude sont illustrées ci-après.

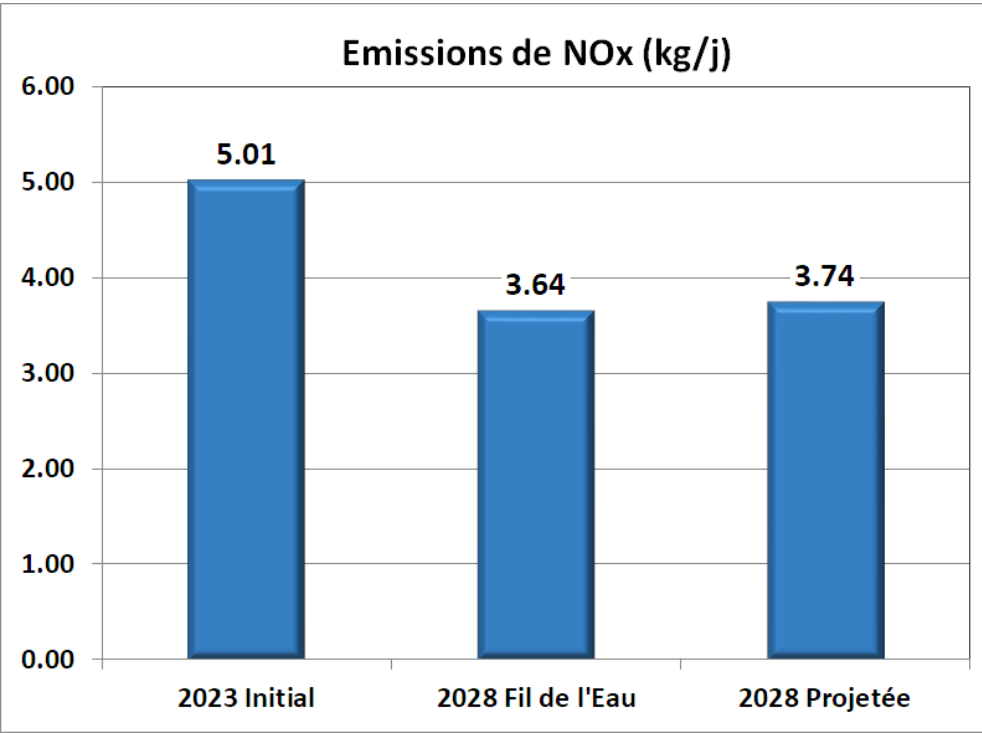


Figure 62 : Émissions d’oxydes d’azote (éq.NO₂) sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

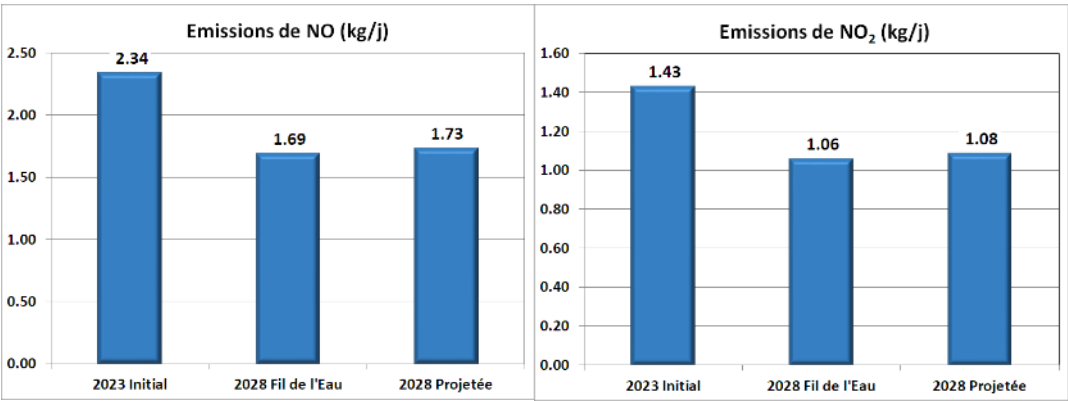


Figure 63 : Émissions de monoxyde d’azote et dioxyde d’azote sur le réseau d’étude en moyenne journalière annuelle

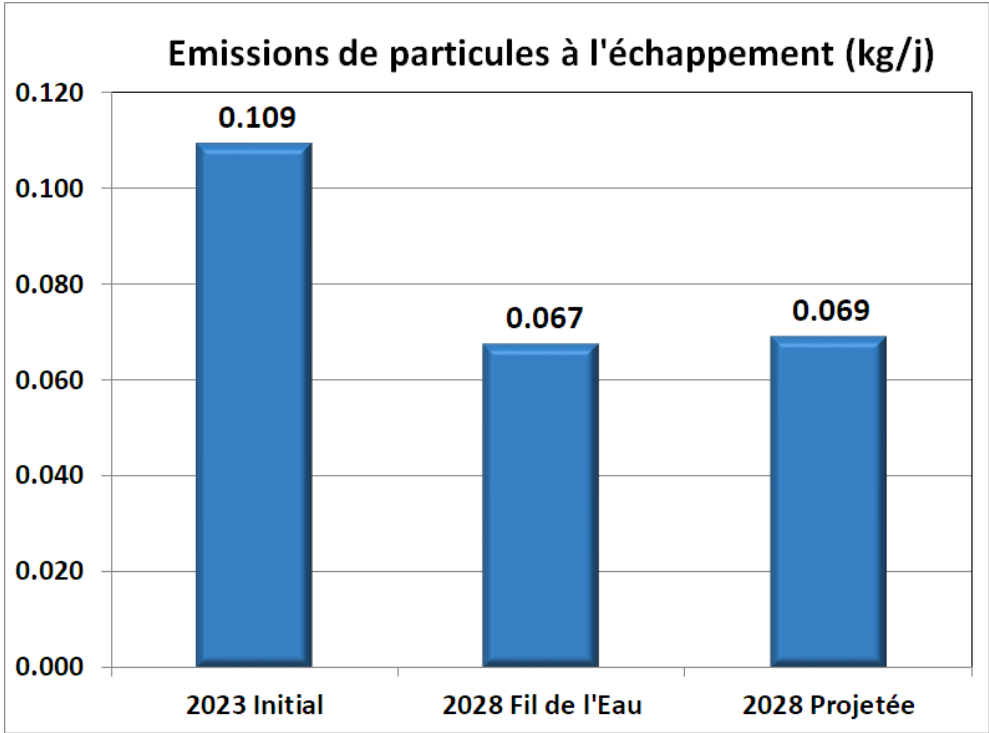


Figure 64 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

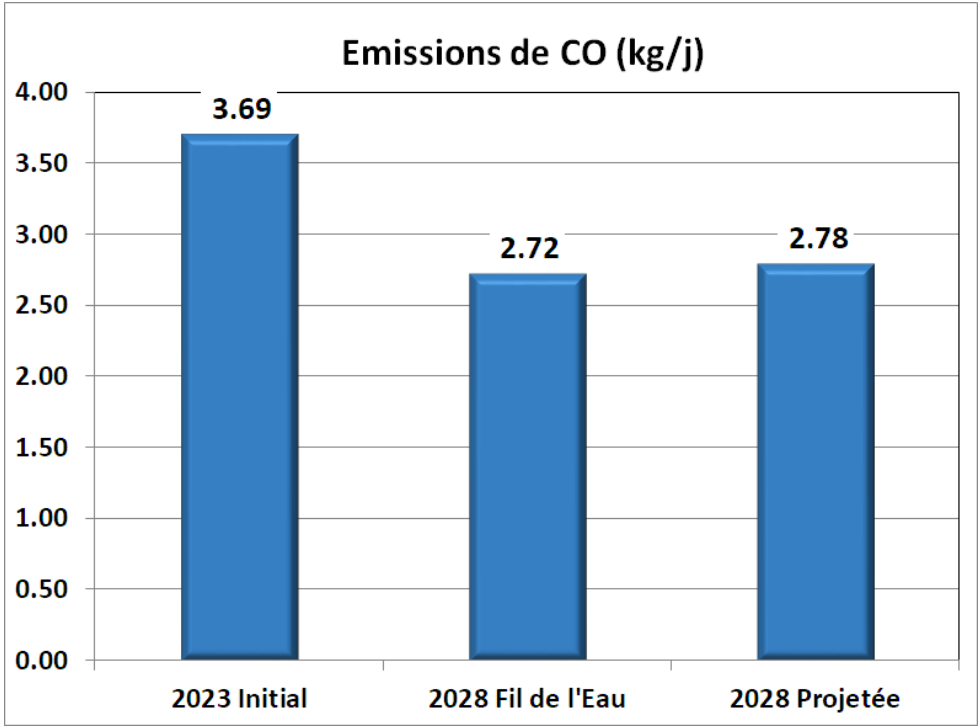


Figure 66 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

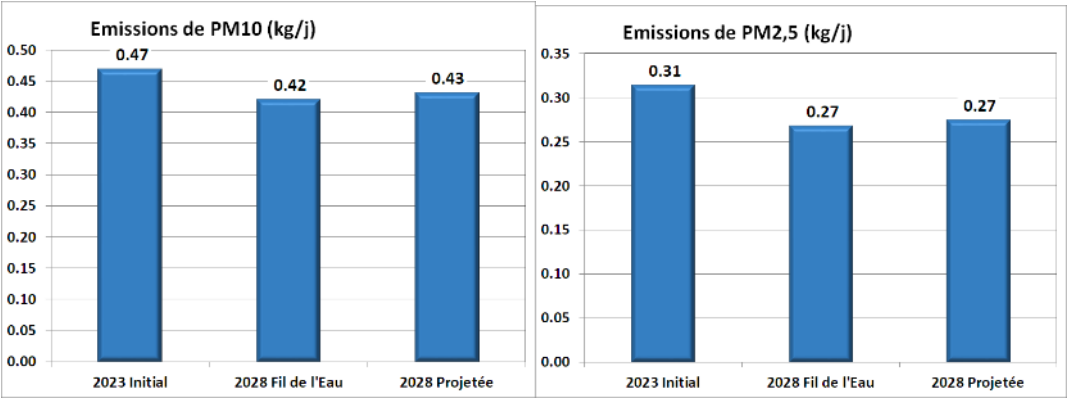


Figure 65 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

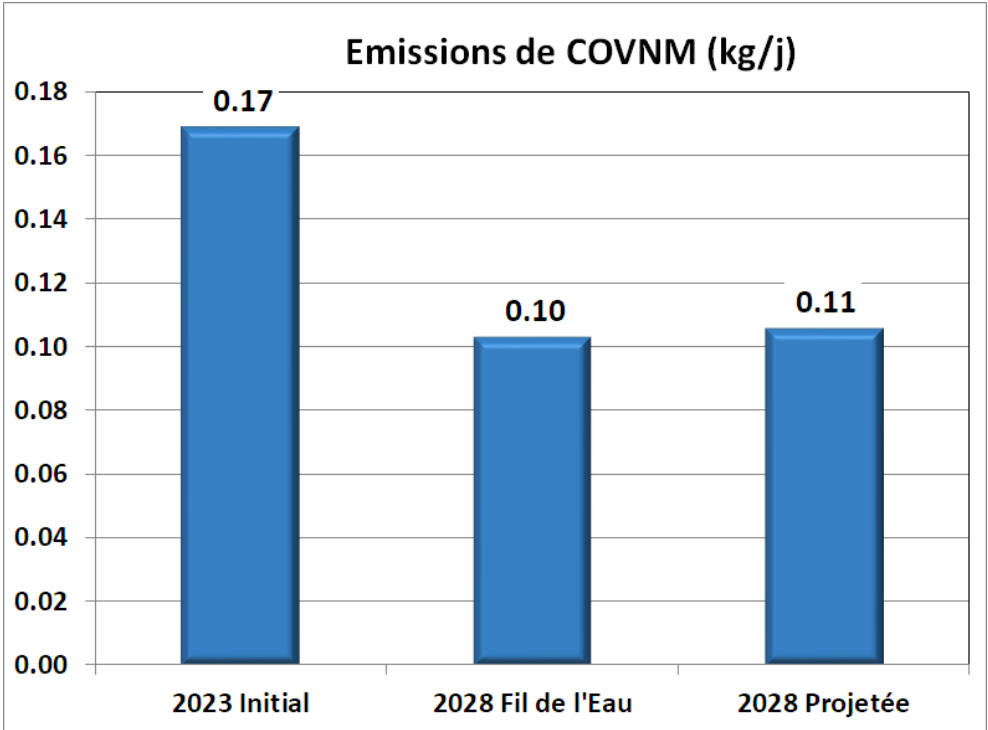


Figure 67 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

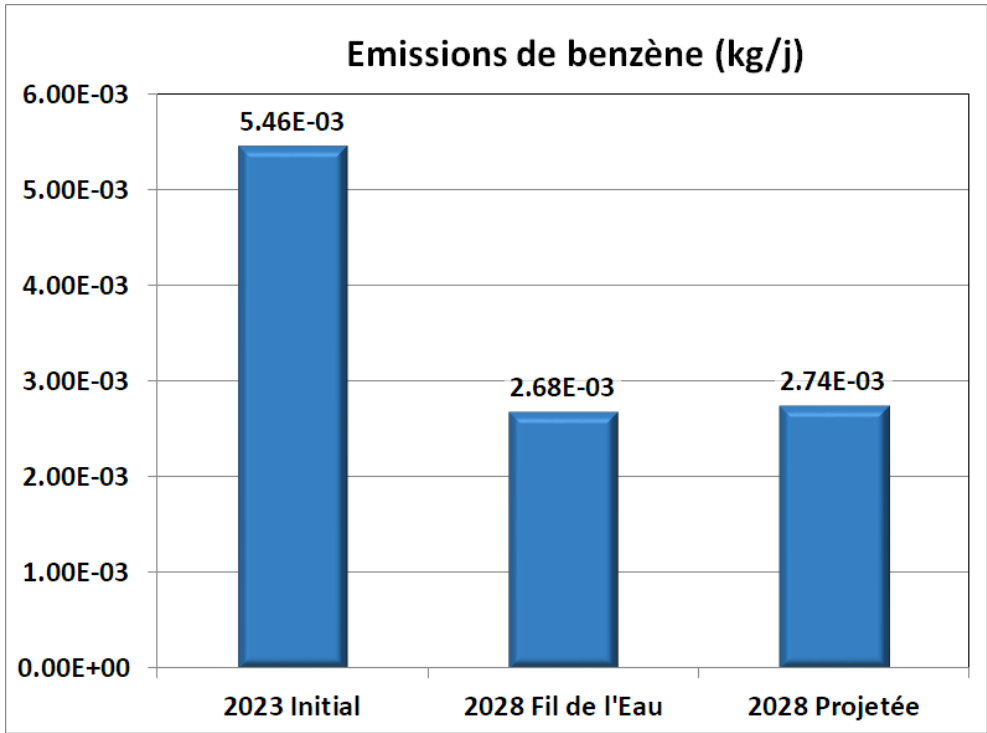


Figure 68 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

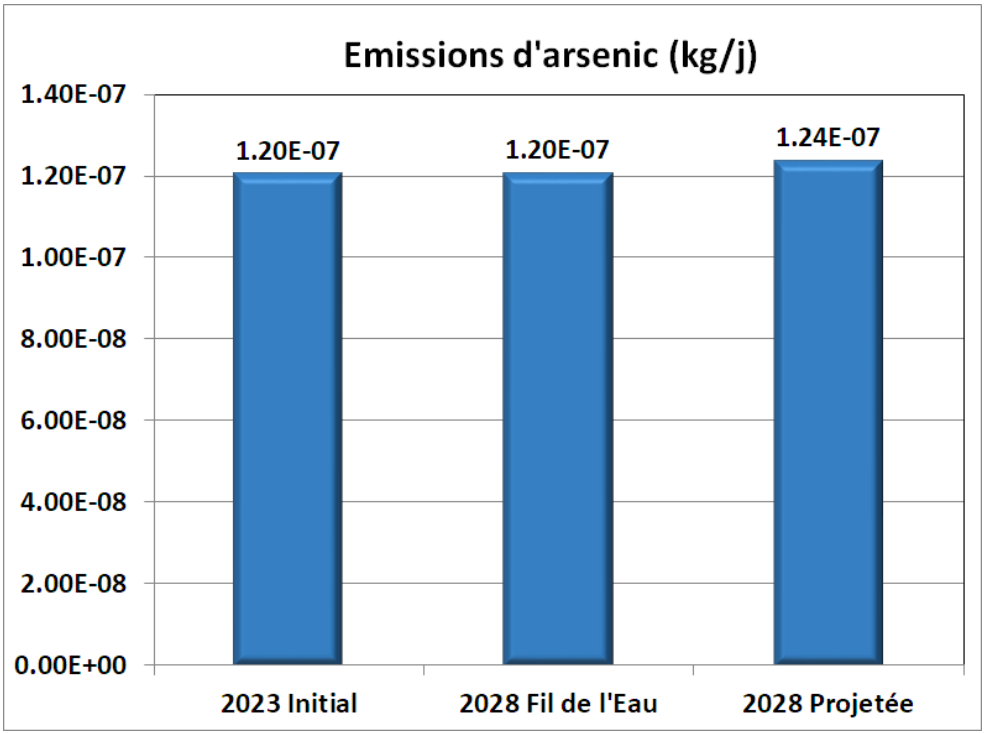


Figure 70 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

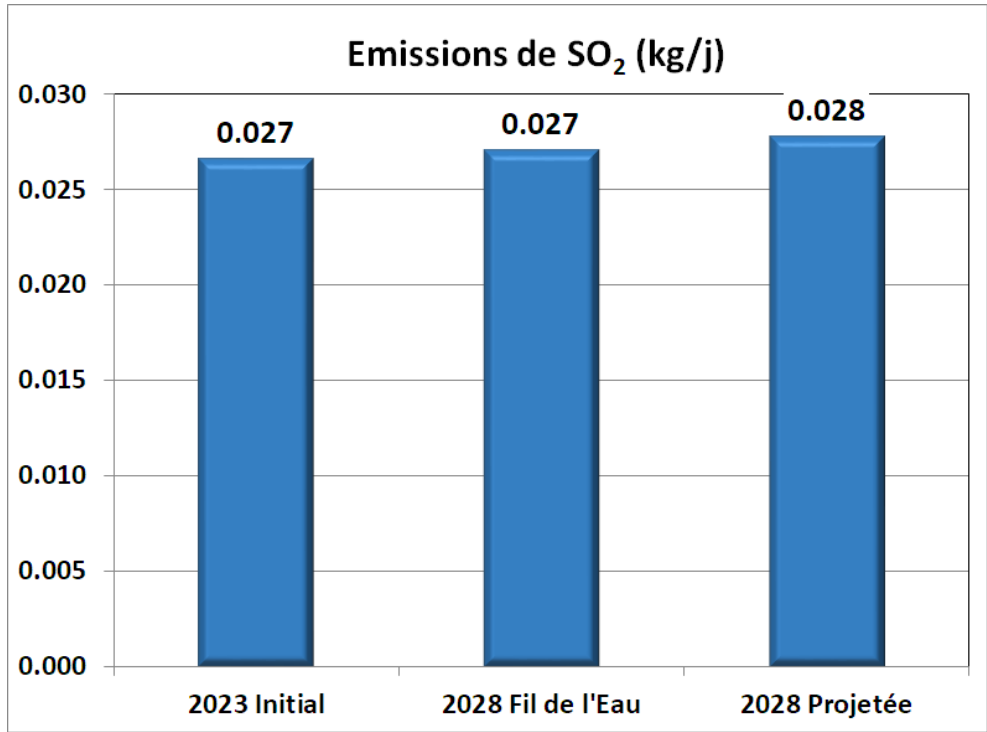


Figure 69 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

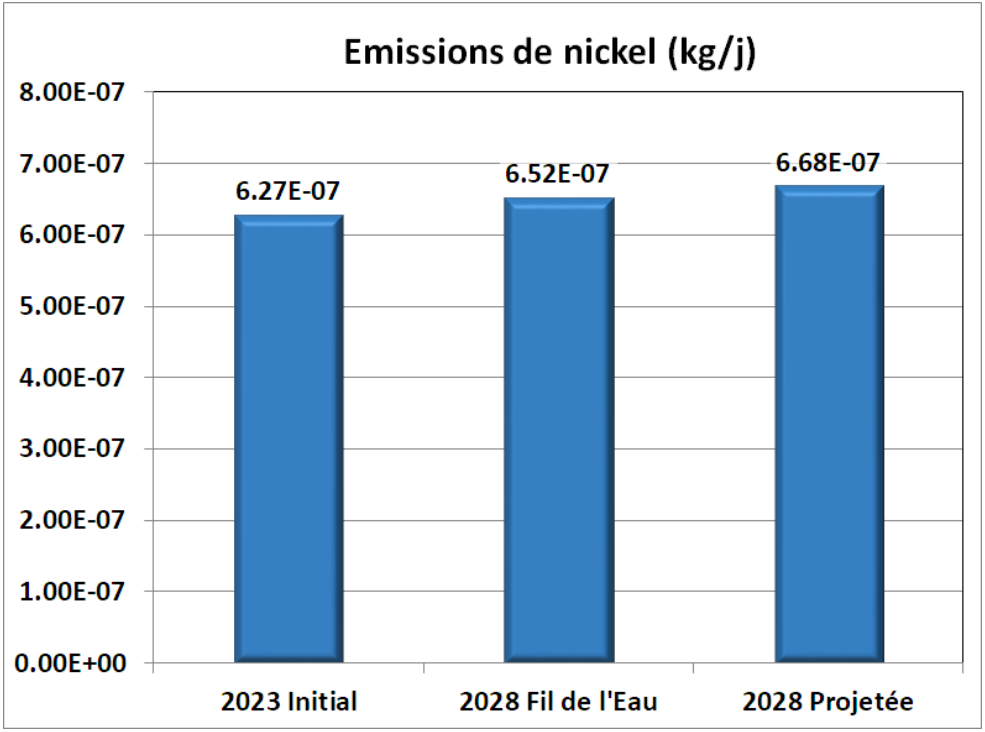


Figure 71 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

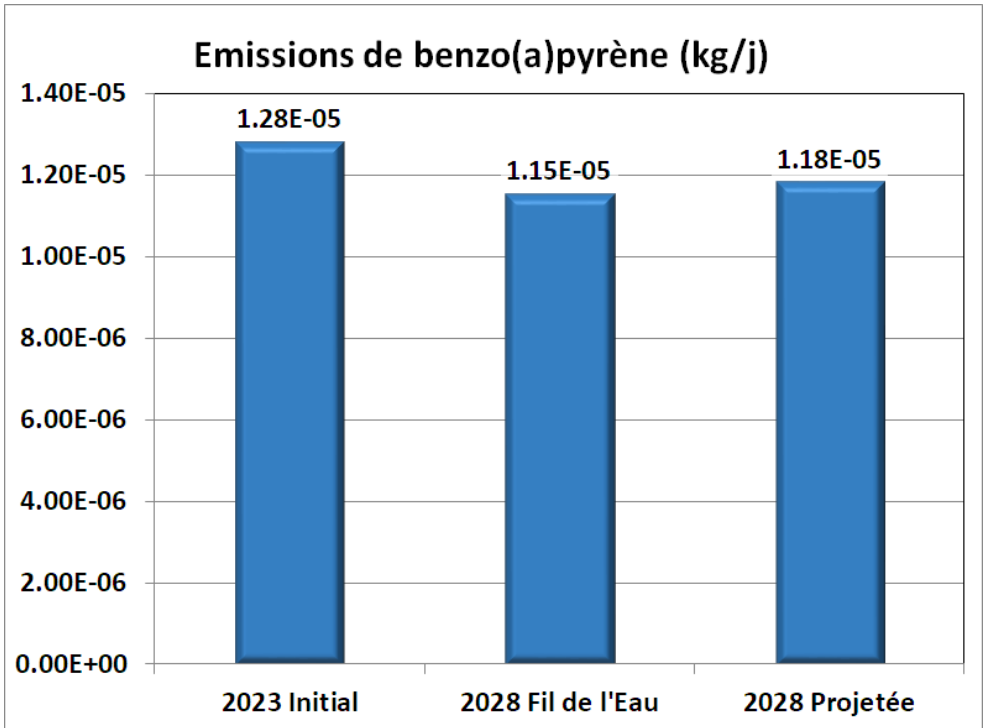


Figure 72 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.5. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations / lieux vulnérables. Compte-tenu de l'ampleur limitée du projet et que ce dernier ne crée pas de rues canyon, il sera utilisé ici le modèle de dispersion atmosphérique AERMOD (modèle de référence des études sanitaires de l'US EPA / United States Environmental Protection Agency). Les calculs de dispersion se basent sur des données météorologiques, la topographie et les taux d'émissions prévisionnels sur le réseau d'étude auxquels sont ajoutées les émissions du boulevard Périphérique (voirie la plus chargée de la zone d'étude) afin d'obtenir une meilleure représentativité de l'impact sanitaire.

Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux États-Unis pour toutes les études réglementaires.

C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Cet outil suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants. Il permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.

Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés. AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques, ce sont Aermet et Aermap.

L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations s'écrit comme suit :

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

Avec	C	Concentration de polluants au point x,y,z (M/L³)
	Q	Débit de la source de polluants en (M/T)
	U ₁₀	Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
	σ _y	Écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
	σ _z	Écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
	h	Hauteur effective de la source de polluants (L)

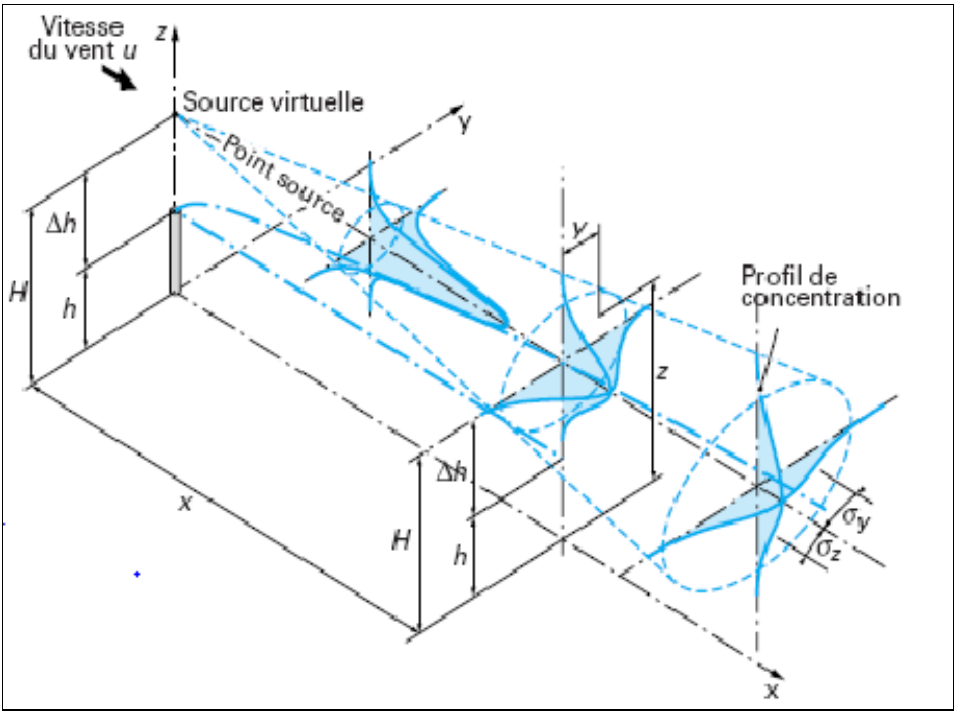


Figure 73: Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants étant directement influencée par les conditions météorologiques, les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Orly-Athis-Mons ».

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

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

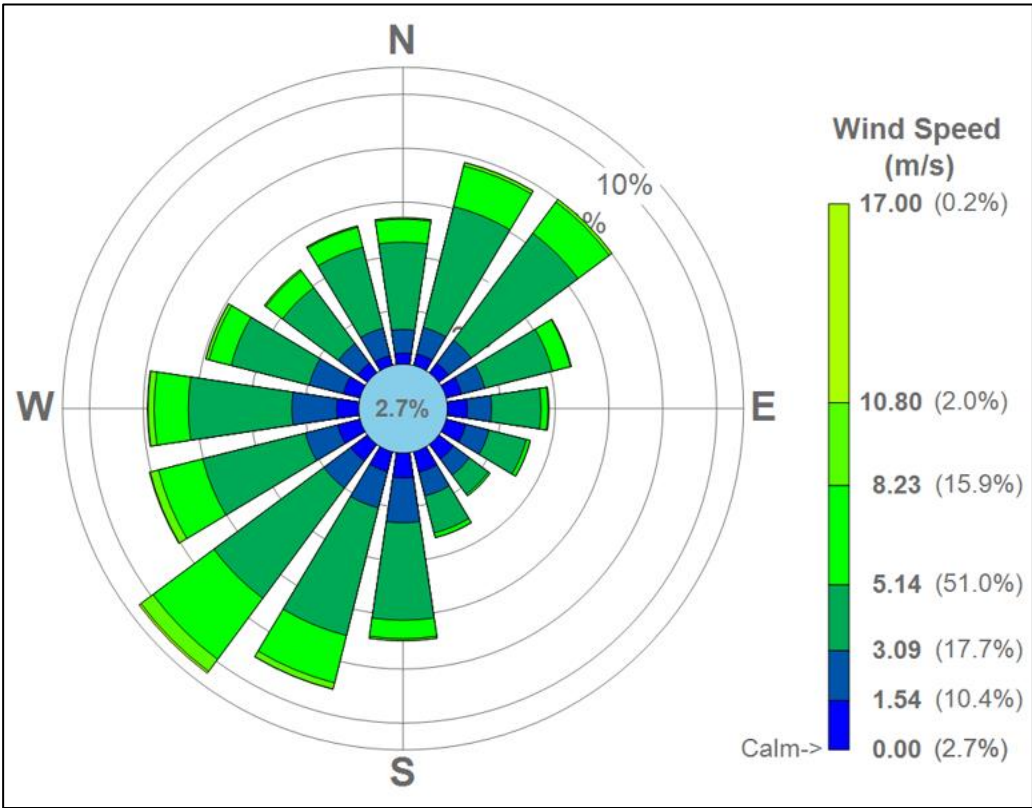


Figure 74: Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap. Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude).

Le terrain considéré est un rectangle de 2 000 m sur 1 600 m (cf. figure suivante).

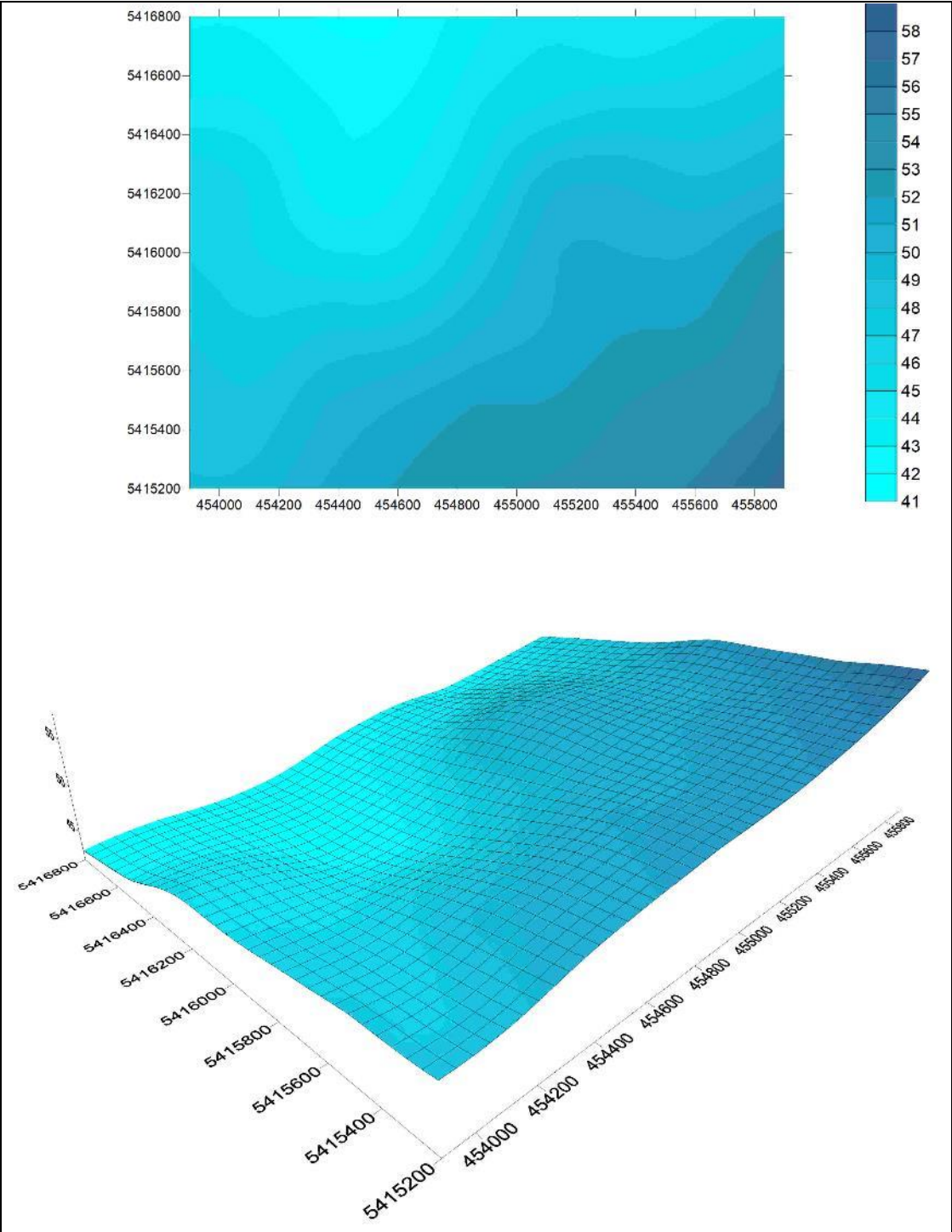


Figure 75: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires. Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (1 353 points de calcul) mais aussi au niveau des récepteurs ponctuels (19 lieux vulnérables : crèches, écoles), et, sur des zones restreintes : emprise projet (10 points de calcul) et zones habitées (1 163 points de calcul). Ces récepteurs sont repérés sur la planche et détaillées dans le tableau suivant.

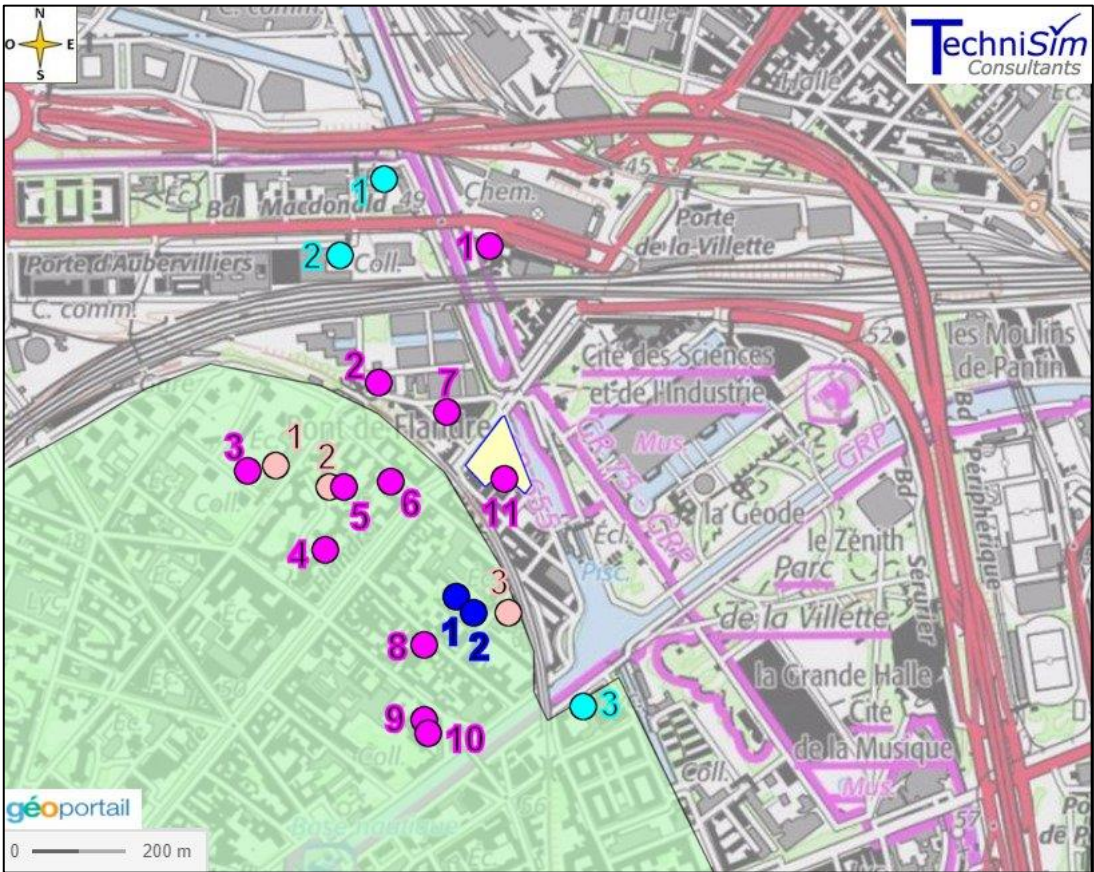


Figure 76: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul

Tableau 51 : Liste des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul

Type d'établissement	Récepteur	Adresse / Dénomination / Effectif
CRECHE	1	20 quai de la Charente 75019 Paris, Multi-accueil Municipal, 66 place
	2	11 Rue de Cambrai 75019 Paris, Multi-accueil Les Petits Chaperons Rouges, 31 places
	3	6 Rue Colette Magny 75019 Paris Multi-accueil La Maison des Bout'chou, 30 places
	4	15 Allée des Eiders 75019 Paris Multi-accueil Les p'tits bonheurs, 30 places
	5	7 Allée des Eiders 75019 Paris Crèche collective municipale Eiders, 77 places
	6	24 Rue Alphonse Karr 75019 Paris Jardin d'enfants Alphonse Karr, 63 places
	7	32 Rue de Cambrai 75019 Paris Multi-accueil Les Petits Chaperons Rouges, 27 places
	8	23-29 Rue de Nantes 75019 Paris Crèche collective municipale Nantes
	9	1-3 Rue de l'Oise 75019 Paris Crèche familiale municipale de l'Oise, 61 places
	10	47 bis Rue de l'Ourcq/11 quai de l'Oise 75019 Paris Crèche collective (Mairie de Paris), 55 places
	11	Crèche en projet
ÉCOLE MATERNELLE	1	5 Bis Rue de Cambrai 75019 Paris École maternelle publique Cambrai, 103 élèves
	2	5 Allée des Eiders 75019 Paris École maternelle publique des Eiders ; 103 élèves
	3	8 Rue Barbanègre 75019 Paris École maternelle publique Barbanègre, 165 élèves
ÉCOLE ELEMENTAIRE	1	7 Rue Barbanègre 75019 Paris École élémentaire publique Barbanègre A, 149 élèves
	2	7 Rue Barbanègre 75019 Paris École élémentaire publique Barbanègre B, 142 élèves
ÉCOLE PRIMAIRE	1	118 Boulevard Macdonald 75019 Paris École primaire publique Claude Bernard, 257 élèves
	2	141 Boulevard Macdonald 75019 Paris École primaire publique Macdonald, 241 élèves
	3	29 bis rue de Thionville 75019 Paris École primaire privée Merkaz Ohr Joseph, 414 élèves
PROJET	Zone Projet	Futurs habitants et utilisateurs des lieux vulnérables en projet
RIVERAINS ZONE D'ETUDE	Habitants	Riverains de la zone d'étude présents en l'état actuel

Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d'Homme.
Ils sont exprimés pour chaque scénario de modélisation retenu, et reportés dans les tableaux suivants. Sont présentées :

- Les concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable existant en l'état actuel.
- Les concentrations relevées pour la future crèche du projet ;
- Les concentrations maximales relevées sur la grille de calcul.
- Les concentrations maximales relevées sur l'emprise projet.
- Les concentrations maximales sur les zones d'habitation de la zone d'étude.

Nota Bene : Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du trafic routier sur les brins du réseau d'étude ainsi que des émissions du boulevard Périphérique. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération.

Concentrations maximales (émissions réseau d'étude + boulevard Périphérique) relevées sur la grille de calcul

Tableau 52 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul				
MAX Grille de calcul	Composés faisant l'objet d'une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	50,74	41,45	41,45
	Jour	93,20	76,14	76,14
	Heure	193,02	157,67	157,67
Particules PM10	Année	14,88	15,65	15,65
	Jour	27,34	28,74	28,74
Particules PM2,5	Année	10,16	10,01	10,01
	Jour	18,66	18,39	18,39
Dioxyde de soufre	Année	0,96	1,05	1,05
	Jour	1,77	1,92	1,92
	Heure	3,66	3,98	3,98
Monoxyde de carbone	Année	198,91	108,14	108,14
	Jour	541,43	294,33	294,33
	Heure	1121,31	609,54	609,54
Benzène	Année	2,37E-01	1,07E-01	1,07E-01
Plomb	Année	2,25E-05	2,41E-05	2,41E-05
B[a]P	Année	4,99E-04	4,58E-04	4,58E-04
Arsenic	Année	4,33E-06	4,63E-06	4,63E-06
Cadmium	Année	2,59E-06	2,79E-06	2,79E-06
Nickel	Année	2,30E-05	2,55E-05	2,55E-05
MAX Grille de calcul	Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	4,32	3,69	3,69
PM à l'échappement	Année	3,92	2,58	2,58
COVNM	Année	6,24	3,68	3,68
Acétaldéhyde	Année	1,69E-01	1,16E-01	1,16E-01
Acroléine	Année	7,95E-02	5,32E-02	5,32E-02
1,3-butadiène	Année	7,02E-02	5,16E-02	5,16E-02
Éthylbenzène	Année	7,88E-02	3,79E-02	3,79E-02
Formaldéhyde	Année	3,17E-01	2,13E-01	2,13E-01
Toluène	Année	4,31E-01	1,98E-01	1,98E-01
Xylènes	Année	3,18E-01	1,56E-01	1,56E-01
16 HAP*	Année	5,49E-02	5,03E-02	5,03E-02
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	9,79E-04	9,04E-04	9,04E-04
Naphtalène	Année	4,28E-01	3,99E-01	3,99E-01
Chrome	Année	2,06E-04	2,10E-04	2,10E-04
Mercure	Année	1,69E-04	1,77E-04	1,77E-04
Dioxines	Année	2,90E-11	1,98E-11	1,98E-11
Furanes	Année	4,31E-11	2,95E-11	2,95E-11
NOx (éq. NO ₂)	Année	165,66	136,84	136,85
Propionaldéhyde	Année	4,29E-02	3,07E-02	3,07E-02

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales (émissions réseau d’étude + boulevard Périphérique) relevées au niveau des lieux vulnérables existants en l’état actuel

Tableau 53 : Concentrations relevées au niveau de la crèche la plus exposée

MAX Crèche	Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	2,66	2,17	2,17
	Jour	8,78	7,17	7,17
	Heure	22,24	18,17	18,17
Particules PM10	Année	0,78	0,82	0,82
	Jour	2,58	2,71	2,71
Particules PM2,5	Année	0,53	0,52	0,52
	Jour	1,76	1,73	1,73
Dioxyde de soufre	Année	0,05	0,05	0,05
	Jour	0,17	0,18	0,18
	Heure	0,42	0,46	0,46
Monoxyde de carbone	Année	10,34	5,65	5,66
	Jour	51,01	27,73	27,73
	Heure	129,21	70,24	70,24
Benzène	Année	1,24E-02	5,58E-03	5,58E-03
Plomb	Année	1,18E-06	1,26E-06	1,26E-06
B[a]P	Année	2,61E-05	2,39E-05	2,39E-05
Arsenic	Année	2,27E-07	2,42E-07	2,43E-07
Cadmium	Année	1,36E-07	1,46E-07	1,46E-07
Nickel	Année	1,21E-06	1,33E-06	1,34E-06
MAX Crèche	Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,23	0,19	0,19
PM à l’échappement	Année	0,21	0,13	0,13
COVNM	Année	0,33	0,19	0,19
Acétaldéhyde	Année	8,92E-03	6,08E-03	6,08E-03
Acroléine	Année	4,19E-03	2,79E-03	2,79E-03
1,3-butadiène	Année	3,70E-03	2,71E-03	2,72E-03
Éthylbenzène	Année	4,11E-03	1,98E-03	1,98E-03
Formaldéhyde	Année	1,67E-02	1,12E-02	1,12E-02
Toluène	Année	2,25E-02	1,04E-02	1,04E-02
Xylènes	Année	1,66E-02	8,16E-03	8,17E-03
16 HAP*	Année	2,87E-03	2,63E-03	2,63E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	5,13E-05	4,73E-05	4,73E-05
Naphtalène	Année	2,24E-02	2,09E-02	2,09E-02
Chrome	Année	1,08E-05	1,10E-05	1,10E-05
Mercur	Année	8,84E-06	9,25E-06	9,26E-06
Dioxines	Année	1,52E-12	1,04E-12	1,04E-12
Furanes	Année	2,25E-12	1,54E-12	1,55E-12
NOx (éq. NO ₂)	Année	8,70	7,17	7,17
Propionaldéhyde	Année	2,26E-03	1,61E-03	1,61E-03

* Dont le B(a)P

Tableau 54 : Concentrations relevées au niveau de l’école maternelle la plus exposée

MAX École maternelle	Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	0,91	0,73	0,74
	Jour	3,22	2,63	2,63
	Heure	7,11	5,81	5,81
Particules PM10	Année	0,27	0,28	0,28
	Jour	0,96	0,99	0,99
Particules PM2,5	Année	0,18	0,18	0,18
	Jour	0,65	0,64	0,64
Dioxyde de soufre	Année	0,02	0,02	0,02
	Jour	0,06	0,07	0,07
	Heure	0,13	0,15	0,15
Monoxyde de carbone	Année	3,42	1,91	1,92
	Jour	18,58	10,14	10,15
	Heure	41,33	22,47	22,47
Benzène	Année	4,15E-03	1,89E-03	1,89E-03
Plomb	Année	4,02E-07	4,28E-07	4,29E-07
B[a]P	Année	8,83E-06	8,09E-06	8,11E-06
Arsenic	Année	7,74E-08	8,22E-08	8,24E-08
Cadmium	Année	4,62E-08	4,96E-08	4,97E-08
Nickel	Année	4,10E-07	4,52E-07	4,53E-07
MAX École maternelle	Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,08	0,07	0,07
PM à l’échappement	Année	0,07	0,05	0,05
COVNM	Année	0,11	0,07	0,07
Acétaldéhyde	Année	3,10E-03	2,08E-03	2,09E-03
Acroléine	Année	1,46E-03	9,56E-04	9,59E-04
1,3-butadiène	Année	1,28E-03	9,38E-04	9,41E-04
Éthylbenzène	Année	1,37E-03	6,69E-04	6,71E-04
Formaldéhyde	Année	5,80E-03	3,84E-03	3,85E-03
Toluène	Année	7,50E-03	3,50E-03	3,51E-03
Xylènes	Année	5,56E-03	2,77E-03	2,77E-03
16 HAP*	Année	9,73E-04	8,91E-04	8,93E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	1,74E-05	1,60E-05	1,61E-05
Naphtalène	Année	7,57E-03	7,05E-03	7,07E-03
Chrome	Année	3,69E-06	3,74E-06	3,75E-06
Mercur	Année	3,02E-06	3,14E-06	3,15E-06
Dioxines	Année	5,14E-13	3,51E-13	3,52E-13
Furanes	Année	7,64E-13	5,22E-13	5,24E-13
NOx (éq. NO ₂)	Année	2,99	2,43	2,44
Propionaldéhyde	Année	7,89E-04	5,54E-04	5,55E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 55 : Concentrations relevées au niveau de l'école élémentaire la plus exposée

MAX École élémentaire	Composés faisant l'objet d'une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	0,86	0,69	0,69
	Jour	3,01	2,41	2,42
	Heure	6,44	5,18	5,20
Particules PM10	Année	0,26	0,26	0,26
	Jour	0,91	0,92	0,92
Particules PM2,5	Année	0,18	0,17	0,17
	Jour	0,62	0,59	0,59
Dioxyde de soufre	Année	0,02	0,02	0,02
	Jour	0,06	0,06	0,06
	Heure	0,12	0,13	0,13
Monoxyde de carbone	Année	3,15	1,80	1,81
	Jour	16,18	9,33	9,38
	Heure	34,63	19,82	19,89
Benzène	Année	3,87E-03	1,77E-03	1,78E-03
Plomb	Année	3,80E-07	4,03E-07	4,05E-07
B[a]P	Année	8,31E-06	7,60E-06	7,64E-06
Arsenic	Année	7,32E-08	7,74E-08	7,78E-08
Cadmium	Année	4,37E-08	4,66E-08	4,69E-08
Nickel	Année	3,88E-07	4,25E-07	4,27E-07
MAX École élémentaire	Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,07	0,06	0,06
PM à l'échappement	Année	0,07	0,04	0,04
COVNM	Année	0,10	0,06	0,06
Acétaldéhyde	Année	2,98E-03	1,98E-03	1,99E-03
Acroléine	Année	1,41E-03	9,07E-04	9,12E-04
1,3-butadiène	Année	1,22E-03	8,97E-04	9,02E-04
Éthylbenzène	Année	1,28E-03	6,28E-04	6,31E-04
Formaldéhyde	Année	5,57E-03	3,65E-03	3,67E-03
Toluène	Année	6,97E-03	3,29E-03	3,30E-03
Xylènes	Année	5,19E-03	2,60E-03	2,62E-03
16 HAP*	Année	9,16E-04	8,38E-04	8,42E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	1,64E-05	1,51E-05	1,52E-05
Naphtalène	Année	7,12E-03	6,62E-03	6,65E-03
Chrome	Année	3,50E-06	3,53E-06	3,55E-06
Mercure	Année	2,86E-06	2,96E-06	2,97E-06
Dioxines	Année	4,84E-13	3,30E-13	3,31E-13
Furanes	Année	7,19E-13	4,91E-13	4,93E-13
NOx (éq. NO ₂)	Année	2,85	2,30	2,31
Propionaldéhyde	Année	7,61E-04	5,27E-04	5,30E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 56 : Concentrations relevées au niveau de l'école primaire la plus exposée

MAX École primaire	Composés faisant l'objet d'une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	4,46	3,64	3,64
	Jour	14,95	12,21	12,21
	Heure	34,46	28,15	28,15
Particules PM10	Année	1,31	1,37	1,37
	Jour	4,39	4,61	4,61
Particules PM2,5	Année	0,89	0,88	0,88
	Jour	2,99	2,95	2,95
Dioxyde de soufre	Année	0,08	0,09	0,09
	Jour	0,28	0,31	0,31
	Heure	0,65	0,71	0,71
Monoxyde de carbone	Année	17,44	9,49	9,49
	Jour	86,86	47,22	47,22
	Heure	200,18	108,82	108,82
Benzène	Année	2,08E-02	9,37E-03	9,37E-03
Plomb	Année	1,97E-06	2,12E-06	2,12E-06
B[a]P	Année	4,38E-05	4,02E-05	4,02E-05
Arsenic	Année	3,80E-07	4,07E-07	4,07E-07
Cadmium	Année	2,27E-07	2,45E-07	2,45E-07
Nickel	Année	2,02E-06	2,24E-06	2,24E-06
MAX École primaire	Composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation [µg/m³]			
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,38	0,32	0,32
PM à l'échappement	Année	0,34	0,23	0,23
COVNM	Année	0,55	0,32	0,32
Acétaldéhyde	Année	1,49E-02	1,02E-02	1,02E-02
Acroléine	Année	6,99E-03	4,67E-03	4,67E-03
1,3-butadiène	Année	6,17E-03	4,53E-03	4,53E-03
Éthylbenzène	Année	6,92E-03	3,33E-03	3,33E-03
Formaldéhyde	Année	2,79E-02	1,87E-02	1,87E-02
Toluène	Année	3,78E-02	1,74E-02	1,74E-02
Xylènes	Année	2,79E-02	1,37E-02	1,37E-02
16 HAP*	Année	4,82E-03	4,42E-03	4,42E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	8,60E-05	7,94E-05	7,94E-05
Naphtalène	Année	3,75E-02	3,50E-02	3,50E-02
Chrome	Année	1,81E-05	1,85E-05	1,85E-05
Mercure	Année	1,48E-05	1,55E-05	1,55E-05
Dioxines	Année	2,54E-12	1,74E-12	1,74E-12
Furanes	Année	3,78E-12	2,59E-12	2,59E-12
NOx (éq. NO ₂)	Année	14,56	12,02	12,02
Propionaldéhyde	Année	3,77E-03	2,70E-03	2,70E-03

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales (émissions réseau d’étude + boulevard Périphérique) relevées au niveau des habitations hors projet

Tableau 57 : Concentrations maximales relevées au niveau des habitations hors projet

MAX Emprise Projet		Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]		
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	2,49	1,91	1,94
	Jour	6,76	5,30	5,32
	Heure	14,71	11,02	11,28
Particules PM10	Année	0,78	0,74	0,75
	Jour	2,15	2,03	2,06
Particules PM2,5	Année	0,53	0,47	0,48
	Jour	1,45	1,29	1,31
Dioxyde de soufre	Année	0,05	0,05	0,05
	Jour	0,13	0,13	0,13
	Heure	0,27	0,28	0,29
Monoxyde de carbone	Année	7,76	5,02	5,10
	Jour	31,86	20,44	20,50
	Heure	66,35	43,04	43,98
Benzène	Année	1,03E-02	4,90E-03	4,98E-03
Plomb	Année	1,09E-06	1,13E-06	1,14E-06
B[a]P	Année	2,33E-05	2,11E-05	2,15E-05
Arsenic	Année	2,11E-07	2,17E-07	2,20E-07
Cadmium	Année	1,26E-07	1,30E-07	1,32E-07
Nickel	Année	1,11E-06	1,18E-06	1,20E-06
MAX Emprise Projet		Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]		
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,20	0,17	0,17
PM à l’échappement	Année	0,19	0,12	0,12
COVNM	Année	0,30	0,18	0,18
Acétaldéhyde	Année	9,21E-03	5,80E-03	5,89E-03
Acroléine	Année	4,38E-03	2,63E-03	2,68E-03
1,3-butadiène	Année	3,73E-03	2,71E-03	2,76E-03
Éthylbenzène	Année	3,36E-03	1,74E-03	1,76E-03
Formaldéhyde	Année	1,72E-02	1,07E-02	1,08E-02
Toluène	Année	1,81E-02	9,09E-03	9,23E-03
Xylènes	Année	1,37E-02	7,30E-03	7,41E-03
16 HAP*	Année	2,58E-03	2,34E-03	2,37E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	4,63E-05	4,23E-05	4,30E-05
Naphtalène	Année	1,99E-02	1,83E-02	1,86E-02
Chrome	Année	1,02E-05	9,98E-06	1,01E-05
Mercure	Année	8,27E-06	8,32E-06	8,44E-06
Dioxines	Année	1,36E-12	9,16E-13	9,30E-13
Furanes	Année	2,02E-12	1,36E-12	1,38E-12
NOx (ég. NO ₂)	Année	8,49	6,47	6,57
Propionaldéhyde	Année	2,39E-03	1,55E-03	1,57E-03

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales (émissions réseau d’étude + boulevard Périphérique) relevées sur l’emprise projet

Tableau 58 : Concentrations maximales relevées au niveau de l’emprise projet

MAX Emprise Projet		Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]		
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	3,38	2,57	2,62
	Jour	8,51	6,59	6,68
	Heure	18,02	13,81	14,04
Particules PM10	Année	1,09	1,02	1,04
	Jour	2,70	2,58	2,61
Particules PM2,5	Année	0,73	0,65	0,66
	Jour	1,82	1,65	1,67
Dioxyde de soufre	Année	0,06	0,07	0,07
	Jour	0,16	0,17	0,17
	Heure	0,34	0,35	0,36
Monoxyde de carbone	Année	10,24	6,78	6,90
	Jour	40,77	25,59	25,93
	Heure	80,50	53,44	54,33
Benzène	Année	1,37E-02	6,57E-03	6,69E-03
Plomb	Année	1,50E-06	1,53E-06	1,56E-06
B[a]P	Année	3,14E-05	2,85E-05	2,90E-05
Arsenic	Année	2,89E-07	2,95E-07	3,00E-07
Cadmium	Année	1,71E-07	1,77E-07	1,80E-07
Nickel	Année	1,50E-06	1,59E-06	1,62E-06
MAX Emprise Projet		Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]		
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,28	0,23	0,24
PM à l’échappement	Année	0,26	0,16	0,17
COVNM	Année	0,41	0,25	0,26
Acétaldéhyde	Année	1,31E-02	8,39E-03	8,55E-03
Acroléine	Année	6,20E-03	3,77E-03	3,85E-03
1,3-butadiène	Année	5,44E-03	4,07E-03	4,15E-03
Éthylbenzène	Année	4,46E-03	2,32E-03	2,36E-03
Formaldéhyde	Année	2,45E-02	1,54E-02	1,57E-02
Toluène	Année	2,40E-02	1,21E-02	1,24E-02
Xylènes	Année	1,84E-02	9,94E-03	1,01E-02
16 HAP*	Année	3,49E-03	3,16E-03	3,22E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	6,30E-05	5,76E-05	5,86E-05
Naphtalène	Année	2,66E-02	2,45E-02	2,49E-02
Chrome	Année	1,41E-05	1,38E-05	1,40E-05
Mercure	Année	1,14E-05	1,14E-05	1,16E-05
Dioxines	Année	1,84E-12	1,23E-12	1,25E-12
Furanes	Année	2,73E-12	1,83E-12	1,86E-12
NOx (ég. NO ₂)	Année	11,91	8,91	9,07
Propionaldéhyde	Année	3,42E-03	2,25E-03	2,29E-03

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales (émissions réseau d’étude + boulevard Périphérique) relevées au niveau de la future crèche de l’emprise projet

Tableau 59 : Concentrations maximales relevées au niveau de la future crèche				
MAX Emprise Projet		Composés faisant l’objet d’une réglementation [µg/m³]		
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Dioxyde d'azote	Année	1,58	1,24	1,25
	Jour	4,93	3,98	3,99
	Heure	10,33	8,31	8,32
Particules PM10	Année	0,49	0,48	0,48
	Jour	1,47	1,51	1,52
Particules PM2,5	Année	0,33	0,31	0,31
	Jour	1,00	0,97	0,97
Dioxyde de soufre	Année	0,03	0,03	0,03
	Jour	0,09	0,10	0,10
	Heure	0,20	0,21	0,21
Monoxyde de carbone	Année	5,34	3,22	3,26
	Jour	26,77	15,31	15,36
	Heure	52,74	31,37	31,45
Benzène	Année	6,83E-03	3,17E-03	3,21E-03
Plomb	Année	6,98E-07	7,29E-07	7,36E-07
B[a]P	Année	1,50E-05	1,36E-05	1,38E-05
Arsenic	Année	1,34E-07	1,40E-07	1,41E-07
Cadmium	Année	8,01E-08	8,43E-08	8,51E-08
Nickel	Année	7,08E-07	7,65E-07	7,73E-07
MAX Emprise Projet		Composés ne faisant pas l’objet d’une réglementation [µg/m³]		
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
Ammoniac	Année	0,13	0,11	0,11
PM à l’échappement	Année	0,12	0,08	0,08
COVNM	Année	0,19	0,12	0,12
Acétaldéhyde	Année	5,72E-03	3,72E-03	3,76E-03
Acroléine	Année	2,71E-03	1,70E-03	1,71E-03
1,3-butadiène	Année	2,34E-03	1,72E-03	1,74E-03
Éthylbenzène	Année	2,24E-03	1,12E-03	1,13E-03
Formaldéhyde	Année	1,07E-02	6,85E-03	6,92E-03
Toluène	Année	1,21E-02	5,87E-03	5,93E-03
Xylènes	Année	9,11E-03	4,70E-03	4,75E-03
16 HAP*	Année	1,65E-03	1,51E-03	1,52E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	Année	2,97E-05	2,72E-05	2,75E-05
Naphtalène	Année	1,28E-02	1,18E-02	1,19E-02
Chrome	Année	6,46E-06	6,43E-06	6,49E-06
Mercur	Année	5,26E-06	5,37E-06	5,42E-06
Dioxines	Année	8,72E-13	5,91E-13	5,97E-13
Furanes	Année	1,30E-12	8,80E-13	8,88E-13
NOx (ég. NO ₂)	Année	5,35	4,18	4,22
Propionaldéhyde	Année	1,47E-03	9,92E-04	1,00E-03

* Dont le B(a)P

Résultats détaillés pour les principaux polluants réglementés (NO₂, PM10, PM2.5) incluant les concentrations de fond

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 listées ci-dessous :

- Le dioxyde d’azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L’arsenic, le cadmium, le nickel ;
- L’ozone.

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L’ozone est un polluant obtenu dans l’atmosphère sous l’effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d’azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines. La modélisation et la prévision des pollutions à l’ozone sont complexes. En effet, la formation de l’ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.

Parmi ces composés réglementés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier sont le dioxyde d’azote (« traceur ») 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. L’objectif étant de qualifier les impacts sur la qualité de l’air.

Afin d’obtenir une meilleure représentativité de la qualité de l’air de la zone d’étude et ainsi permettre une comparaison des résultats aux seuils réglementaires et aux valeurs guides sanitaires de l’OMS, les concentrations de fond ont été additionnées aux résultats en fin de chaine de calcul. L’ajout des concentrations de fond permet de prendre en compte les effets des autres sources de pollution sur la zone d’étude et non pas seulement celles du trafic routier du réseau d’étude.

Il a été pris comme valeurs de fond les données disponibles 2023 des stations de fond urbain Airparif les plus proches : Aubervilliers (pour le NO₂) et Paris 18^{ème} (pour les PM10 et PM2,5). Les concentrations de fond utilisées sont présentées dans le tableau suivant.

Horizon d’étude	Concentrations de fond ajoutées dans le modèle (moyennes annuelles)			
	NO ₂ µg/m ³	PM10 µg/m ³	PM2.5 µg/m ³	Source / hypothèses
Horizon 2023	25	18	10	Résultats annuels disponibles des stations Airparif de fond urbain « Aubervilliers » (pour le NO ₂) et « Paris 18 ^{ème} » (pour les PM10 et PM2,5) en 2023
Horizon 2028	24,5	17,6	9,8	Application sur la valeur de fond 2023 du facteur de diminution calculé sur les résultats bruts des concentrations maximales modélisées sur un axe dont le trafic varie peu entre situation actuelle 2023 et Fil de l’eau 2028. Cette hypothèse permet de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur.

Dioxyde d’azote [NO₂]

En considérant les émissions provenant des voies de circulation du réseau d’étude et du Boulevard Périphérique, ainsi que les teneurs de fond, les concentrations en NO₂ calculées en moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire au niveau des **lieux vulnérables existants**, de **l’emprise projet** et des **zones d’habitation**, pour toutes les situations et tous les horizons. Il en va de même pour les concentrations en moyennes horaires.

Les concentrations en NO₂ les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés.

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la **zone d’étude** (retrouvées au niveau du boulevard périphérique) à l’horizon futur 2028 sont inférieures à celle en situation Actuelle 2023 : **-12,9 % pour la situation Fil de l’eau ; -12,9 % pour la situation Projetée** ; compte tenu de la baisse des trafics en situation Fil de l’eau et des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, en lien avec les applications des mesures de la SNBC existantes au 31 décembre 2019 ; baisse des émissions unitaires des véhicules), compensant les très légères augmentations de trafic en situation projet (évolution des VK Tous Véhicules de seulement +2,5 %).

En 2028, par rapport à la situation Fil de l’eau, la réalisation du projet, induit :

- *une légère évolution de la concentration maximale en NO₂ calculée sur la **zone d’étude** de +0,0004 % (soit +0,0003 µgNO₂/m³ sur la moyenne annuelle) ;
- *une légère hausse de la concentration en NO₂ calculée au niveau de la **crèche la plus exposée existante** en l’état actuel (+0,005 % soit +0,001 µgNO₂/m³) ;
- *une légère hausse de la concentration en NO₂ calculée au niveau de **l’école maternelle la plus exposée existante** en l’état actuel (+0,01 % soit +0,002 µgNO₂/m³) ;
- *une légère hausse de la concentration en NO₂ calculée au niveau de **l’école élémentaire la plus exposée existante** en l’état actuel (+0,01 % soit +0,003 µgNO₂/m³) ;
- *une légère hausse de la concentration en NO₂ calculée au niveau de **l’école primaire la plus exposée existante** en l’état actuel (+0,002 % soit +0,0005 µgNO₂/m³) ;
- *une légère augmentation de +0,2 % (soit +0,05 µgNO₂/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée sur **l’emprise projet** ;
- *une légère augmentation de +0,1 % (soit +0,03 µgNO₂/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée sur les **zones d’habitation** ;
- *une légère augmentation de +0,05 % (soit +0,01 µgNO₂/m³) de la teneur maximale en NO₂ calculée pour la **crèche en projet**.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en NO₂ modélisées en situations « Fil de l’eau » 2028 et « Projetée » 2028, de la teneur moyenne annuelle de fond urbain relevée au niveau de la station de mesure Airparif la plus proche (25 µgNO₂/m³ en 2023 à la station « Aubervilliers ») et de la valeur limite réglementaire (40 µg/m³), il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des **lieux vulnérables**, de **l’emprise projet**, de **la crèche en projet** et **des zones d’habitation**.

En se référant aux cartes de différence des concentrations modélisées, entre les situations « Projet » 2028 et « Fil de l'eau » 2028, il est possible de constater que les hausses maximales des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont logiquement localisées au niveau des voies d'accès au projet (cependant, la requalification du Bd Corentin Cariou induira un retrait des bâtiments d'habitation du projet par rapport aux voies routières).

Les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations (émissions du réseau d'étude et du boulevard Périphérique) incluant les concentrations de fond de la zone d'étude, sont disponibles dans les tableaux suivants.

Tableau 61 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle			
NO ₂ (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		40 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	75,7	65,9	65,9
MAX HABITATIONS ZONE D'ETUDE	27,5	26,4	26,4
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	27,7	26,7	26,7
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	25,9	25,2	25,2
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	25,9	25,2	25,2
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	29,5	28,1	28,1
Max Zone Projet	28,4	27,1	27,1
CRECHE EN PROJET	26,6	25,7	25,8
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude et du boulevard Périphérique, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.		

Tableau 62 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire			
NO ₂ (µg/m³) Maximum en moyenne horaire	Valeur limite		200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	196,6	164,7	164,7
MAX HABITATIONS ZONE D'ETUDE	38,1	34,3	34,5
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	44,8	40,6	40,6
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	31,3	29,7	29,7
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	30,7	29,1	29,1
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	55,6	49,5	49,5
Max Zone Projet	41,0	36,8	37,0
CRECHE EN PROJET	34,2	31,9	31,9
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude et du boulevard Périphérique, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.		

Les planches suivantes illustrent les cartographies des isocontours des concentrations annuelles en NO₂ – aux différents horizons et situations étudiés (émissions du réseau d'étude et du boulevard Périphérique), incluant les teneurs de fond de la zone d'étude.

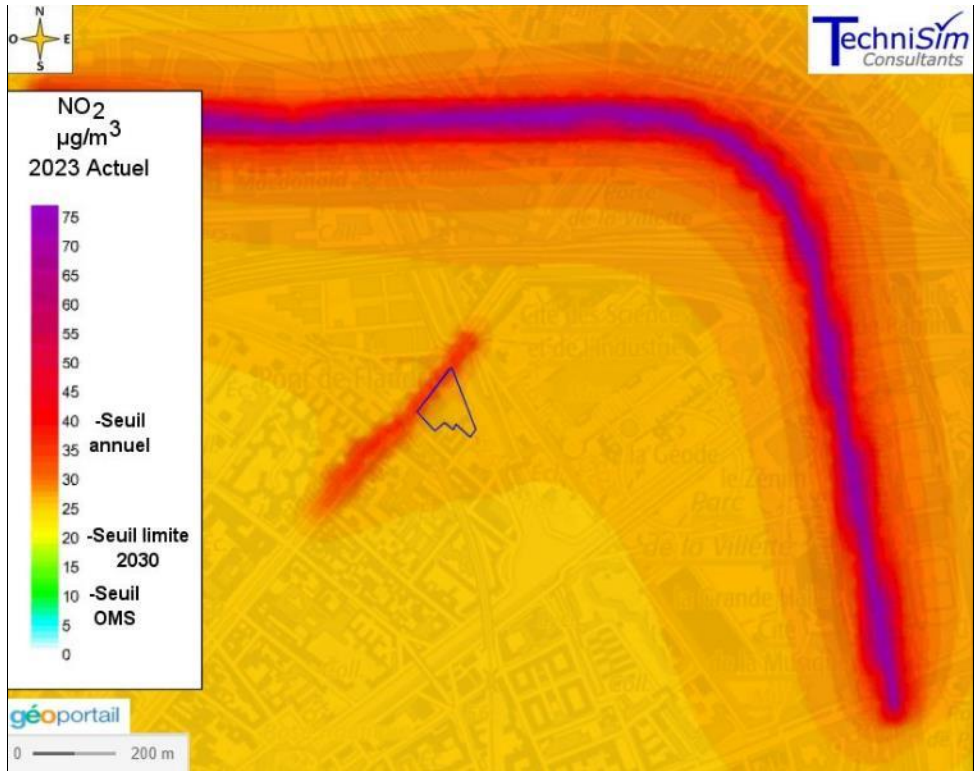


Figure 77 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023 – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

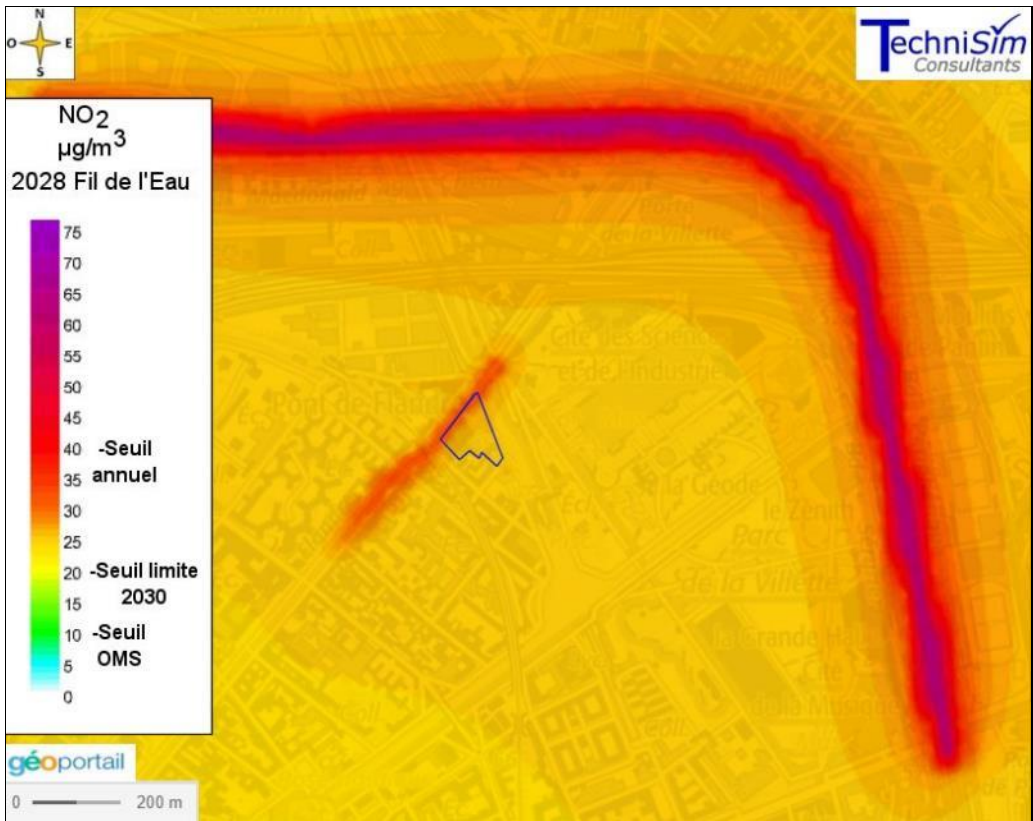


Figure 78 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Fil de l'eau – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

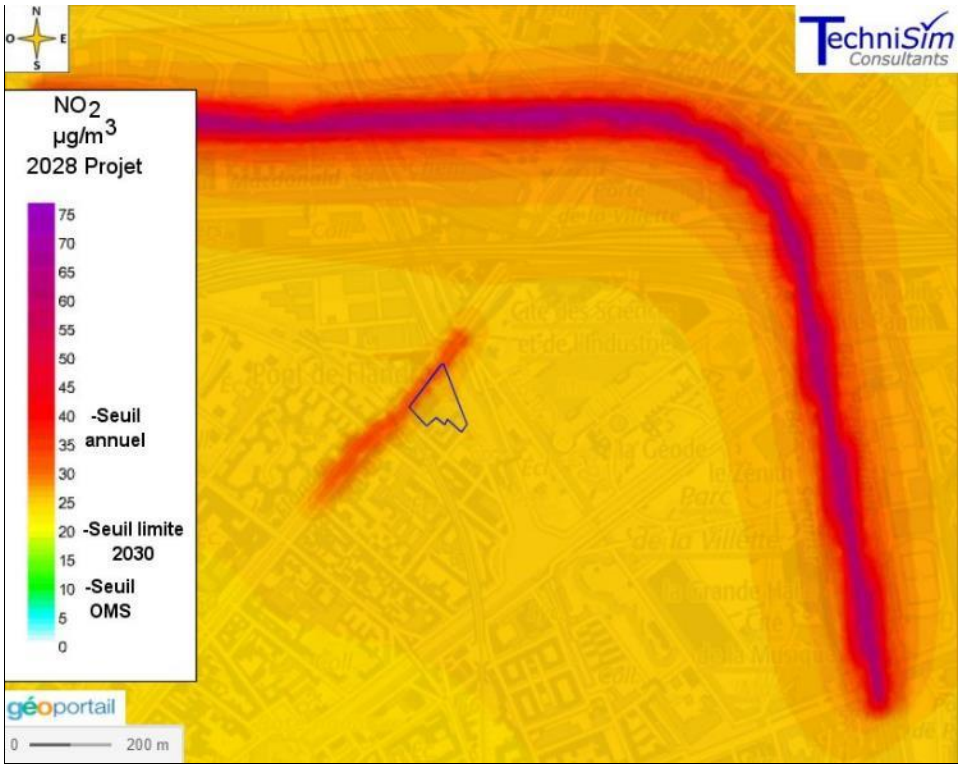


Figure 79 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Projetée – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

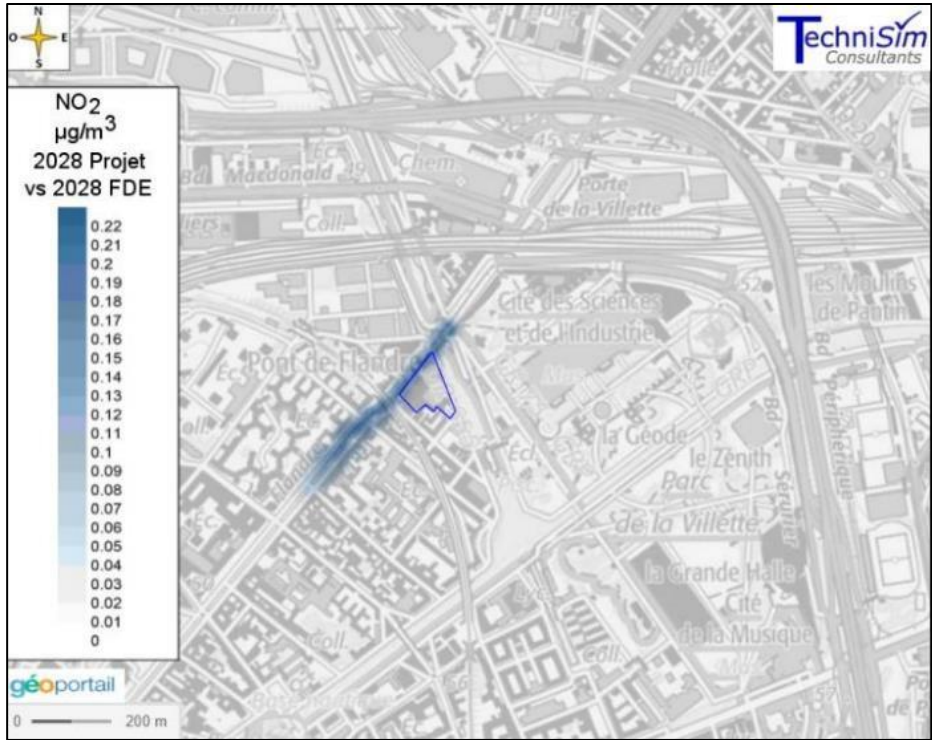


Figure 80 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation Projetée 2028 et Fil de l'eau 2028 (Situation 3 - Situation 2)

Particules PM10 et PM2,5

En considérant les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude et du Boulevard Périphérique, ainsi que les teneurs de fond, les concentrations en PM10 et PM2,5 calculées en moyennes annuelles sont toutes inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables existants**, de **l'emprise projet** et des **zones d'habitation**, pour toutes les situations et les horizons. Il en va de même pour les concentrations journalières en PM10.

Les concentrations en PM10 et PM2,5 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus importants (boulevard périphérique).

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la **grille de calcul** à l'horizon 2028 sont légèrement supérieures pour les PM10 (inférieures pour les PM2,5) à celle en situation Actuelle 2023 :

- *PM10 : +1,2 % pour la situation Fil de l'eau et +1,2 % pour la situation Projetée.
- *PM2,5 : -1,7 % pour la situation Fil de l'eau et -1,7 % pour la situation Projetée.

La réalisation du projet, en 2028, par rapport à la situation Fil de l'eau, induit :

*une légère variation des concentrations maximales en particules calculées sur la **zone d'étude** :

- PM10 : +0,0003 %, soit +0,0001 µgPM10/m³ sur la moyenne annuelle ;
- PM2,5 : +0,0003 %, soit +0,0001 µgPM2,5/m³ sur la moyenne annuelle ;

*une légère hausse des concentrations en particules au niveau de la **crèche la plus exposée existante** en l'état actuel [+0,005 µgPM10/m³ (+0,003 %) et +0,0003 µgPM2,5/m³ (+0,03 %)] ;

*une légère hausse des concentrations en particules au niveau de **l'école maternelle la plus exposée existante** en l'état actuel [+0,0008 µgPM10/m³ (+0,005 %) et +0,0005 µgPM2,5/m³ (+0,01 %)] ;

*une légère hausse des concentrations en particules au niveau de **l'école élémentaire la plus exposée existante** en l'état actuel [+0,001 µgPM10/m³ (+0,01 %) et +0,0008 µgPM2,5/m³ (+0,01 %)] ;

*une légère hausse des concentrations en particules au niveau de **l'école primaire la plus exposée existante** en l'état actuel (+0,0002 µgPM10/m³ (+0,001 %) et +0,0001 µgPM2,5/m³ (+0,001 %)] ;

*une légère augmentation des teneurs maximales en particules calculées sur **l'emprise projet** :

- PM10 : +0,1 %, soit +0,02 µgPM10/m³ sur la moyenne annuelle ;
- PM2,5 : +0,1 %, soit +0,01 µgPM2,5/m³ sur la moyenne annuelle ;

*une légère augmentation des teneurs maximales calculées sur les **zones d'habitations** :

- PM10 : +0,1 %, soit +0,01 µgPM10/m³ sur la moyenne annuelle ;
- PM2,5 : +0,1 %, soit +0,007 µgPM2,5/m³ sur la moyenne annuelle.

*une légère augmentation des teneurs maximales calculées sur la **crèche en projet** :

- PM10 : +0,03 %, soit +0,005 µgPM10/m³ sur la moyenne annuelle ;
- PM2,5 : +0,03 %, soit +0,003 µgPM2,5/m³ sur la moyenne annuelle.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en PM10 et PM2,5 modélisées en situations « Fil de l'eau » 2028 et « Projet » 2028, des teneurs moyennes annuelles de fond urbain relevées au niveau de la station de mesure Airparif la plus proche («Paris 18^{ème} ») (18 µgPM10/m³ et 10 µgPM2,5/m³ en 2023) et des valeurs limites réglementaires (40 µgPM10/m³ et 25 µgPM2,5/m³), il est possible de qualifier ces variations de

concentrations comme étant non significatives (vis-à-vis de la réglementation) au niveau des **lieux vulnérables, de l’emprise projet, de la crèche en projet et des zones d’habitation**. En se référant aux cartes de différence des concentrations modélisées entre les situations « Projet » 2028 et « Fil de l’eau » 2028, il est possible de constater que les hausses maximales des concentrations en particules dans l’air ambiant sont logiquement localisées au niveau des voies d’accès au projet (cependant, la requalification du Bd Corentin Cariou induira un retrait des bâtiments d’habitation du projet par rapport aux voies routières).

Les tableaux suivants synthétisent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations (émissions du réseau d’étude et du boulevard Périphérique), incluant les concentrations de fond de la zone d’étude.

Tableau 63 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		40 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	32,9	33,3	33,3
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	18,8	18,4	18,4
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	18,8	18,5	18,5
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	18,3	17,9	17,9
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	18,3	17,9	17,9
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	19,3	19,0	19,0
Max Zone Projet	19,1	18,7	18,7
CRECHE EN PROJET	18,5	18,1	18,1
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude et du boulevard Périphérique, additionné aux concentrations de fond de la zone d’étude.		

Tableau 64 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne journalière

PM10 (µg/m³) Maximum en moyenne journalière	Valeur limite		50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	42,3	43,2	43,2
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	19,9	19,4	19,5
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	20,3	20,0	20,0
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	18,9	18,5	18,5
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	18,8	18,5	18,5
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	21,9	21,7	21,7
Max Zone Projet	20,4	19,9	20,0
CRECHE EN PROJET	19,3	19,0	19,0
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l’effet des émissions des brins routiers du réseau d’étude et du boulevard Périphérique, additionné aux concentrations de fond de la zone d’étude.		

Les cartographies ci-après représentent les isocontours des concentrations annuelles en PM10, modélisées aux différents horizons et situations étudiés (émissions du réseau d’étude et du boulevard Périphérique), incluant les concentrations de fond de la zone d’étude.

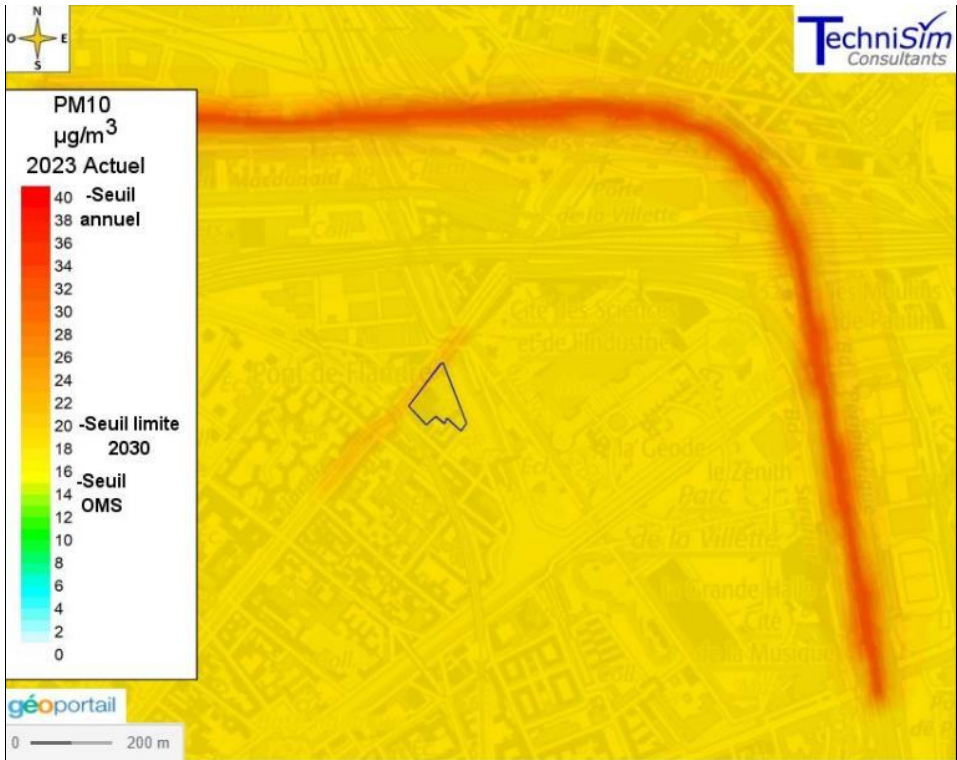


Figure 81 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023– Réseau d’étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

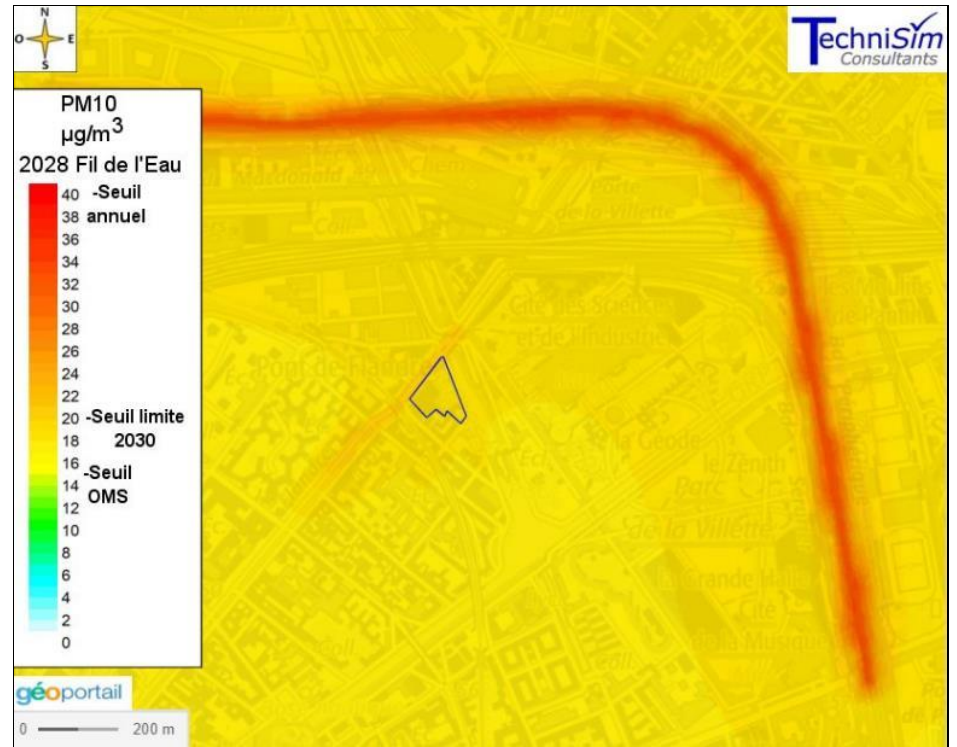


Figure 82 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Fil de l’eau– Réseau d’étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

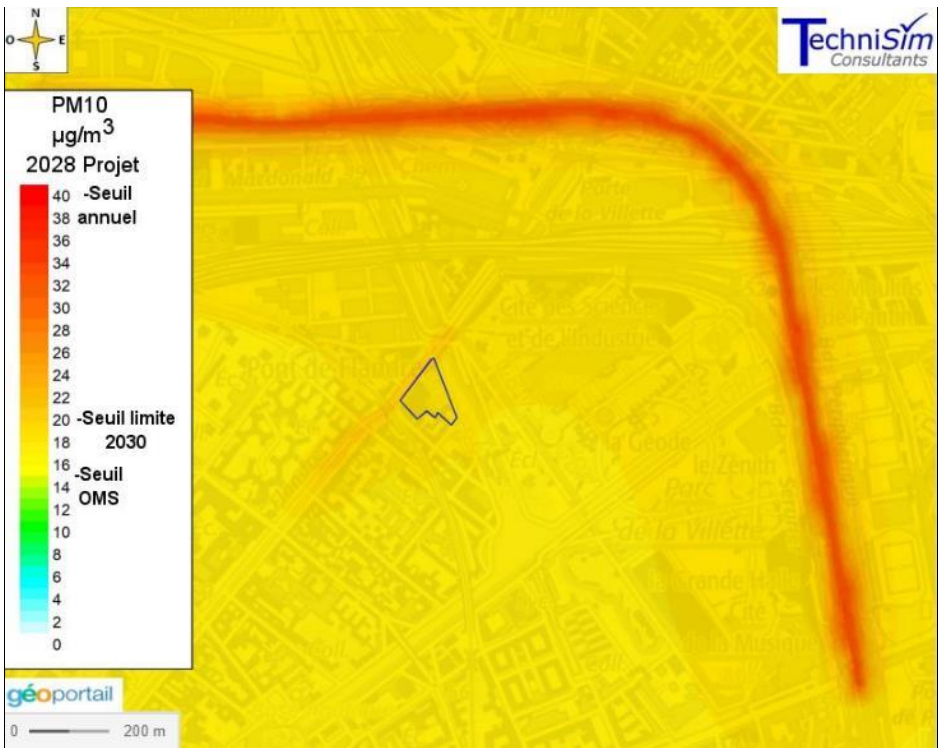


Figure 83 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Projetée – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

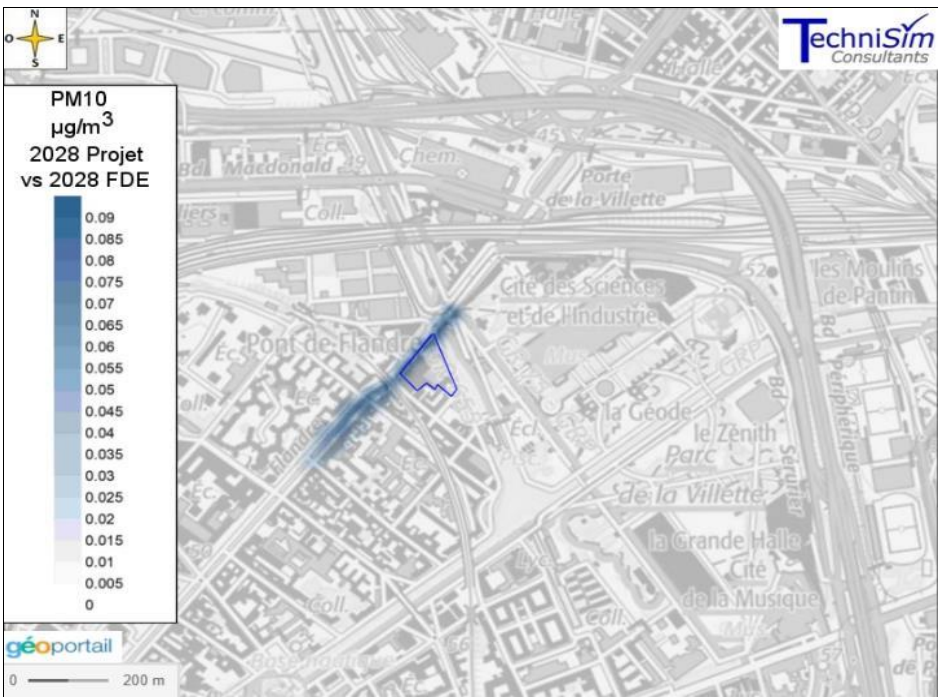


Figure 84 : Différence de concentration en PM10 entre la situation Projet 2028 et Fil de l'eau 2028 (Situation 3-Situation 2)

Le tableau ci-après résume les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations (émissions du réseau d'étude et du boulevard Périphérique), incluant les concentrations de fond de la zone d'étude.

Tableau 65 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		25 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	20,2	19,8	19,8
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	10,5	10,3	10,3
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	10,5	10,3	10,3
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	10,2	10,0	10,0
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	10,2	10,0	10,0
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	10,9	10,7	10,7
Max Zone Projet	10,7	10,4	10,5
CRECHE EN PROJET	10,3	10,1	10,2
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude et du boulevard Périphérique, additionné aux concentrations de fond de la zone d'étude.		

Les cartographies suivantes présentent les isocontours des concentrations annuelles en PM2,5 modélisées aux différents horizons et situations étudiés (émissions du réseau d'étude et du boulevard Périphérique), incluant les concentrations de fond de la zone d'étude.

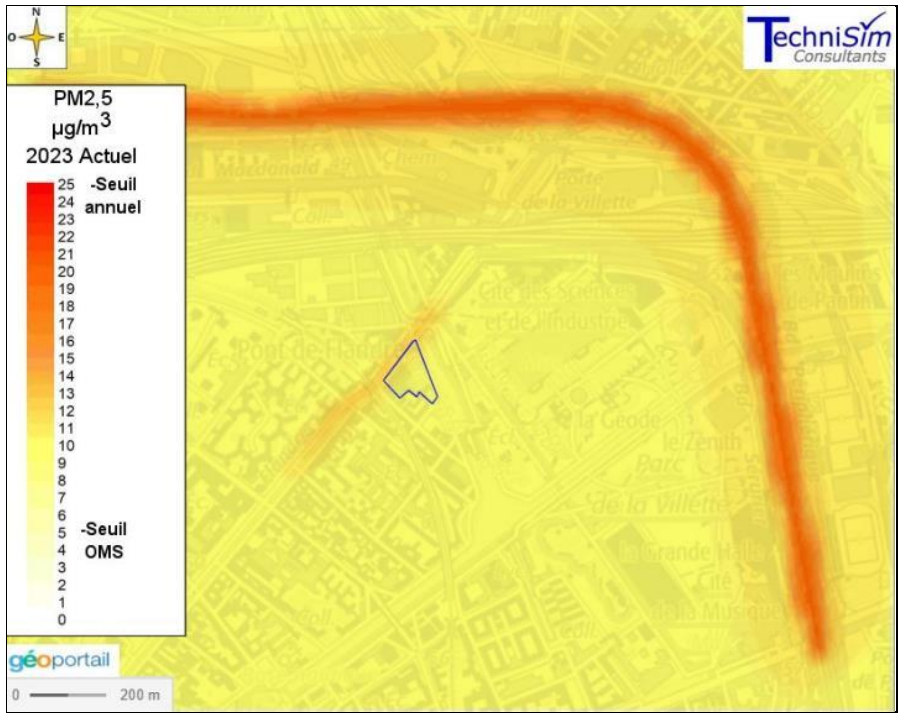


Figure 85 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023 – Réseau d'étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

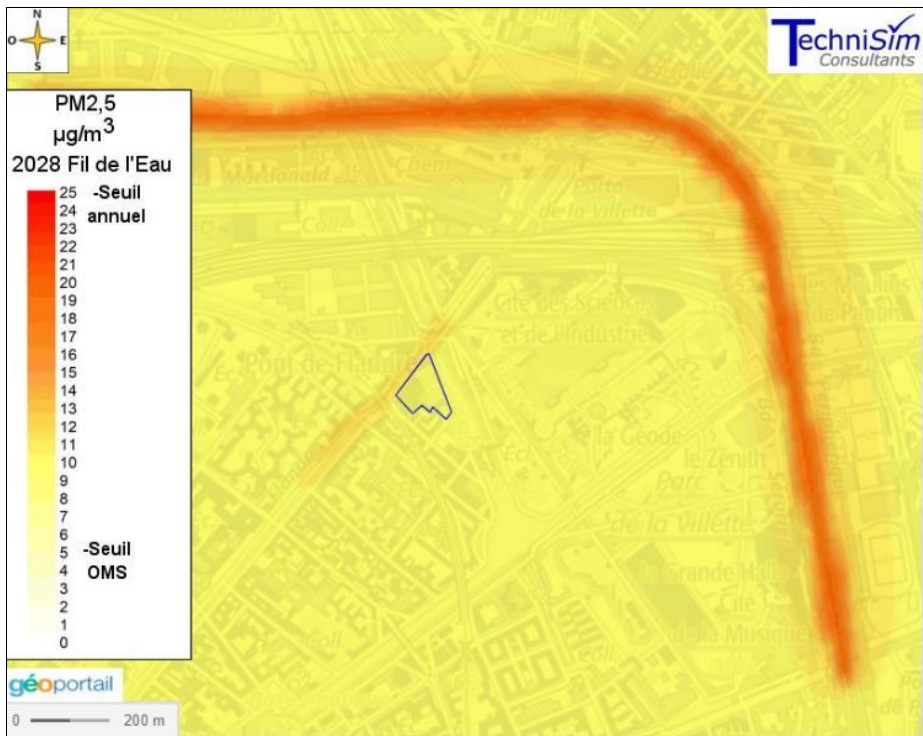


Figure 86 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Fil de l’eau– Réseau d’étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

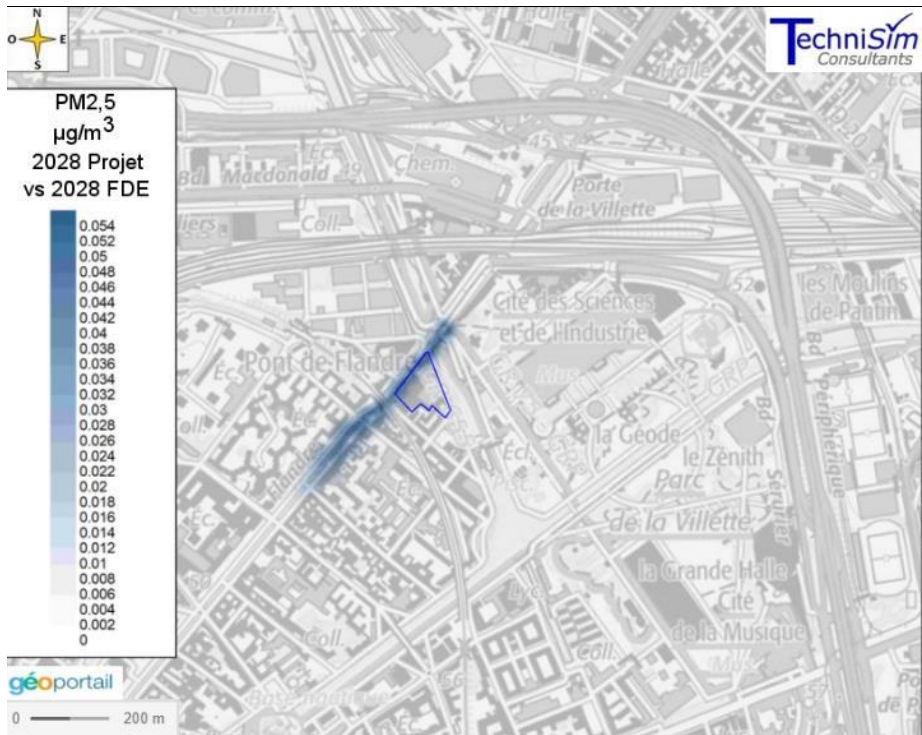


Figure 88 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation Projet 2028 et Fil de l’eau 2028 (Situation 3-Situation 2)

Les isocontours des concentrations annuelles en NO₂, PM10 et PM2,5 centrées sur le projet sont trouvables en Annexe n°9.

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, en considérant uniquement les émissions provenant des voies de circulation du réseau d’étude et du Boulevard Périphérique, les concentrations obtenues sont très inférieures aux valeurs limites de la qualité de l’air, et cela, pour tous les horizons et les situations simulés.

Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet en 2028 comparativement à la situation « Fil de l’eau » 2028 n’est pas de nature à impacter significativement la qualité de l’air en termes réglementaires pour ce qui est de ces composés.

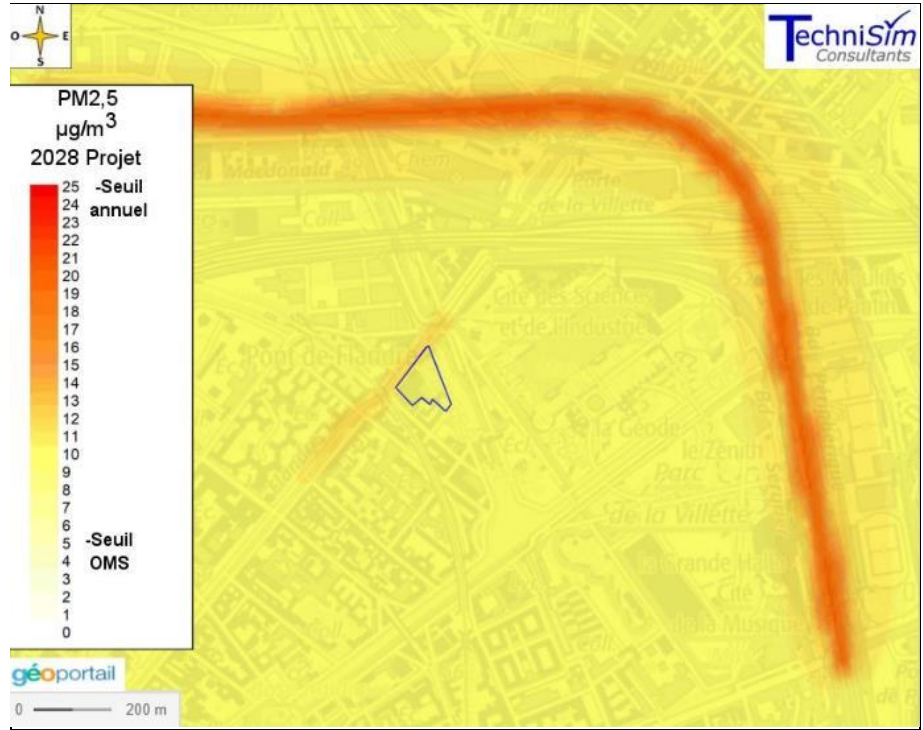


Figure 87 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Projetée– Réseau d’étude et Boulevard Périphérique + teneur de fond

Tableau 66 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l’air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moyenne annuelle : 0,5 µg/m³	Moyenne annuelle : 0,25 µg/m³	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Cadmium	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,005 µg/m³
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo(a) pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³
Oxydes d'azote	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 30 µg/m³ (éq. NO₂)	-

17.3. CONCLUSION DE L’IMPACT DU TRAFIC ROUTIER LIÉ AU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L’AIR

La réalisation du projet de construction d’un programme immobilier mixte, sur le territoire du 19^{ème} arrondissement de Paris va engendrer une légère hausse de trafic sur les voies du réseau d’étude, comparativement à la situation actuelle 2023.

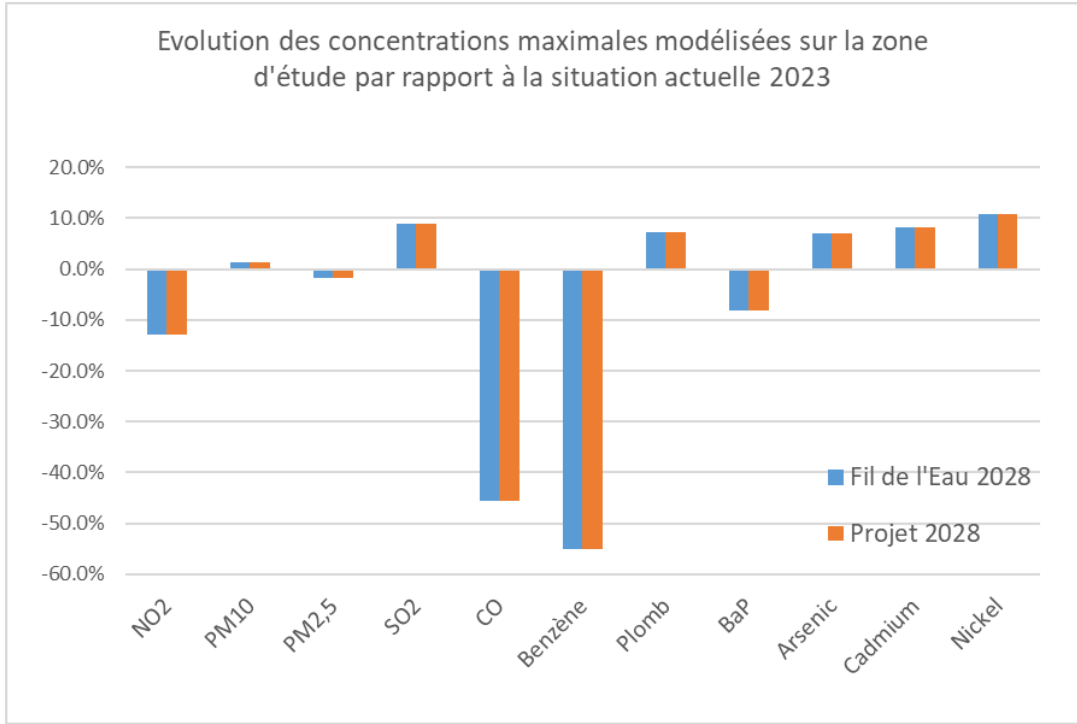


Figure 89 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d’étude aux horizons 2028 (situation Fil de l’eau, Projetée) comparativement à la situation actuelle 2023 (réseau d’étude + boulevard Périphérique + teneur de fond pour le NO₂, PM10 et PM2.5)

Cependant, à l’horizon futur 2028, les teneurs maximales (provenant des émissions du réseau d’étude, du Bd Périphérique et du fond urbain [NO₂, PM10, PM2.5]) modélisées sur la zone d’étude diminuent pour les principaux polluants émis à l’échappement par rapport à la situation actuelle 2023 (sauf SO₂ pour lequel les concentrations maximales augmentent). Cela étant corrélé avec d’une part la baisse des trafics en situation Fil de l’eau et d’autre part avec les **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** (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation). Et **ce, malgré la légère augmentation globale des volumes de trafic, en situation Projet 2028**, par rapport à la situation actuelle 2023.

Les polluants émis également par l'usure et l'abrasion voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude diminuer à l'horizon 2028 pour les particules PM_{2,5} et le benzo(a)pyrène et très légèrement augmenter pour les PM₁₀ et pour les métaux.

En tout état de cause, en ne considérant que les émissions de la circulation sur les brins du réseau d'étude et du Boulevard Périphérique, additionnées aux concentrations de fond de la zone d'étude (pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5}), au niveau des lieux vulnérables (crèches, école maternelles/élémentaires/primaires), de l'emprise projet, de la crèche future en projet et des zones d'habitation, les concentrations calculées à l'horizon futur 2028 en situations « Fil de l'eau » et « Projet » sont inférieures aux normes réglementaires pour les polluants faisant l'objet d'une réglementation.

Pour conclure, la réalisation du projet immobilier mixte à Paris 19^{ème} et les légères hausses de trafic associées sur la zone d'étude ne sont pas de nature à influencer sur les concentrations en polluants, que ce soit au niveau des habitations et des lieux vulnérables existants (crèches, écoles maternelles/élémentaires/ primaires) et de l'emprise projet (dont la crèche en projet), comparativement à la situation « Fil de l'eau » 2028.

Par rapport à la situation actuelle 2023, il est observé à l'horizon futur 2028 :

- Pollution atmosphérique : en moyenne une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (en moyenne sur les polluants réglementés : environ - 7,3 % en situation FDE 2028, -7,3 % en situation Projet 2028).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables et habitations existantes / futures habitations et crèche en projet [emprise projet]) :
 - Une baisse en situations « Fil de l'eau » et « Projet », des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO₂) est observée au niveau des lieux vulnérables et habitations existants en l'état actuel et de l'emprise projet.
 - Pour les polluants émis également par l'abrasion (traceur PM₁₀), il est observé une baisse des concentrations en situation « Fil de l'eau » et « Projet » au niveau des lieux vulnérables et habitations existants à l'état actuel et de l'emprise projet (dont la crèche en projet).

Les impacts du projet sont, par rapport à la situation « Fil de l'eau » 2028 :

- Pollution atmosphérique : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (environ +0,001 % ; en moyenne sur les polluants réglementés). Les hausses maximales de concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentation maximale de 0,2 µgNO₂/m³).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables et habitations existants / futures habitations et crèche en projet [emprise projet]) : il est constaté une variation négligeable des concentrations en polluants au niveau des lieux vulnérables existants à l'état actuel, des habitations existantes et de l'emprise projet (dont la crèche en projet).

18. 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 trafic routier du projet étudié 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 (provenant **uniquement** des émissions des brins du réseau d'étude et de Bd Périphérique) des polluants retenus (ici : dioxyde d'azote et particules PM10) et des populations exposées sur la zone d'étude.

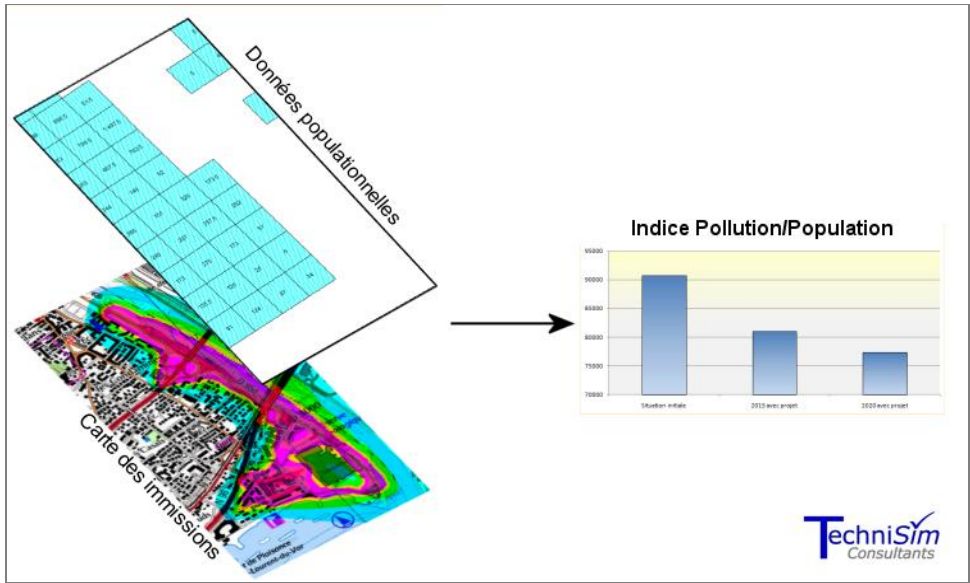


Figure 90 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP

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

Exemple de lecture des tableaux :

Pour l'horizon actuel 100 % de la population considérée sont exposés à une concentration de dioxyde d'azote inférieure à 25 µg/m³ en moyenne annuelle, de même pour les horizons futurs avec et sans projet 2028.

Tableau 67: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique

[µg/m³]	Nombre d'individus exposés à une concentration calculée				
	[0-5[	[5-10[	[10-25[	[25-40[	>40
Horizon actuel 2023	100%	0%	0%	0%	0%
Horizon de mise en service - Fil de l'Eau 2028	100%	0%	0%	0%	0%
Horizon de mise en service – Projet 2028	100%	0%	0%	0%	0%

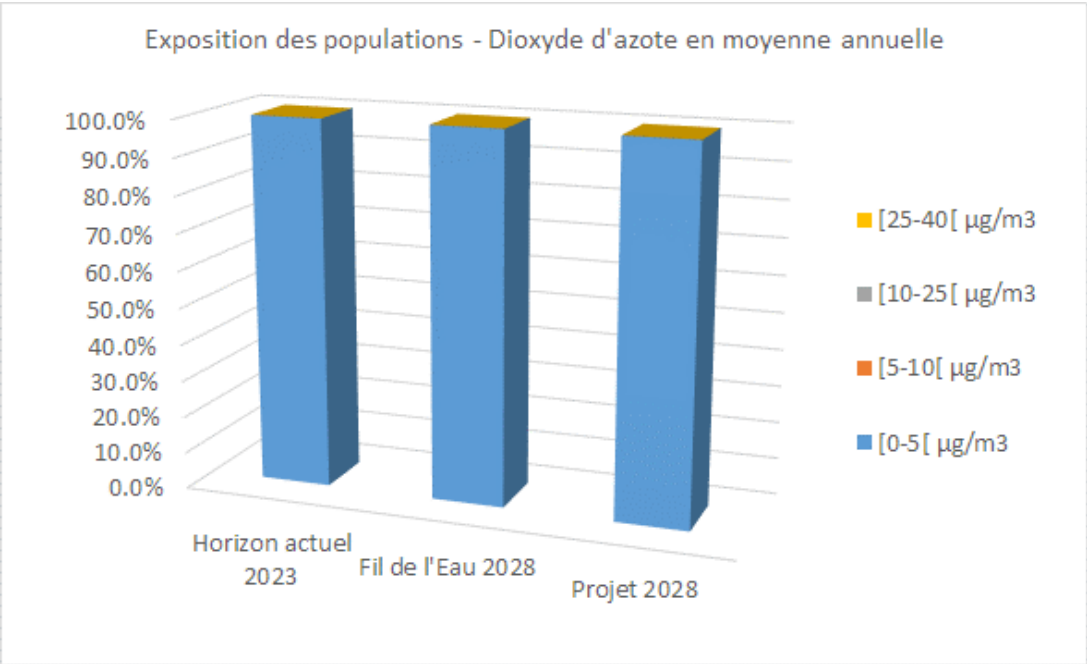


Figure 91: Répartition des niveaux d'exposition de la population au dioxyde d'azote provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique

Tableau 68: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10 provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique

[µg/m³]	Nombre d'individus exposés à une concentration calculée			
	[0-5[	[5-10[	[10-15[	>15
Horizon actuel 2023	100%	0%	0%	0%
Horizon de mise en service - Fil de l'Eau 2028	100%	0%	0%	0%
Horizon de mise en service – Projet 2028	100%	0%	0%	0%

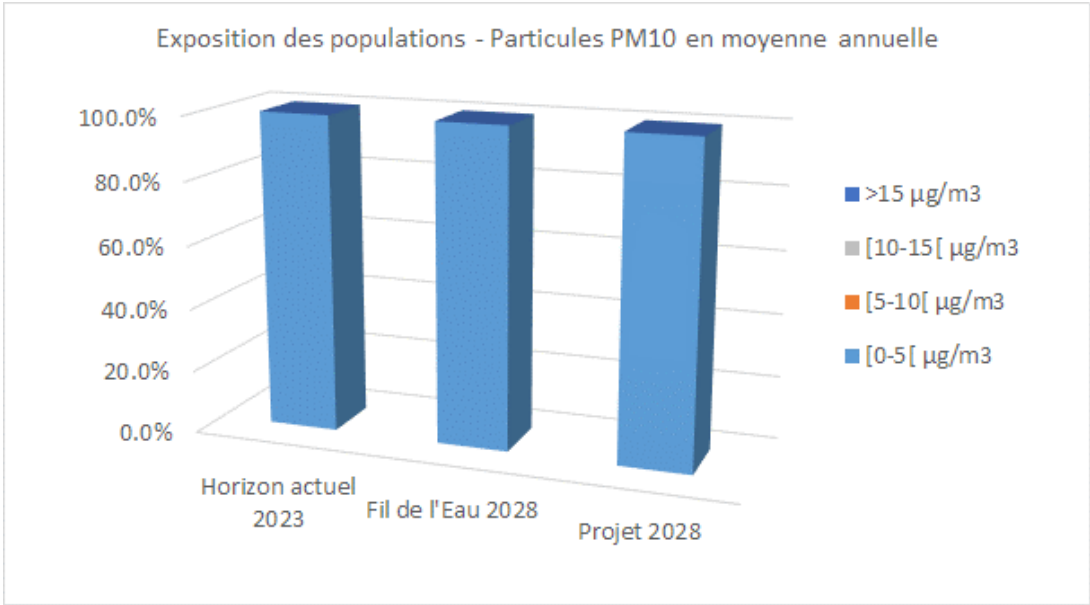


Figure 92: Répartition des niveaux d'exposition de la population aux particules PM10 provenant des émissions du réseau d'étude et du Bd Périphérique

La réalisation du projet ne modifie pas la distribution des concentrations, aussi bien pour le dioxyde d'azote que pour les PM10.
Par conséquent, le trafic supplémentaire induit par l'opération n'influera pas significativement sur l'exposition des populations à la pollution d'origine automobile.

19. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ – ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :

« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation. »

Il s'agit d'un outil de gestion et d'aide à la décision. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé. L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p.;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone » - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- L'avis de l'Anses de juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ;

- La Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La planche suivante schématise conceptuellement l'EQRS réalisée dans ce document.

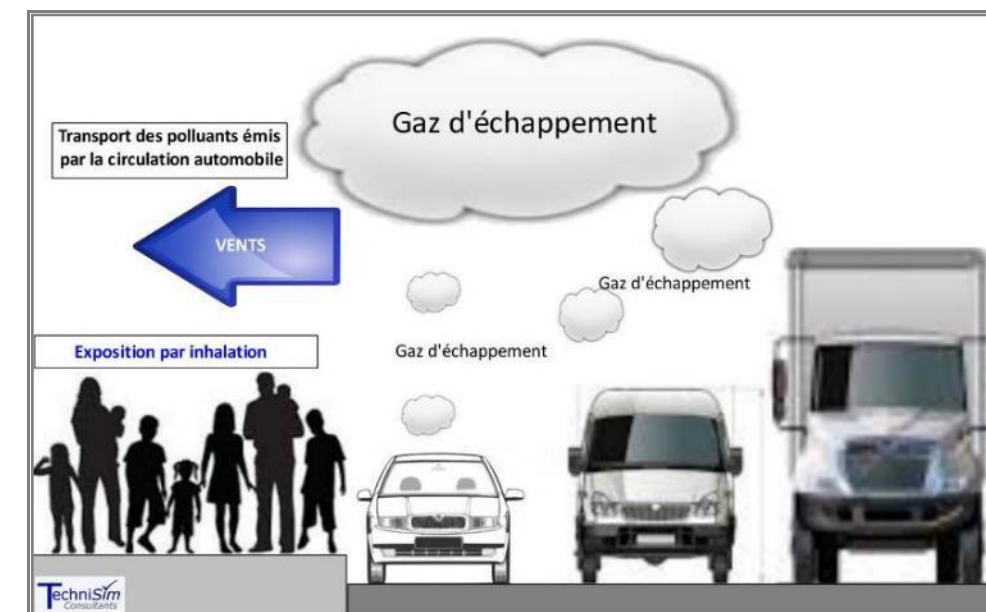


Figure 93 : Schéma conceptuel de la démarche d'EQRS

19.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL RETENUES

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic sur le réseau d'étude ainsi que sur le Boulevard Périphérique. Les concentrations utilisées sont les concentrations moyennes annuelles puisque l'on évalue le risque chronique. Pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2.5, les données tiennent compte des concentrations de fond.
- La voie d'exposition privilégiée est la voie inhalation.
- Les particules à l'échappement sont assimilées à des particules diesel (hypothèse majorante).
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors qu'en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

19.2. 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 cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxicologique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- Les effets toxiques « **sans seuils** » correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

La VTR est alors un **Excès de Risque Unitaire** (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.

Ici, les polluants considérés proviennent du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.

Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.

Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets "avec seuils" ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets "sans seuils".

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite 'NOEL' pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.

La VTR est ensuite calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.

La VTR prend alors la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m³).

En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.

L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en (µg/m³)⁻¹. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de 1 µg/m³ dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

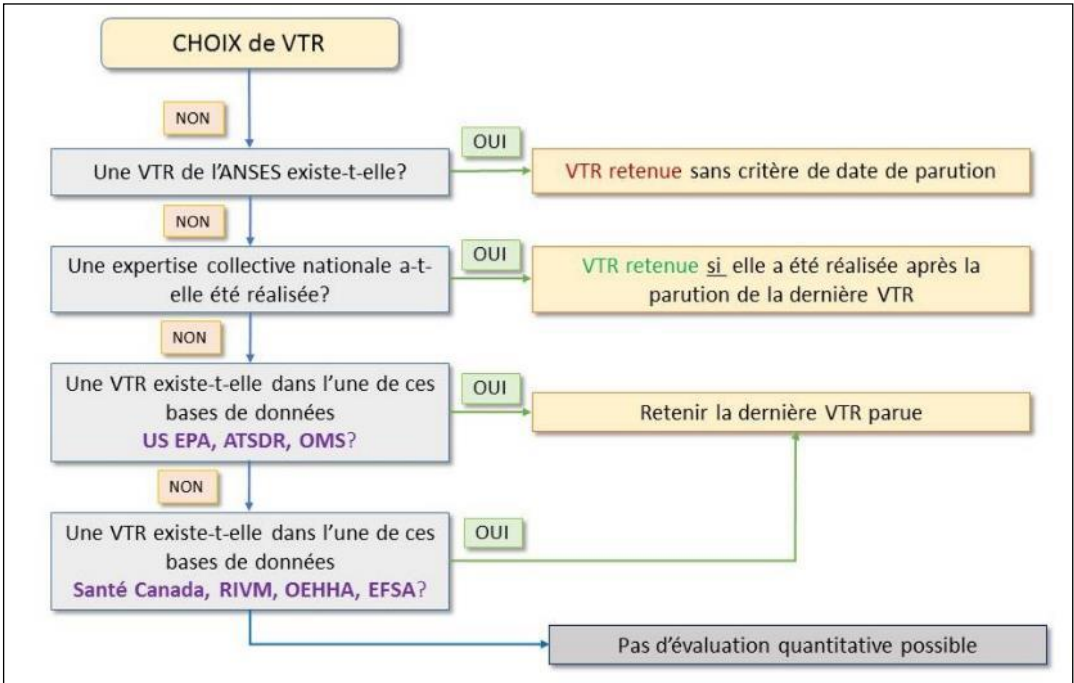


Figure 94: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux suivants.

Tableau 69 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP										
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	VGAI	160	[µg/m³]	75	Anses	2014	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire	VTR	0,15	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2022	VTR retenue par l'ANSES
Benzène	71-43-2	Inhalation	Diminution du nombre des lymphocytes	VTR	10	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2008	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité	VTR	2	[µg/m³]	300	Anses	2021	VTR retenue par l'ANSES
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Effet ototoxique (Perte de cellules ciliées externes dans l'organe de Corti)	VTR	1500	[µg/m³]	75	Anses	2016	VTR de l'ANSES
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	VTR	123	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2018	VTR de l'ANSES
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	Atrophie de l'épithélium olfactif	RfC	8	[µg/m³]	1000	US EPA	2008	Seule VTR disponible
Toluène	108-88-3	Inhalation	Effets neurologiques (troubles de la vision des couleurs)	VTR	19000	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2017	VTR de l'ANSES
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Effets neurologiques	VTR	100	[µg/m³]	300	US EPA	2003	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Diminution de la survie des embryons/fœtus	RfC	0,002	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Anémies hémolytiques et cataractes	VTR	37	[µg/m³]	250	Anses	2013	VTR de l'Anses
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Effets neurologiques et troubles du comportement	REL	0,015	[µg/m³]	extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale Effets rénaux	VTR	0,45	[µg/m³]	non précisé	Anses	2012	VTR de l'ANSES
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Particulaires - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	TCA	0,03	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l'INERIS
Mercure	7439-97-6	Inhalation	Effets neurologiques Troubles de la mémoire et de la motricité	REL	0,03	[µg/m³]	300	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	VTR	0,23	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Effets systémiques observés au niveau du système nerveux central et périphérique. Anémie microcytaire hypochrome, atteintes rénales, augmentation de la pression artérielle, effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants	VTR	0,9	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2013	VTR de l'ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Diminution de la fonction pulmonaire et augmentation des symptômes respiratoires	VTR	500	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2018	VTR de l'ANSES
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	REL	4,0E-05	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	REL	4,0E-05	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	VTR retenue par l'INERIS
Particules diesel	-	Inhalation	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	VTR	5	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - A comparer avec les recommandations de l'OMS : 15 µg/m³ en moyenne annuelle							
Particules PM2.5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - A comparer avec les recommandations de l'OMS : 5 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible - A comparer avec les recommandations de l'OMS : 10 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible							
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible							

Tableau 70 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP									
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	ERU	2,20E-06	[µg/m³]⁻¹	US EPA	1991	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigües	VTR	2,60E-05	[µg/m³]⁻¹	ANSES	2014	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies lymphoïdes	ERU	2,43E-07	[µg/m³]⁻¹	ANSES	2022	VTR retenue par l'ANSES
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles	ERU	2,50E-06	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2007	Seule VTR disponible
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Carcinomes au niveau des cavités nasales CT0,05=9,5 mg/m³ soit 5,26E-06 (µg/m³)⁻¹	CT0,05	5,26E-06	[µg/m³]⁻¹	Santé Canada	2000	VTR retenue par l'INERIS
Propionaldéhyde	108-88-3	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Toluène	108-88-3	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	ERU	1,10E-03	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2008	VTR retenue par l'ANSES
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Adénomes de l'épithélium nasal respiratoire Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	VTR	5,60E-06	[µg/m³]⁻¹	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,5E-04	[µg/m³]⁻¹	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Cancers du poumon	ERU	9,80E-03	[µg/m³]⁻¹	Santé Canada	2010	Dernière VTR parue
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	ERU	4,00E-02	[µg/m³]⁻¹	OMS	2013	VTR retenue par l'ANSES
Mercur	7439-97-6	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,70E-04	[µg/m³]⁻¹	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Tumeurs rénales	ERU	1,20E-05	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2011	VTR retenue par l'INERIS
AUTRES POLLUANTS									
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Aucune VTR disponible						
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	ERU	38	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	1986	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	ERU	11	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2011	Seule VTR disponible
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	3,40E-05	[µg/m³]⁻¹	OMS	1996	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Particules PM2,5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L’exposition d’une population à une substance toxique dépend des deux facteurs ci-après :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d’exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s’agit d’établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles.

On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l’organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané).

Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux.

Le devenir d’une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.

À partir d’un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S’accumuler.

L’évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d’abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d’exposition à l’aide de mesures réalisées sur site ou à l’aide de la modélisation. Ensuite, il s’agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d’exposition identifiées, des scénarios d’exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Pour le projet étudié, il s’agit des scénarios déclinés ci-après.

Voie d’exposition - Inhalation

- Effets à seuils
 - **Enfant en bas-âge** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d’étude / du projet et fréquentant les crèches existantes de la zone d’étude / la future crèche du projet.
 - **Écolier** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d’étude / du projet et fréquentant les écoles (élémentaire et primaire) de la zone d’étude.

- **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d’étude en dehors ou au sein du projet.

Effets sans seuils

- **Enfant** : ce scénario considère les individus jusqu’à 11 ans vivant au sein de la zone d’étude / du projet et fréquentant les crèches existantes / la future crèche du projet (de 0 à 3 ans) et les établissements scolaires (3 à 11 ans) de la zone d’étude.
- **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d’étude en dehors ou au sein du projet.

L’étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

Pour l’inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée. Comme on considère des expositions de longue durée, on s’intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement. Les concentrations proviennent des résultats de la modélisation (§17.2.5) et tiennent compte des émissions du réseau d’étude et du Bd Périphérique.

Celle-ci se calcule à l’aide de la formule suivante :

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

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[Sans dimension]
T	Nombre d'années d'exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l'exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l’exposition moyenne est calculée sur la durée effective d’exposition, soit T = Tm. Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

Les scénarios d’exposition ainsi que les paramètres associés sont fournis dans les tableaux suivants.

Tableau 71 : Scénario d’exposition « Enfant en bas âge » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT EN BAS ÂGE Durée d'exposition : 3 ans / Crèche	En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Crèche	10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents en l'état actuel sur la zone d'étude. -Concentrations calculées sur la crèche du projet.
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.

Tableau 73 : Scénario d’exposition « Enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT Durée d'exposition : 11 ans	Crèche	47 semaines/an 10 h/jour – 5 jours/semaine	3 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents en l'état actuel sur la zone d'étude. -Concentrations calculées sur la crèche du projet.
	École	36 semaines/an 10 h/jour – 5 jours/semaine 04 h/jour – 1 jour/semaine	8 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents en l'état actuel sur la zone d'étude.
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	3 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
		14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an 20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an 24 h/jour – 7 jours/ semaine – 16 semaines /an	8 ans	

Tableau 72 : Scénario d’exposition « Écolier » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER <u>Durée d'exposition :</u> 5 ans / Élémentaire --- 8 ans / Primaire	En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE		
	École	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents en l'état actuel sur la zone d'étude.
		4 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Domicile	14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
		20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.

Tableau 74 : Scénario d’exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT Durée d'exposition : 14 ans*	Semaine et Week end		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	-Concentrations maximales calculées au niveau des zones d'habitation (carreaux INSEE). -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.

*Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de Paris 19^{ème} (13,7 ans) en 2020 (Insee), arrondi à l'unité supérieure.

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques. Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ». Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR]. On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

$$QD = CMI/CAA$$

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]
CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [µg/m³]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.
Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

$$ERI = ERUi \times CMI$$

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m³]
ERUi Excès de Risque Unitaire par inhalation [µg/m³]⁻¹

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10⁻⁶ (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10⁻⁴ comme le seuil de l'inacceptable en population générale.
En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10⁻⁵. Ce seuil de 10⁻⁵ est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteur d'incertitude dans leur construction, le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d'intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10⁻⁴ et/ou un QD > 10.
- Un domaine de vigilance active pour un 10⁻⁵ < ERI < 10⁻⁴ et/ou un 1 < QD < 10.
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10⁻⁵ et/ou un QD < 1.

Les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS.

En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuils : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuils : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

19.3. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS À SEUIL - QUOTIENTS DE DANGER

Les quotients de dangers, pour chaque scénario d'exposition, sont disponibles dans les tableaux suivants et les quotients de dangers calculés par organes-cibles sont représentés en figure sous chaque tableau.

Scénario « Enfant en bas-âge »

Tableau 75 : Quotients de dangers par composé au niveau de la crèche la plus exposée – Voie inhalation - scénario Enfant en bas âge

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario Enfant en bas-âge Crèche la plus exposée			
	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Emprise Projet
Acétaldéhyde	5,71E-05	3,67E-05	3,72E-05	4,93E-05
Acroléine	2,89E-02	1,78E-02	1,81E-02	2,38E-02
Arsenic	1,43E-05	1,49E-05	1,51E-05	1,90E-05
Benzène	1,09E-03	5,08E-04	5,14E-04	6,39E-04
1,3-butadiène	1,86E-03	1,36E-03	1,37E-03	1,88E-03
Cadmium	2,85E-07	2,99E-07	3,02E-07	3,80E-07
Chrome	3,45E-04	3,42E-04	3,46E-04	4,40E-04
Dioxines	3,50E-08	2,37E-08	2,40E-08	2,99E-08
Éthylbenzène	2,38E-06	1,20E-06	1,21E-06	1,51E-06
Formaldéhyde	1,39E-04	8,79E-05	8,90E-05	1,18E-04
Furanes	5,21E-08	3,53E-08	3,57E-08	4,45E-08
Mercure	2,81E-04	2,86E-04	2,89E-04	3,66E-04
Naphtalène	5,55E-04	5,13E-04	5,19E-04	6,44E-04
Ammoniac NH ₃	4,19E-04	3,55E-04	3,59E-04	4,51E-04
Nickel	4,93E-06	5,31E-06	5,37E-06	6,71E-06
Plomb	1,24E-06	1,29E-06	1,31E-06	1,65E-06
Toluène	1,02E-06	4,97E-07	5,02E-07	6,22E-07
Xylènes	1,45E-04	7,53E-05	7,62E-05	9,59E-05
Particules diesel	3,90E-02	2,49E-02	2,51E-02	3,17E-02
Propionaldéhyde	2,94E-04	1,96E-04	1,98E-04	2,64E-04
16 HAP eq. BaP	2,38E-02	2,18E-02	2,21E-02	2,78E-02
Cumulé	0,10	0,07	0,07	0,09

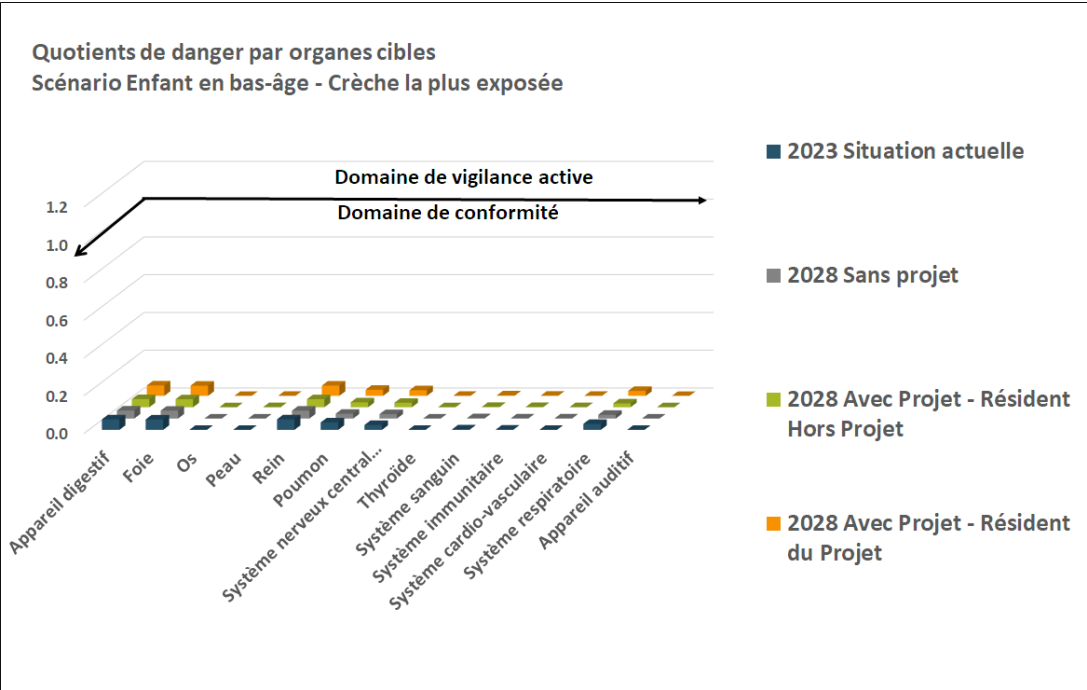


Figure 95 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche la plus exposée

Tableau 76 : Quotients de dangers par composé au niveau de la crèche du projet – Voie inhalation - scénario Enfant en bas âge

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario Enfant en bas-âge Crèche du projet	
	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Emprise Projet
Acétaldéhyde	3,65E-05	4,87E-05
Acroléine	1,79E-02	2,36E-02
Arsenic	1,31E-05	1,70E-05
Benzène	5,48E-04	6,72E-04
1,3-butadiène	1,32E-03	1,83E-03
Cadmium	2,63E-07	3,40E-07
Chrome	3,05E-04	3,99E-04
Dioxines	2,29E-08	2,88E-08
Éthylbenzène	1,26E-06	1,55E-06
Formaldéhyde	8,78E-05	1,17E-04
Furanes	3,40E-08	4,28E-08
Mercure	2,53E-04	3,30E-04
Naphtalène	4,60E-04	5,85E-04
Ammoniac NH ₃	3,25E-04	4,18E-04
Nickel	4,63E-06	5,97E-06
Plomb	1,14E-06	1,48E-06
Toluène	5,27E-07	6,47E-07
Xylènes	7,87E-05	9,85E-05
Particules diesel	2,44E-02	3,10E-02
Propionaldéhyde	1,93E-04	2,59E-04
16 HAP eq. BaP	1,97E-02	2,54E-02
Cumulé	0,07	0,08

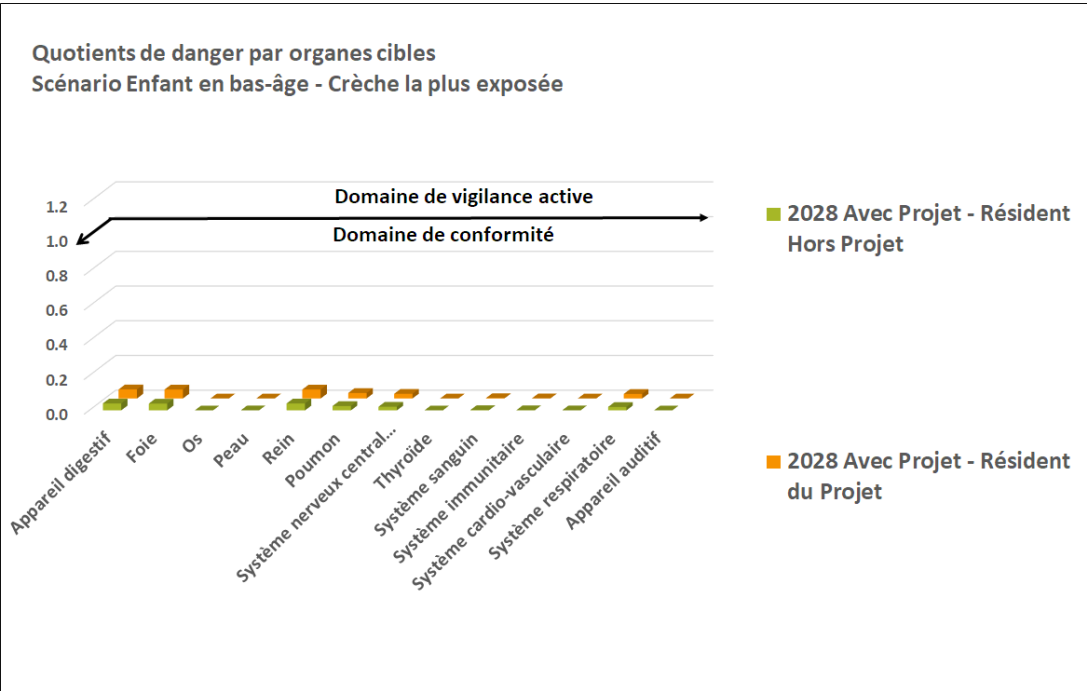


Figure 96 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Enfant en bas âge - Voie inhalation – Crèche du projet

Scénario « Écolier »

Tableau 77 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école maternelle la plus exposée – Voie inhalation - scénario Écolier de maternelle

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario Écolier de maternelle École maternelle la plus exposée			
	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Emprise Projet
Acétaldéhyde	5,25E-05	3,32E-05	3,37E-05	4,81E-05
Acroléine	2,66E-02	1,61E-02	1,63E-02	2,31E-02
Arsenic	1,29E-05	1,33E-05	1,35E-05	1,81E-05
Benzène	9,51E-04	4,50E-04	4,57E-04	6,05E-04
1,3-butadiène	1,70E-03	1,24E-03	1,26E-03	1,86E-03
Cadmium	2,56E-07	2,66E-07	2,70E-07	3,62E-07
Chrome	3,11E-04	3,05E-04	3,10E-04	4,22E-04
Dioxines	3,12E-08	2,10E-08	2,13E-08	2,84E-08
Éthylbenzène	2,07E-06	1,06E-06	1,08E-06	1,43E-06
Formaldéhyde	1,28E-04	7,95E-05	8,07E-05	1,15E-04
Furanes	4,63E-08	3,13E-08	3,18E-08	4,22E-08
Mercure	2,53E-04	2,54E-04	2,58E-04	3,49E-04
Naphtalène	4,93E-04	4,55E-04	4,61E-04	6,10E-04
Ammoniac NH ₃	3,73E-04	3,16E-04	3,20E-04	4,30E-04
Nickel	4,41E-06	4,71E-06	4,78E-06	6,37E-06
Plomb	1,11E-06	1,15E-06	1,17E-06	1,57E-06
Toluène	8,80E-07	4,40E-07	4,46E-07	5,89E-07
Xylènes	1,26E-04	6,70E-05	6,80E-05	9,15E-05
Particules diesel	3,50E-02	2,21E-02	2,25E-02	3,02E-02
Propionaldéhyde	2,72E-04	1,77E-04	1,80E-04	2,58E-04
16 HAP eq. BaP	2,12E-02	1,94E-02	1,97E-02	2,65E-02
Cumulé	0,09	0,06	0,06	0,08

Tableau 78 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école élémentaire la plus exposée – Voie inhalation - scénario Écolier de l'élémentaire

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario Écolier de l'élémentaire École élémentaire la plus exposée			
	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Emprise Projet
Acétaldéhyde	5,24E-05	3,31E-05	3,36E-05	4,80E-05
Acroléine	2,66E-02	1,60E-02	1,63E-02	2,31E-02
Arsenic	1,28E-05	1,32E-05	1,34E-05	1,81E-05
Benzène	9,48E-04	4,49E-04	4,56E-04	6,04E-04
1,3-butadiène	1,70E-03	1,24E-03	1,26E-03	1,86E-03
Cadmium	2,55E-07	2,65E-07	2,69E-07	3,61E-07
Chrome	3,10E-04	3,04E-04	3,09E-04	4,21E-04
Dioxines	3,11E-08	2,10E-08	2,13E-08	2,83E-08
Éthylbenzène	2,06E-06	1,06E-06	1,08E-06	1,42E-06
Formaldéhyde	1,27E-04	7,93E-05	8,05E-05	1,15E-04
Furanes	4,62E-08	3,12E-08	3,17E-08	4,21E-08
Mercure	2,52E-04	2,54E-04	2,57E-04	3,49E-04
Naphtalène	4,91E-04	4,53E-04	4,60E-04	6,08E-04
Ammoniac NH ₃	3,72E-04	3,15E-04	3,19E-04	4,29E-04
Nickel	4,40E-06	4,70E-06	4,77E-06	6,35E-06
Plomb	1,11E-06	1,15E-06	1,16E-06	1,56E-06
Toluène	8,77E-07	4,38E-07	4,45E-07	5,88E-07
Xylènes	1,26E-04	6,68E-05	6,78E-05	9,13E-05
Particules diesel	3,49E-02	2,21E-02	2,24E-02	3,01E-02
Propionaldéhyde	2,72E-04	1,77E-04	1,79E-04	2,57E-04
16 HAP eq. BaP	2,12E-02	1,94E-02	1,96E-02	2,64E-02
Cumulé	0,09	0,06	0,06	0,08

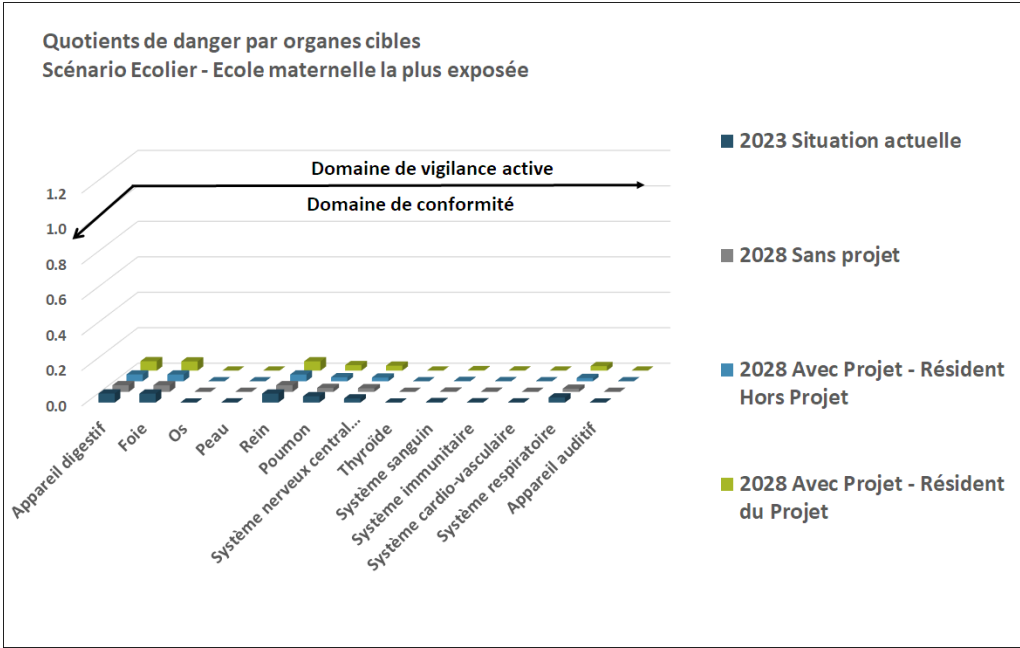


Figure 97 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier de maternelle - Voie inhalation – École maternelle la plus exposée

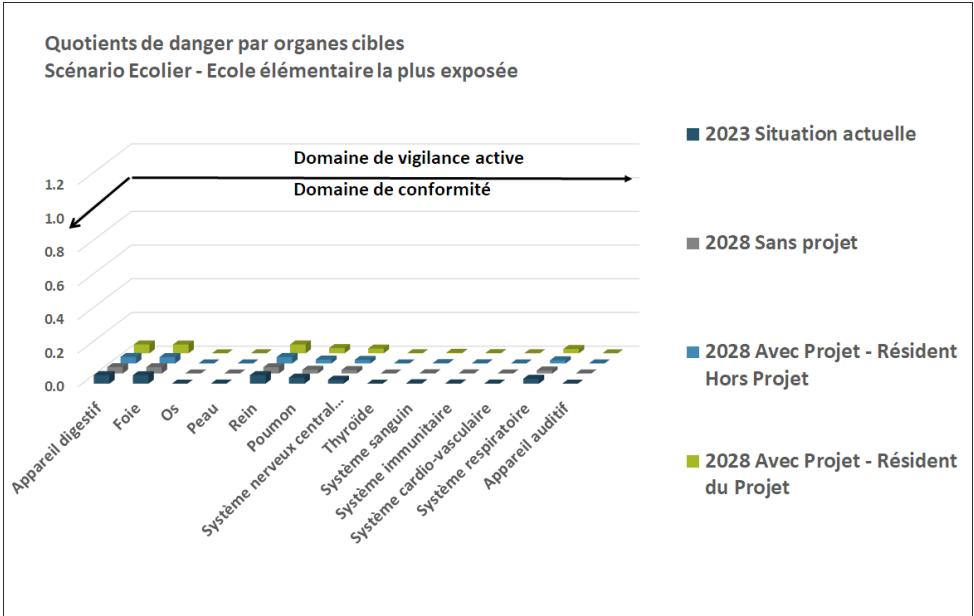


Figure 98 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier de l'élémentaire - Voie inhalation – École élémentaire la plus exposée

Tableau 79 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école primaire la plus exposée – Voie inhalation - scénario Écolier de primaire

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario Écolier de primaire École primaire la plus exposée			
	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Emprise Projet
Acétaldéhyde	6,22E-05	3,99E-05	4,04E-05	5,47E-05
Acroléine	3,15E-02	1,94E-02	1,96E-02	2,64E-02
Arsenic	1,55E-05	1,61E-05	1,63E-05	2,09E-05
Benzène	1,17E-03	5,49E-04	5,56E-04	7,04E-04
1,3-butadiène	2,03E-03	1,48E-03	1,50E-03	2,10E-03
Cadmium	3,09E-07	3,23E-07	3,27E-07	4,19E-07
Chrome	3,74E-04	3,70E-04	3,74E-04	4,87E-04
Dioxines	3,79E-08	2,56E-08	2,59E-08	3,30E-08
Éthylbenzène	2,55E-06	1,30E-06	1,31E-06	1,66E-06
Formaldéhyde	1,51E-04	9,54E-05	9,66E-05	1,31E-04
Furanes	5,63E-08	3,81E-08	3,86E-08	4,90E-08
Mercur	3,04E-04	3,09E-04	3,13E-04	4,04E-04
Naphtalène	6,00E-04	5,54E-04	5,61E-04	7,09E-04
Ammoniac NH ₃	4,53E-04	3,84E-04	3,89E-04	4,98E-04
Nickel	5,34E-06	5,74E-06	5,81E-06	7,39E-06
Plomb	1,34E-06	1,40E-06	1,41E-06	1,82E-06
Toluène	1,09E-06	5,36E-07	5,43E-07	6,86E-07
Xylènes	1,56E-04	8,14E-05	8,24E-05	1,06E-04
Particules diesel	4,22E-02	2,69E-02	2,72E-02	3,50E-02
Propionaldéhyde	3,21E-04	2,12E-04	2,15E-04	2,93E-04
16 HAP eq. BaP	2,58E-02	2,36E-02	2,39E-02	3,07E-02
Cumulé	0,11	0,07	0,07	0,10

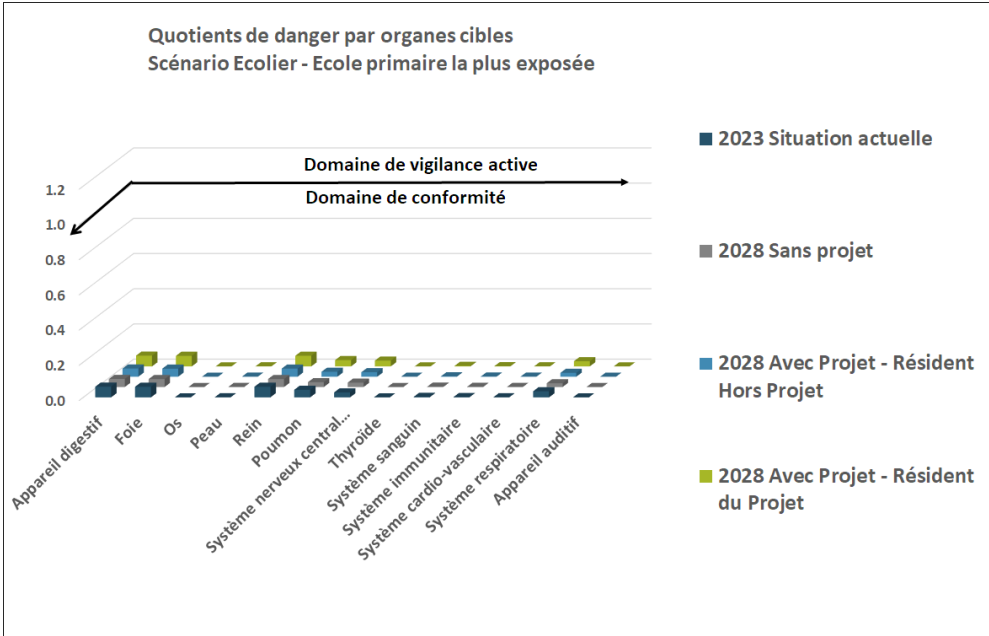


Figure 99 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Écolier de primaire- Voie inhalation – École primaire la plus exposée

Scénario « Résident »

Tableau 80 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau de la zone d'étude et de l'emprise projet – Voie inhalation - scénario Résident

Seuil d'acceptabilité = 1	Scénario Résident Max zone d'habitations & Max Emprise projet			
	2023 Actuel Résident hors-projet	2028 Sans projet Résident Hors projet	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Emprise Projet
Acétaldéhyde	5,76E-05	3,63E-05	3,68E-05	5,34E-05
Acroléine	2,92E-02	1,76E-02	1,78E-02	2,56E-02
Arsenic	1,41E-05	1,44E-05	1,47E-05	2,00E-05
Benzène	1,03E-03	4,90E-04	4,98E-04	6,69E-04
1,3-butadiène	1,86E-03	1,36E-03	1,38E-03	2,07E-03
Cadmium	2,79E-07	2,89E-07	2,94E-07	4,00E-07
Chrome	3,39E-04	3,33E-04	3,38E-04	4,67E-04
Dioxines	3,40E-08	2,29E-08	2,32E-08	3,13E-08
Éthylbenzène	2,24E-06	1,16E-06	1,18E-06	1,58E-06
Formaldéhyde	1,40E-04	8,68E-05	8,82E-05	1,28E-04
Furanes	5,05E-08	3,41E-08	3,46E-08	4,66E-08
Mercur	2,76E-04	2,77E-04	2,81E-04	3,86E-04
Naphtalène	5,37E-04	4,95E-04	5,02E-04	6,73E-04
Ammoniac NH ₃	4,07E-04	3,44E-04	3,49E-04	4,75E-04
Nickel	4,81E-06	5,13E-06	5,21E-06	7,04E-06
Plomb	1,22E-06	1,25E-06	1,27E-06	1,73E-06
Toluène	9,54E-07	4,79E-07	4,86E-07	6,51E-07
Xylènes	1,37E-04	7,30E-05	7,41E-05	1,01E-04
Particules diesel	3,82E-02	2,41E-02	2,45E-02	3,34E-02
Propionaldéhyde	2,98E-04	1,93E-04	1,97E-04	2,86E-04
16 HAP eq. BaP	2,32E-02	2,12E-02	2,15E-02	2,93E-02
Cumulé	0,096	0,067	0,068	0,094

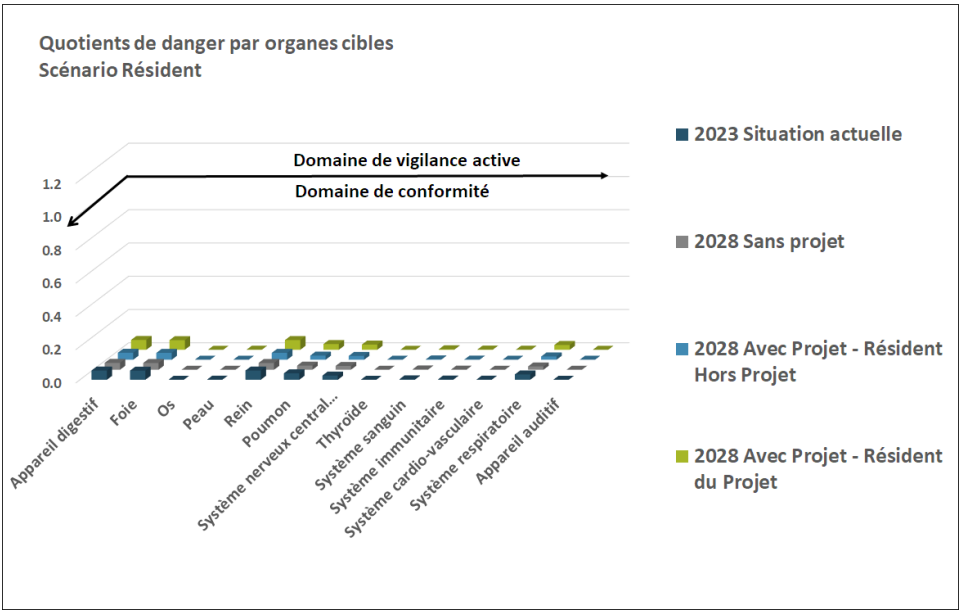


Figure 100 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario Résident - Voie inhalation – Max zones d'habitations et Max emprise projet

En tenant compte uniquement des concentrations dans l’air induites par les émissions provenant du trafic sur le réseau d’étude et sur le Boulevard Périphérique, 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, situations et scénarios d’exposition examinés.
- Les QD cumulés aux horizons futurs sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle.
- Les QD calculés pour les résidents de la zone d’étude (en dehors du projet) pour la situation projetée sont équivalents aux QD calculés en situation Fil de l’eau (différences non significatives entre les valeurs des QD).

La réalisation du projet n’est pas de nature à exercer d’impact sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences minimales voire négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations ‘Fil de l’Eau’ et ‘projet’) pour ce qui concerne les effets à seuils.

La localisation du projet n’engendre pas de risque sanitaire plus important pour les effets à seuil pour les futurs résidents du projet comparativement aux résidents de la zone d’étude hors emprise projet.

19.4. ÉVALUATION DE L’INDICATEUR SANITAIRE POUR LES CAS PARTICULIERS DES SUBSTANCES SANS VTR

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR. Néanmoins, l’Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne annuelle avec les recommandations annuelles de l’OMS en ce qui concerne le dioxyde d’azote (NO₂) et les particules PM10 et PM2,5.

Les concentrations maximales (incluant les concentrations de fond) calculées au niveau des lieux vulnérables existants, les concentrations maximales au niveau des habitations de la zone d’étude pour les habitants hors emprise projet et les concentrations maximales et moyennes sur l’emprise projet pour les habitants de l’emprise projet et les concentrations calculées au niveau de la crèche en projet sont comparées aux recommandations annuelles de l’OMS pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5.

En considérant les émissions des brins du réseau d’étude et du Boulevard Périphérique additionnées aux concentrations de fond, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l’OMS pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2,5 sont dépassées pour toutes les situations et pour tous les horizons.

Tableau 81 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les substances sans VTR – NO₂

NO ₂ (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l’OMS		10 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	27,5	26,4	26,4
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	27,7	26,7	26,7
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	25,9	25,2	25,2
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	25,9	25,2	25,2
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	29,5	28,1	28,1
Max Zone Projet	28,4	27,1	27,1
Moyenne zone projet	27,1	26,1	26,1
CRECHE EN PROJET	-	-	25,8
Nota Bene	Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le Boulevard Périphérique auxquels sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 82 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les substances sans VTR – PM10

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l’OMS		15 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	18,8	18,4	18,4
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	18,8	18,5	18,5
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	18,3	17,9	17,9
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	18,3	17,9	17,9
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	19,3	19,0	19,0
Max Zone Projet	19,1	18,7	18,7
Moyenne zone projet	18,6	18,3	18,3
CRECHE EN PROJET	-	-	18,1
Nota Bene	Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le Boulevard Périphérique auxquels sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 83 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les substances sans VTR – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l’OMS		5 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	10,5	10,3	10,3
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	10,5	10,3	10,3
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	10,2	10,0	10,0
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	10,2	10,0	10,0
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	10,9	10,7	10,7
Max Zone Projet	10,7	10,4	10,5
Moyenne zone projet	10,4	10,2	10,2
CRECHE EN PROJET	-	-	10,1
Nota Bene	Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le Boulevard Périphérique auxquels sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air		

Seuil respecté

Seuil dépassé

Les concentrations en NO₂, PM10 et PM2,5 calculées aux horizons futurs, au niveaux des enjeux populationnels, sont toutes inférieures ou égales à celles calculées en situation actuelle.

La réalisation du projet en comparaison à la situation sans projet ne va pas modifier l’exposition des populations de la zone d’étude (résidents hors projet). Les différences de concentrations sont nulles entre les situations projet et fil de l’eau.

Les concentrations maximales calculées pour les résidents du projet sont très légèrement supérieures à celles calculées pour les résidents hors projet, à situation et horizon équivalents. En revanche, en cœur d’îlot, les concentrations calculées (moyenne des concentrations sur l’emprise projet) sont inférieures à celles calculées pour les résidents hors projet.

Les hausses des concentrations au niveau de la crèche en projet entre les situations Avec et sans Projet sont négligeables (moins de 1 %). Les futurs utilisateurs de cette crèche seront moins exposés que dans la crèche existante la plus exposée de la zone d’étude.

En définitive, les résidents du projet seront similairement exposés à la pollution atmosphérique (NO₂, PM10 et PM2.5, en moyenne annuelle) que les habitants de la zone d’étude hors du projet et l’exposition de ces derniers ne sera pas modifiée par la réalisation du projet.

Pour les utilisateurs de la crèche en projet, située en cœur d’îlot, l’exposition sera inférieure à celles des utilisateurs de la crèche la plus exposée actuellement présente sur la zone d’étude.

19.5. ÉVALUATION DE L’INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS SANS SEUILS : CALCUL DE L’EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d’une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit. On parle d’excès de risque car cette probabilité est liée à l’exposition au polluant considéré et s’ajoute au risque de base présent dans la population.

En France, l’INVS utilise la valeur de 10⁻⁵, cette valeur est reprise dans la Circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation. Ce seuil signifie que sur une population de 100 000 habitants exposée à un composé pour un niveau donné, il sera observé 1 cas de cancer supplémentaire par rapport à une population de même effectif non exposée.

Les ERI calculés pour les différents scénarios d’exposition sont présentés dans les tableaux et figures ci-après.

❖ Scénario « Enfant »

Notes :

- Parmi les crèches et les écoles (maternelles, élémentaires, primaires) existantes à l’état actuel, la crèche (0 à 3 ans) et l’école primaire (3 à 11 ans) les plus exposées à la pollution ont été utilisées pour calculer les ERI.
- Situations projetées :
 - A : 2023 Situation actuelle
 - B : 2028 Sans projet
 - C : 2028 Avec projet – Résident Hors Projet – Crèche Hors Projet
 - D : 2028 Avec projet – Résident Hors Projet – Crèche du Projet
 - E : 2028 Avec projet – Résident du Projet – Crèche Hors Projet
 - F : 2028 Avec Projet – Résident du Projet – Crèche du Projet

En considérant les ERI par composés, pour l’ensemble des horizons, situations et scénarios d’exposition, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c’est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10⁻⁵), en ne tenant compte que du trafic sur le réseau d’étude et sur le Boulevard Périphérique.

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons, situations et scénarios d’exposition, en ne tenant compte que du trafic sur le réseau d’étude et sur le Boulevard Périphérique.

Tableau 84 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Enfant »

ENFANT	A	B	C	D	E	F
Acétaldéhyde	3,36E-09	2,16E-09	2,18E-09	1,97E-09	2,95E-09	2,73E-09
Arsenic	5,38E-12	5,58E-12	5,65E-12	5,05E-12	7,22E-12	6,62E-12
Benzène	4,69E-08	2,20E-08	2,22E-08	1,98E-08	2,80E-08	2,56E-08
1,3-butadiène	1,51E-10	1,10E-10	1,12E-10	1,02E-10	1,56E-10	1,46E-10
Cadmium	2,09E-10	2,19E-10	2,22E-10	1,98E-10	2,83E-10	2,59E-10
Chrome	6,90E-08	6,83E-08	6,91E-08	6,19E-08	8,94E-08	8,21E-08
Dioxines	8,86E-12	5,99E-12	6,06E-12	5,41E-12	7,67E-12	7,02E-12
Éthylbenzène	1,48E-09	7,49E-10	7,58E-10	6,75E-10	9,54E-10	8,71E-10
Formaldéhyde	1,50E-08	9,49E-09	9,61E-09	8,68E-09	1,30E-08	1,20E-08
Furanes	3,81E-12	2,58E-12	2,61E-12	2,33E-12	3,30E-12	3,02E-12
Naphtalène	1,91E-08	1,77E-08	1,79E-08	1,59E-08	2,25E-08	2,06E-08
Nickel	3,21E-11	3,45E-11	3,49E-11	3,12E-11	4,43E-11	4,05E-11
Plomb	2,23E-12	2,32E-12	2,35E-12	2,10E-12	3,00E-12	2,75E-12
Particules diesel	1,10E-06	7,04E-07	7,12E-07	6,36E-07	9,10E-07	8,35E-07
16 HAP eq BaP	8,73E-09	7,99E-09	8,09E-09	7,22E-09	1,03E-08	9,47E-09
Cumulé	1,27E-06	8,32E-07	8,42E-07	7,53E-07	1,08E-06	9,89E-07

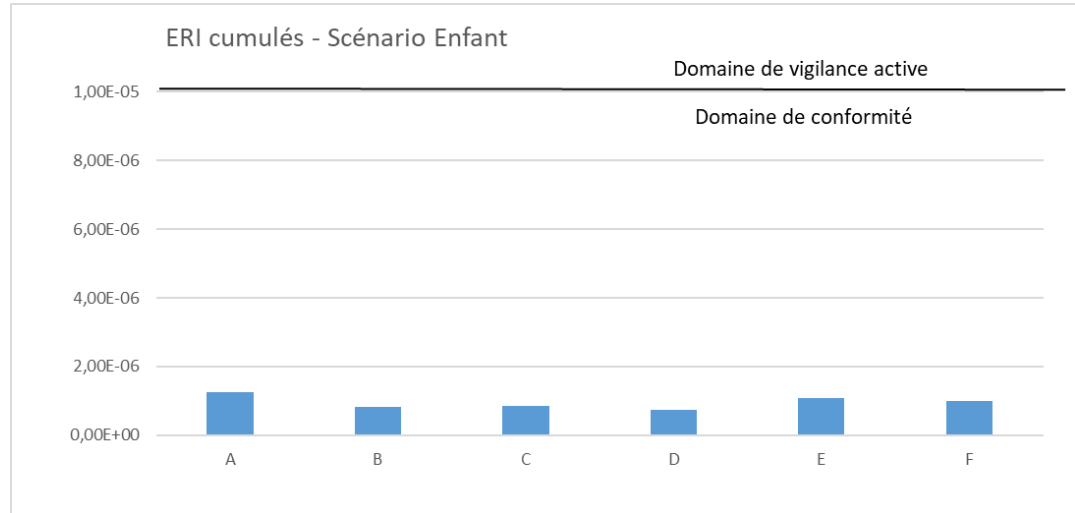


Figure 101 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario enfant (de 0 à 11 ans) - A [2023 Situation actuelle] ; B [2028 Sans projet] ; C [2028 Avec projet, Résident Hors Projet, Crèche Hors Projet] ; D [2028 Avec projet, Résident Hors Projet, Crèche du Projet] ; E [2028 Avec projet, Résident du Projet, Crèche Hors Projet] ; F [2028 Avec Projet, Résident du Projet, Crèche du Projet]

❖ Scénario « Résident »

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons, situations et scénarios d'exposition, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10⁻⁵), en ne tenant compte que du trafic sur le réseau d'étude et sur le Boulevard Périphérique.

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons, situations et scénarios d'exposition, en ne tenant compte que du trafic sur le réseau d'étude et sur le Boulevard Périphérique.

Tableau 85 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Résident »

RÉSIDENT	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet – Résident Hors Projet	2028 Avec projet – Résident Projet
Acétaldéhyde	4,05E-09	2,55E-09	2,59E-09	3,76E-09
Arsenic	6,32E-12	6,50E-12	6,60E-12	9,00E-12
Benzène	5,37E-08	2,55E-08	2,59E-08	3,48E-08
1,3-butadiène	1,81E-10	1,32E-10	1,34E-10	2,02E-10
Cadmium	2,46E-10	2,55E-10	2,59E-10	3,53E-10
Chrome	8,14E-08	7,98E-08	8,10E-08	1,12E-07
Dioxines	1,03E-11	6,96E-12	7,07E-12	9,53E-12
Éthylbenzène	1,68E-09	8,68E-10	8,82E-10	1,18E-09
Formaldéhyde	1,81E-08	1,12E-08	1,14E-08	1,65E-08
Furanes	4,44E-12	3,00E-12	3,04E-12	4,10E-12
Naphtalène	2,22E-08	2,05E-08	2,08E-08	2,79E-08
Nickel	3,76E-11	4,01E-11	4,07E-11	5,50E-11
Plomb	2,63E-12	2,70E-12	2,75E-12	3,75E-12
Particules diesel	1,30E-06	8,19E-07	8,32E-07	1,14E-06
16 HAP eq BaP	1,02E-08	9,31E-09	9,45E-09	1,29E-08
Cumulé	1,49E-06	9,69E-07	9,84E-07	1,35E-06

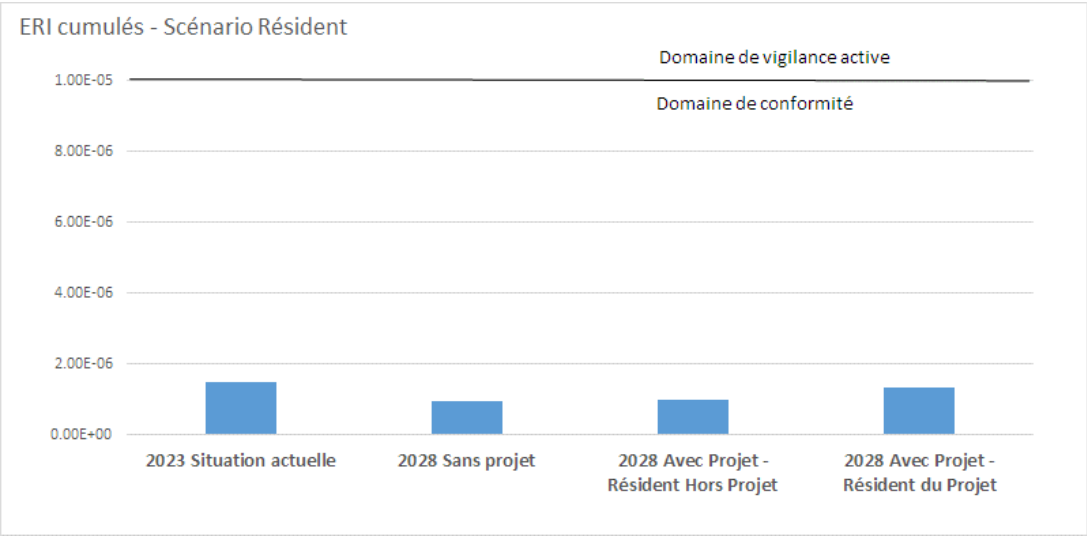


Figure 102 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario résident

En ne tenant compte que des concentrations dans l’air induites par les émissions provenant du trafic sur le réseau d’étude et sur le Boulevard Périphérique, il est constaté que :

- Les ERI par composé et les ERI cumulés sont tous inférieurs à 10⁻⁵ et donc tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons, situations et scénarios d’exposition examinés.
- Les ERI cumulés aux horizons futurs sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle.
- Les ERI cumulés calculés pour les résidents de la zone d’étude (en dehors du projet) pour la situation projetée sont équivalents aux ERI cumulés calculés en situation Fil de l’eau (différences non significatives entre les valeurs des ERI cumulés).
- Les ERI cumulés calculés pour les résidents du projet sont légèrement supérieurs à ceux calculés pour les résidents hors projet, à situation futur équivalente (projetée ou cumulée).

La réalisation du projet n’est pas de nature à exercer d’impact significatif sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences minimales voire négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations ‘Fil de l’Eau’ et ‘projet’) pour ce qui concerne les effets sans seuils.

La localisation du projet n’engendre pas de risque sanitaire plus important pour les futurs résidents du projet comparativement aux résidents de la zone d’étude hors emprise projet, concernant les effets sans seuil.

19.6. ÉVALUATION DE L’INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS AIGUS : COMPARAISON AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L’OMS

L’Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des seuils en dessous desquels une exposition à ces concentrations ne révèle aucun effet sur la santé.

Les concentrations (émissions du réseau d’étude + Bd Périphérique) maximales (horaires ou journalières), recalées avec les concentrations de fond, calculées au niveau de chaque type de lieux vulnérables existants, les concentrations maximales au niveau des habitations de la zone d’étude (habitants hors emprise projet) et les concentrations maximales et moyennes sur l’emprise projet (habitants du projet) et les futurs utilisateurs de la crèche en projet sont comparées aux recommandations journalières et/ou horaires de l’OMS pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5}. Les résultats sont regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 86 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – PM10

PM10 (µg/m³) Moyenne journalière maximale	Recommandation journalière de l’OMS		45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	19,9	19,4	19,5
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	20,3	20,0	20,0
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	18,9	18,5	18,5
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	18,8	18,5	18,5
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	21,9	21,7	21,7
Max Zone Projet	20,4	19,9	20,0
Moyenne zone projet	19,6	19,2	19,3
CRECHE EN PROJET	-	-	19,0
Nota Bene	Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le Boulevard Périphérique auxquels sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 87 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) Moyenne journalière maximale	Recommandation journalière de l’OMS		15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	11,3	11,0	11,0
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	11,6	11,3	11,3
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	10,6	10,4	10,4
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	10,5	10,3	10,3
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	12,7	12,4	12,5
Max Zone Projet	11,6	11,3	11,3
Moyenne zone projet	11,1	10,8	10,8
CRECHE EN PROJET	-	-	10,7
Nota Bene	Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le Boulevard Périphérique auxquels sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air		

Seuil respectéSeuil dépassé

Tableau 88 : Comparaison aux recommandations de l’OMS pour les effets aigus – NO₂

NO ₂ (µg/m³) Moyenne journalière maximale	Recommandation journalière de l’OMS		25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	31,0	29,2	29,2
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	32,8	30,9	30,9
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	27,9	26,8	26,8
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	27,7	26,6	26,6
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	38,3	35,4	35,4
Max Zone Projet	32,6	30,4	30,4
Moyenne zone projet	30,2	28,7	28,7
CRECHE EN PROJET	-	-	28,0
NO ₂ (µg/m³) Moyenne horaire maximale	Recommandation horaire de l’OMS		200 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Fil de l’eau	2028 Projetée
HABITATIONS ZONE D’ETUDE - MAX	38,1	34,3	34,5
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	44,8	40,6	40,6
MATERNELLE LA PLUS EXPOSEE	31,3	29,7	29,7
ÉLEMENTAIRE LA PLUS EXPOSEE	30,7	29,1	29,1
PRIMAIRE LA PLUS EXPOSEE	55,6	49,5	49,5
Max Zone Projet	41,0	36,8	37,0
Moyenne zone projet	35,7	32,9	33,0
CRECHE EN PROJET	-	-	31,9
Nota Bene	Ces résultats considèrent l’effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le Boulevard Périphérique auxquels sont ajoutées les concentrations de fond urbain afin de tenir compte des autres sources d’émissions de la zone d’étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l’OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l’air		

Seuil respectéSeuil dépassé

En considérant les émissions des brins du réseau d’étude et du Boulevard Périphérique additionnées aux concentrations de fond, pour le NO₂ en moyenne horaire et les particules PM10 et PM2,5 en moyenne journalière, les recommandations de l’OMS sont respectées en situation « Actuelle » 2023 et à l’horizon 2028 en situations « Fil de l’eau » et « Projet », pour les lieux vulnérables existants, les résidents de la zone d’étude (hors emprise projet) et les résidents/utilisateurs de la crèche du projet.

En revanche, la recommandation journalière de l’OMS pour le NO₂, est dépassée pour tous les enjeux populationnels.

Pour les enjeux populationnels, les concentrations maximales horaires et/ou journalières en NO₂, PM10 et PM2.5 calculées à l’horizon futur 2028 (fil de l’eau comme projet) sont toutes inférieures à celles calculées en situation actuelle.

La réalisation du projet en comparaison au scénario sans projet ne va pas modifier l’exposition des populations de la zone d’étude (les différences de concentrations sont négligeables entre les situations projet et fil de l’eau).

Les concentrations maximales calculées pour les résidents du projet sont très légèrement supérieures à celles calculées pour les résidents hors projet, à situation et horizon équivalents. En revanche, en cœur d’îlot, les concentrations calculées (moyenne des concentrations sur l’emprise projet) sont légèrement inférieures à celles calculées pour les résidents hors projet.

Les hausses des concentrations au niveau de la crèche en projet entre les situations Avec et sans Projet sont négligeables (moins de 1 %). Les futurs utilisateurs de cette crèche seront moins exposés que dans la crèche existante la plus exposée.

En définitive, les résidents du projet seront similairement exposés à la pollution atmosphérique que les habitants de la zone d’étude hors du projet. La réalisation du projet n’induit pas une modification de l’exposition des habitants d’ores et déjà présents sur la zone d’étude.

Pour les utilisateurs de la crèche en projet, située en cœur d’îlot, l’exposition sera inférieure à celles des utilisateurs de la crèche la plus exposée actuellement présente sur la zone d’étude.

Il convient, par ailleurs, de retenir qu’en France, les seuils réglementaires applicables à la qualité de l’air ambiant sont définis à l’article R. 221-1 du Code de l’environnement. Pour rappel, l’objectif de qualité est de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂. Il convient de noter également que les lignes directrices de l’OMS ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles apportent un référentiel commun au niveau international et permettent des comparaisons, et ce, malgré des réglementations nationales différentes.

Les réglementations françaises et les directives européennes sont quant à elles juridiquement contraignantes pour la gestion de la qualité de l’air.

19.7. 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.

Étape 1 : Identification du danger <i>Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?</i>	• Interaction de mélanges de polluants • Produits de dégradation des molécules mal connus • Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal
Étape 2 : Choix de la VTR <i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?</i>	• Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations • Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme) • Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l'Exposition <i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?</i>	• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) • Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace • Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque <i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?</i>	• Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées) • Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat • Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.

À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.

Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission. Toutefois, la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes, et/ou la sévérité des effets sanitaires, amènent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l'Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'Homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des Valeurs Toxicologiques de Référence [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.

Incertainitudes 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.).

19.8. SYNTHÈSE DE L'EQRS – IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

Voie d'exposition inhalation

Les données trafic font ressortir que la réalisation de l'aménagement se traduira par une très légère hausse des volumes de trafic par rapport à la situation « Actuelle » 2023 et à la situation « Fil de l'eau » 2028 sur le réseau d'étude.

En considérant les émissions des brins du réseau d'étude et du Boulevard Périphérique, ainsi que les concentrations de fond pour le NO₂, les PM10 et les PM2,5, il est constaté que :

- En situation « actuelle » et à l'horizon futur 2028 (avec et sans projet) et pour tous les scénarios d'exposition étudiés (enfant en bas âge, écolier et résident), tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible.
- Les Excès de Risque Individuels par composé et en cumul sont tous inclus dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10⁻⁵ correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée) en situation « actuelle » et à l'horizon futur 2028 (avec et sans projet) sur la zone d'étude, quel que soit le scénario d'exposition étudié (enfant et résident).
- Aucune différence significative n'est relevée concernant les indicateurs sanitaires calculés pour les populations d'ores et déjà présentes sur la zone d'étude, que cela soit en situation avec ou sans projet en 2028.
- Les indicateurs calculés pour les résidents du projet très légèrement supérieurs à ceux calculés pour les résidents hors projet à horizon et situation équivalents mais ne sont pas de nature à engendrer un risque sanitaire significativement supérieur.

L'aménagement projeté n'est pas de nature, à exercer d'impact sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences minimales voire négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations 'Fil de l'Eau' et 'projet'). La localisation du projet n'est pas de nature à induire une exposition des futurs résidents supérieure à celle des résidents de la zone d'étude hors du projet (les valeurs des indicateurs sanitaires pour les **résidents** du projet les plus exposés sont très légèrement supérieures à celles pour les résidents hors projet, tandis que celles des résidents du projet en cœur d'îlot sont inférieures à celles des habitants hors projet ; les valeurs des indicateurs sanitaires pour les utilisateurs de la **crèche** en projet sont inférieures à celles des utilisateurs de la crèche d'ores et déjà présente la plus exposée à horizon et scénario équivalent).

20. IMPACT DU PROJET SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

20.1. GÉNÉRALITÉS

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement.

Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [CO₂] ;
- Le méthane [CH₄] ;
- Le protoxyde d'azote [N₂O].

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère.

Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO₂) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes équivalent CO₂, quel que soit le GES considéré.

❖ Les GES en Île-de-France et à Paris 19^{ème}

Les émissions de GES directes et indirectes en 2019 en Île-de-France représentent près de 37 920 kteqCO₂ (Scope 1+2). La répartition par secteurs est illustrée en figure suivante.

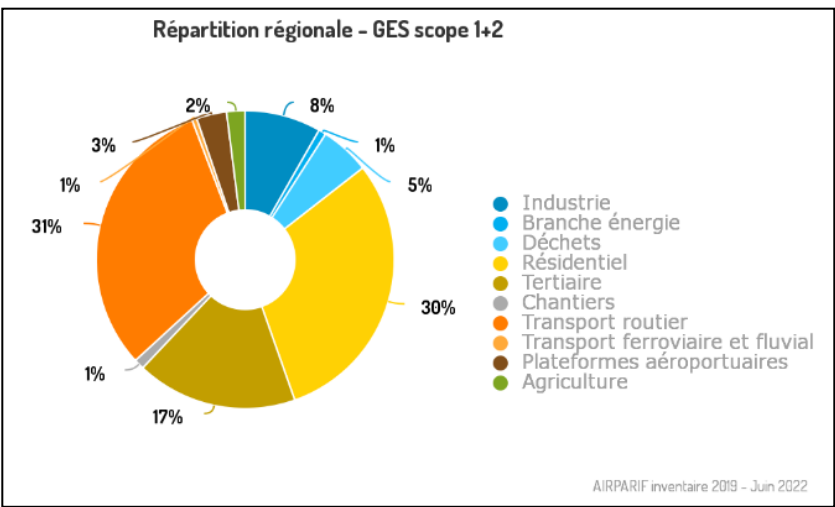


Figure 103 : Contribution par secteur (en %) aux émissions de GES (scope 1+2) en Île-de-France pour l'année 2019 (Source : Données Airparif)

En 2019, le transport routier est le principal contributeur aux émissions de GES directes et indirectes (GES scope 1 et 2) du territoire francilien avec 31 %, suivi par le secteur résidentiel avec 30 %. Viennent ensuite le tertiaire (17 %), le secteur industriel (8 %) et les déchets (5 %). Les autres secteurs contribuent pour moins de 5 % chacun.

L'évolution des émissions de GES en Île-de-France entre 2005 et 2019 tous secteurs confondus, est fournie ci-dessous.

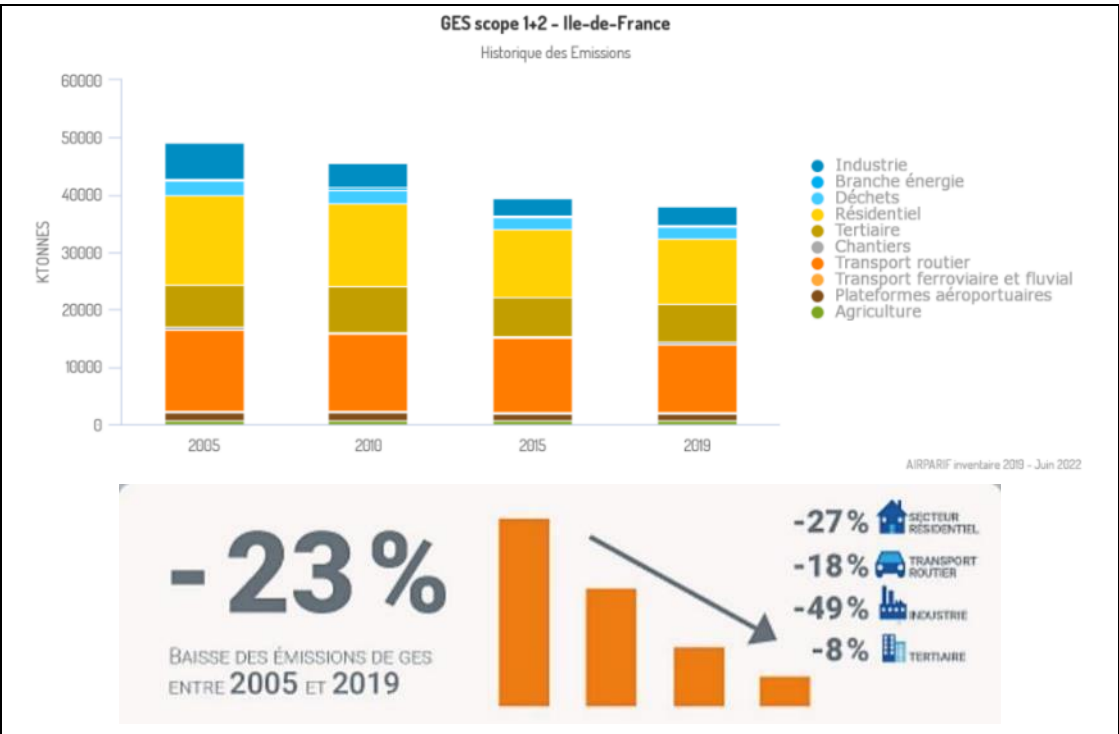


Figure 104 : Évolution des émissions de GES en Île-de-France entre 2005 et 2019 (source : Airparif)

Dans l'ensemble, les émissions directes et indirectes de Gaz à Effet de Serre en équivalent CO₂ ont diminué de 23 % entre 2005 et 2019 en Île-de-France.

L'évolution des émissions de GES, directement liées aux consommations d'énergie, est plus faible que celle des polluants atmosphériques (NOx, particules...), dont la baisse est accrue par les améliorations technologiques de dépollution à l'échappement. Ces dernières n'induisent pas de baisse des émissions de GES qui sont directement liées à la consommation énergétique.

À Paris 19^{ème}, la répartition des émissions de GES (scopes 1 et 2) par secteur (graphiques suivants) est sensiblement différente de celle de la région. En 2019, 310 kteqCO₂ de GES ont été émises à Paris 19^{ème}. Le secteur résidentiel est prépondérant avec 135 kteqCO₂, suivi par le tertiaire et les transports routiers (respectivement 83 et 77 kteqCO₂). Les énergies fossiles représentent environ 49 % des énergies consommées sur la commune.

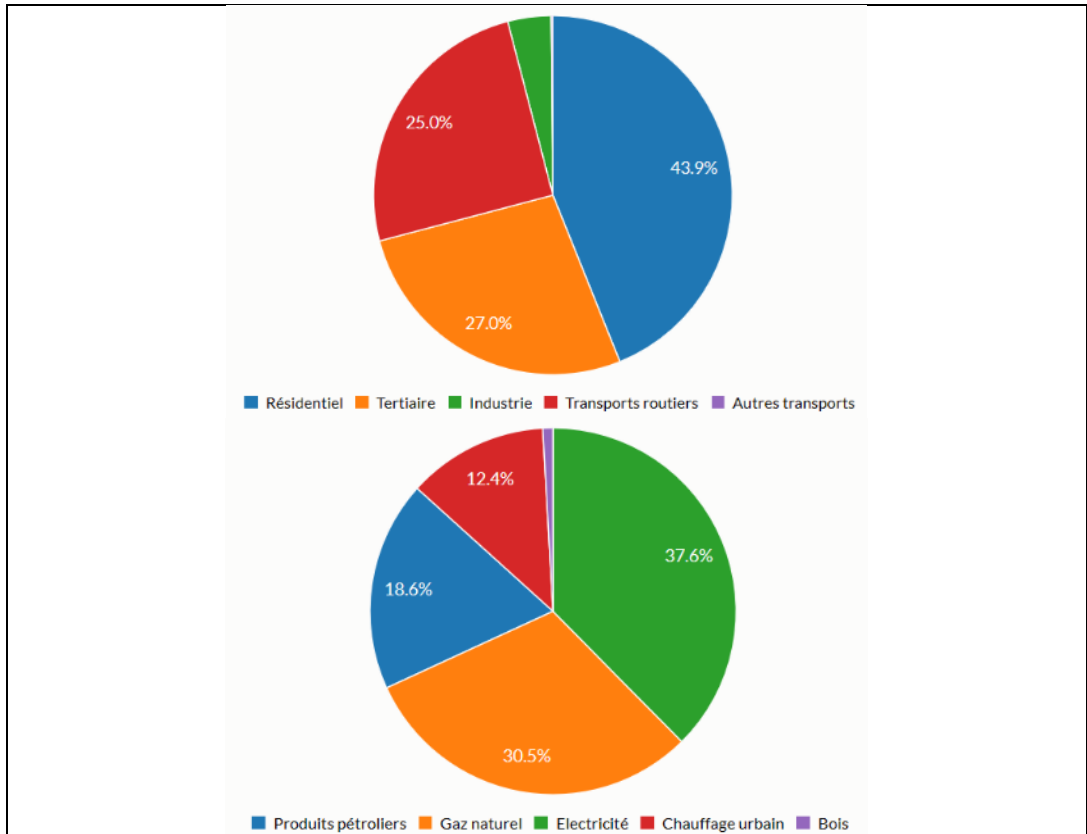


Figure 105 : Répartition sectorielle des émissions directes et indirectes de GES en 2019 (en haut) et énergies consommées en 2019 (en bas) à Paris 19^{ème} (Source : Energif/ROSE⁴⁰)

❖ **Secteur résidentiel**

Le mix énergétique en 2019 du secteur résidentiel pour l'Île-de-France est précisé sur le diagramme suivant.

Les énergies fossiles représentent 55 % des énergies consommées par ce secteur en Île-de-France en 2019. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel en Île-de-France pour l'année 2019 sont de 11 430 kilo tonnes équivalent CO₂ (11 430 ktCO₂e), soit 30 % des émissions régionales de GES.

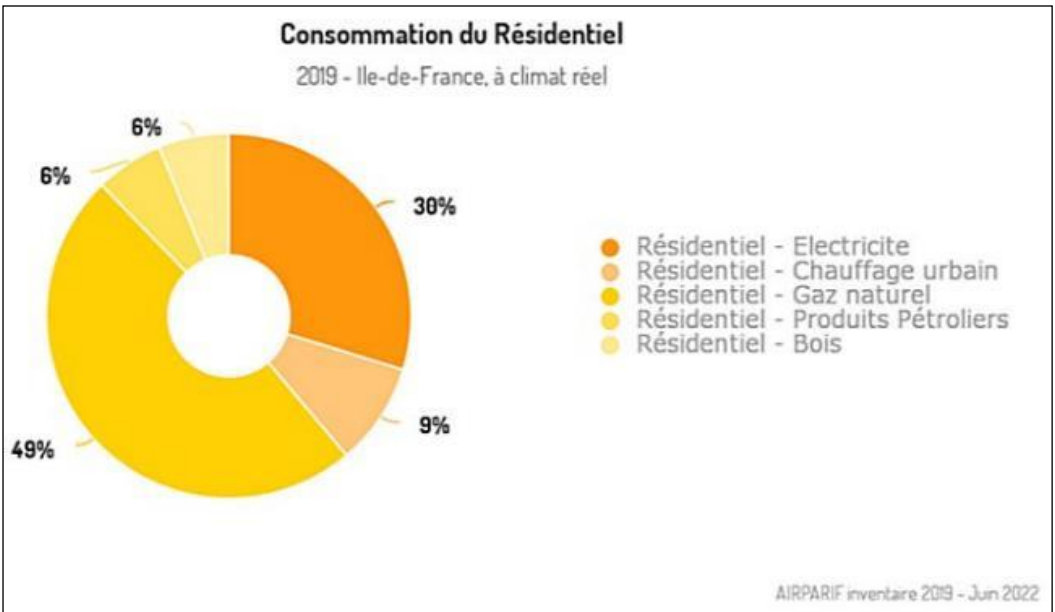


Figure 106 : Mix énergétique du secteur résidentiel en Ile de France en 2019 (source : Airparif)

La répartition des émissions de GES du secteur résidentiel en Île-de-France et leur évolution entre 2005 et 2019 est illustrée sur l'histogramme ci-après.

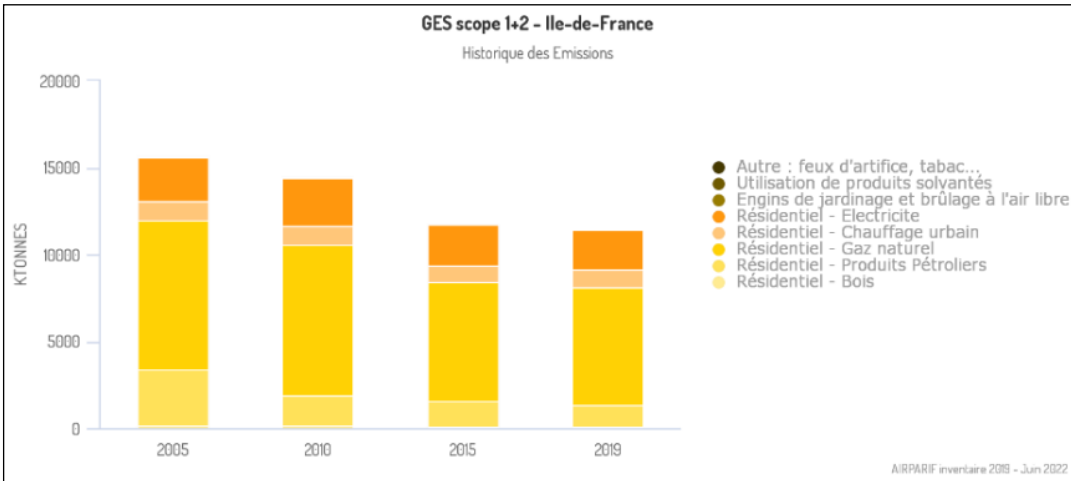


Figure 107 : Émissions de GES du secteur résidentiel en Ile-de-France entre 2005 et 2019 (Source : Airparif)

Une baisse de 27 % des émissions directes et indirectes de GES est observée en 14 ans pour ce secteur.

Les émissions directes et indirectes de GES sont liées à la consommation d'énergie, c'est pourquoi elles font apparaître des émissions liées à l'électricité et aux réseaux de chaleur.

⁴⁰ <https://www.institutparisregion.fr/cartographies-interactives/energif-rose.html#>

Le gaz naturel et l'électricité, énergies les plus consommées sur le territoire, représentent les principaux émetteurs de GES Scope 1+2. Sur 14 ans, leurs émissions sont en baisse, respectivement de 20 % et 10 % pour le gaz naturel et l'électricité. Les émissions dues aux réseaux de chaleur et aux produits pétroliers ont également diminué (-10 % et -60 %).

La baisse globale est liée à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et des équipements de chauffage, associée à des changements de combustible. La baisse relative à la consommation d'électricité est moindre, compte-tenu de l'augmentation des usages spécifiques.

Les histogrammes suivants représentent les données de consommations énergétiques du secteur résidentiel à Paris 19^{ème} en 2019 et le parc résidentiel en 2020.

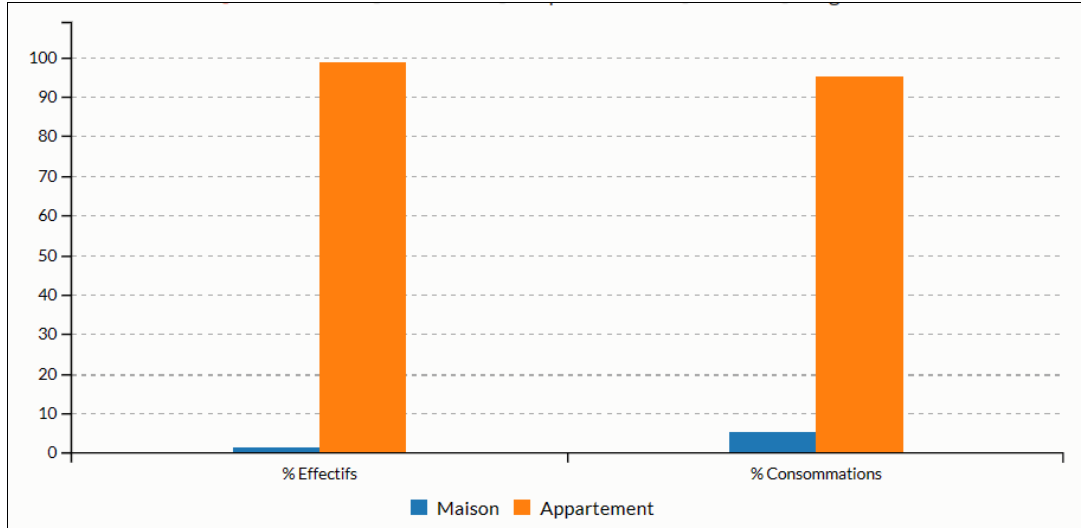


Figure 108 : Composition du parc résidentiel en 2020 et part des consommations entre maisons et appartements et 2019 à Paris 19^{ème} (source : INSEE et Energif/ROSE)

Le chauffage des habitations représente environ 57 % des consommations énergétiques du secteur résidentiel du 19^{ème} arrondissement de Paris.

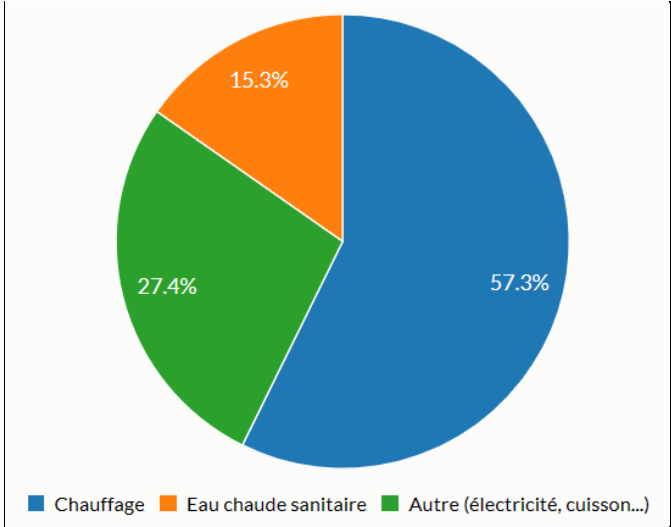


Figure 109 : Répartition de la consommation énergétique du secteur résidentiel par usage en 2019 à Paris 19^{ème} (Source : Energif/ROSE)

❖ **Secteur tertiaire**

Le mix énergétique en 2019 du secteur tertiaire en Île-de-France est représenté ci-après.

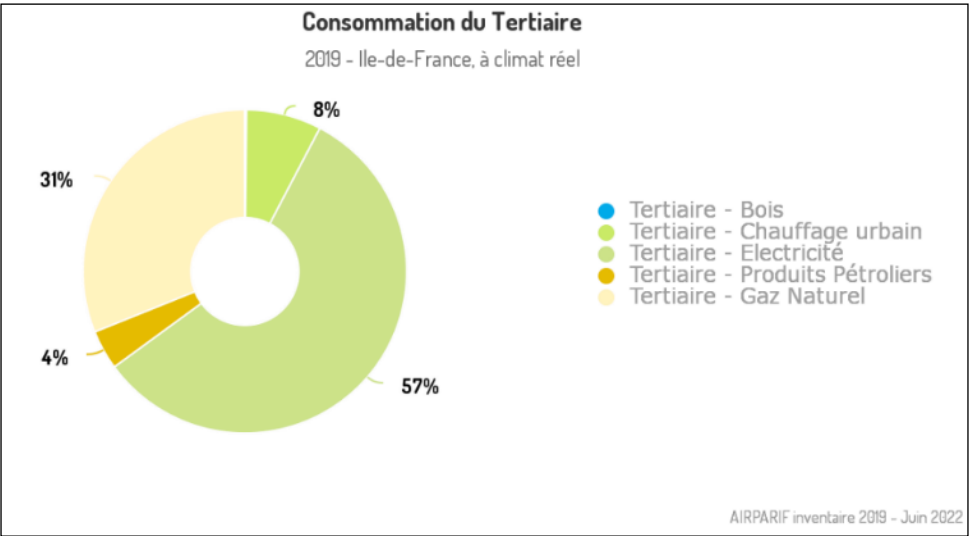
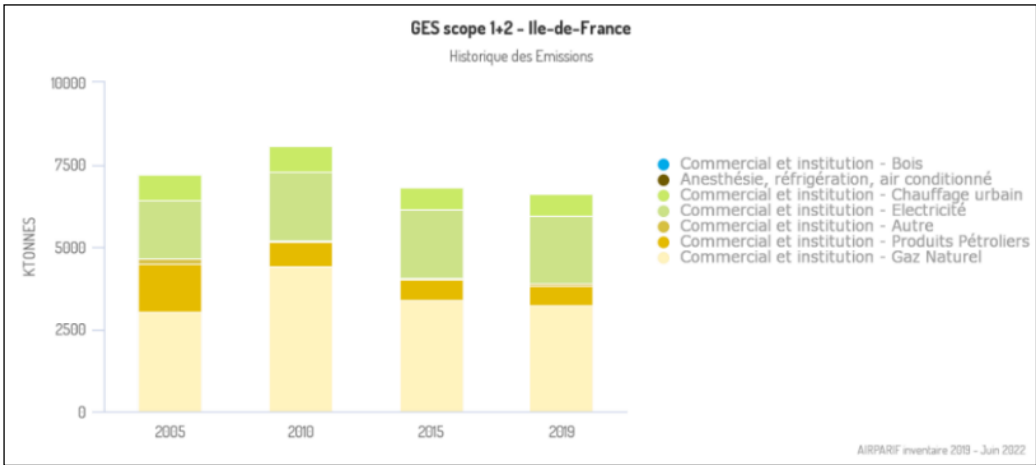


Figure 110 : Mix énergétique du secteur tertiaire en Ile de France en 2019 (source : Airparif)

Les énergies fossiles représentent plus du tiers des énergies consommées par le secteur tertiaire en Île-de-France, en 2019. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire en Île-de-France pour l'année 2019 sont de 6 620 kilo tonnes équivalent CO₂ (6 620 ktCO₂e), soit 17 % des émissions régionales de GES.

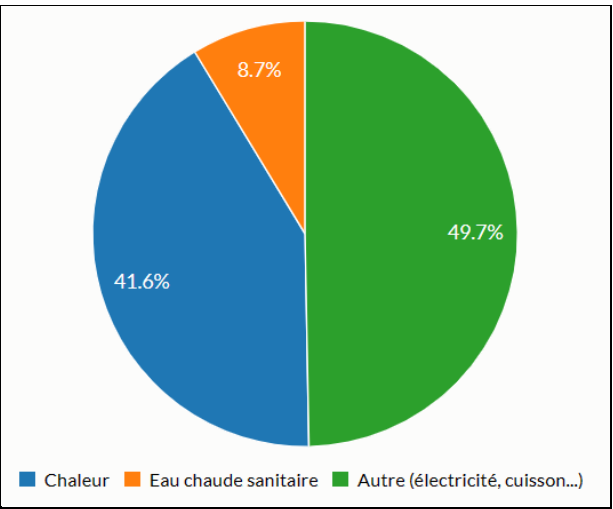
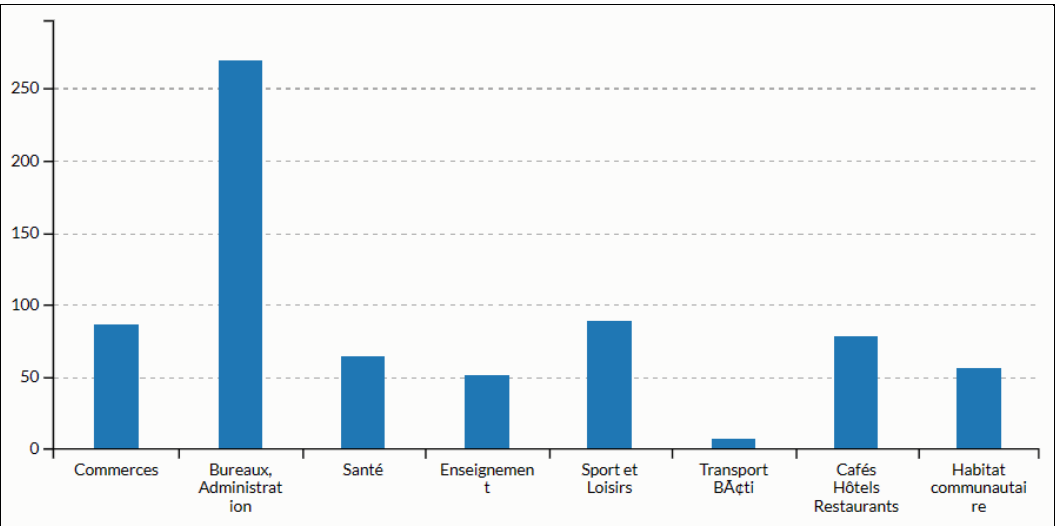
La répartition des émissions de GES du secteur tertiaire en Île-de-France et l'évolution entre 2005 et 2019 est illustrée ci-après.



Une baisse de 8 % des émissions directes et indirectes de GES est observée en 14 ans pour ce secteur en Île-de-France.

Le gaz naturel et l'électricité, énergies les plus consommées du secteur tertiaire sur le territoire, sont les principaux émetteurs de GES 1+2. En lien avec leur consommation, leurs émissions évoluent sur 14 ans, respectivement de +6 % et +16 %, avec une hausse entre 2005 et 2010 de 45 % pour le gaz naturel, et de 17 % pour l'électricité, en partie liée à la rigueur de l'hiver 2010. Quant aux émissions dues aux réseaux de chaleur et aux produits pétroliers, elles ont diminué (-15 % et -58 %), en lien avec la baisse de leurs consommations (-7 % et -55 %).

Les graphiques suivants illustrent les données de consommations énergétiques du secteur tertiaire pour le 19^{ème} arrondissement de Paris en 2019.



Les bureaux/administrations sont les principaux consommateurs d'énergie du secteur tertiaire à Paris 19^{ème} en 2019.

Les consommations d'énergie autres que le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont égales à près de la moitié des consommations énergétiques du secteur tertiaire à Paris 19^{ème} en 2019.

❖ Transport routier

Selon les inventaires du CITEPA⁴¹, en faisant exception de l'année 2020 exceptionnelle du fait des mesures de restriction de déplacement liée à la lutte contre l'épidémie de Covid-19, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).

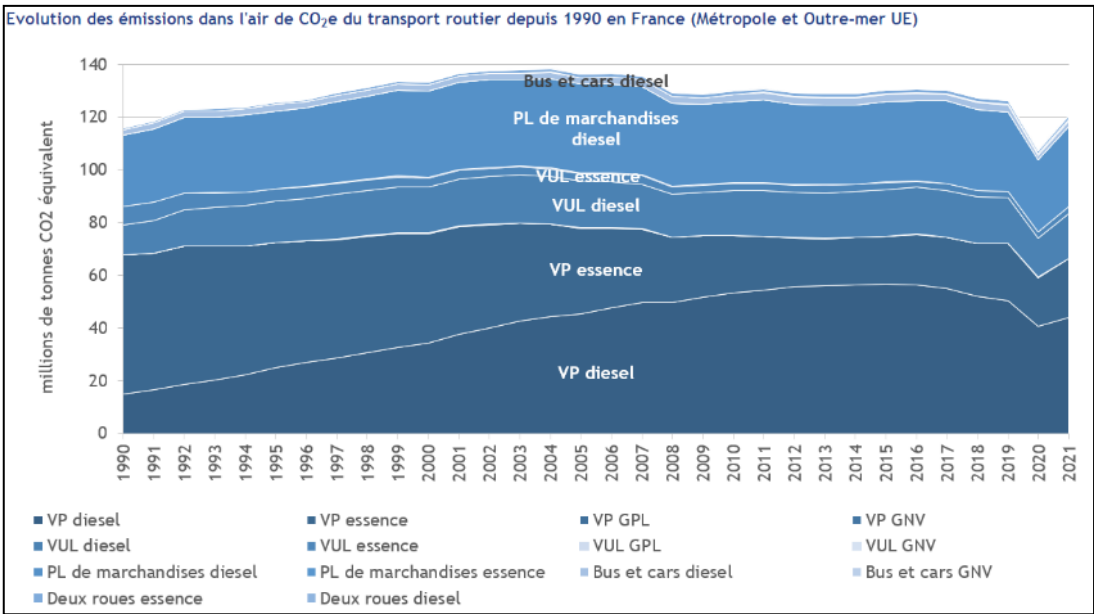


Figure 114 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO₂ du transport routier (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN)

Cette baisse s'explique par la dédiésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

Le diagramme suivant présente les émissions de GES par type de transports en France, en 2021. Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.

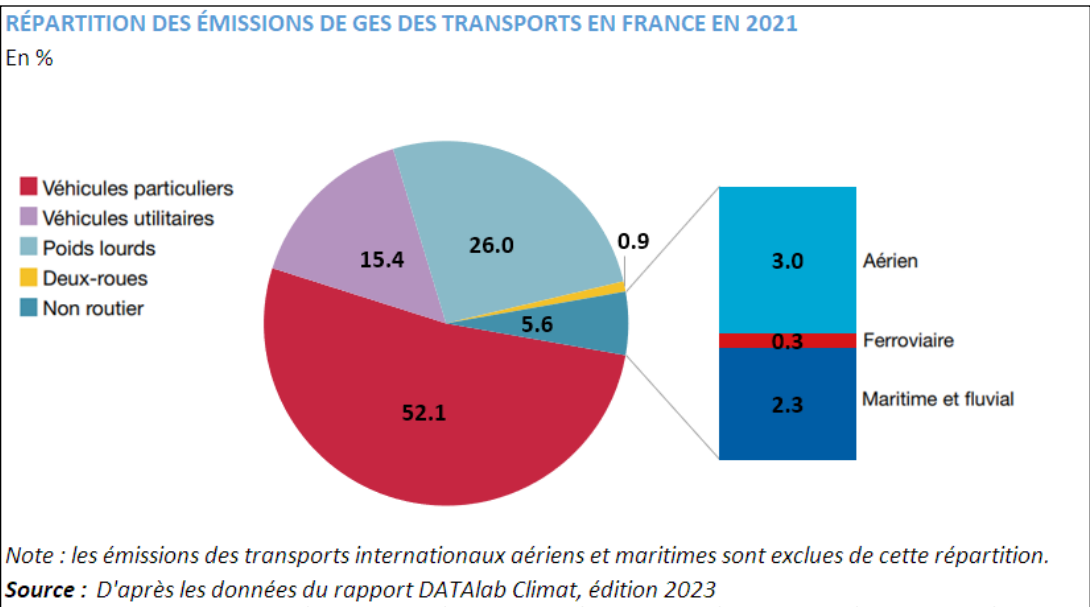


Figure 115 : Émissions de GES par type de transports en France (source : D'après les données DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2023 ; Ministère de la Transition Énergétique)

La répartition des émissions de GES du transport routier en Île-de-France et l'évolution entre 2005 et 2019 est schématisée ci-dessous.

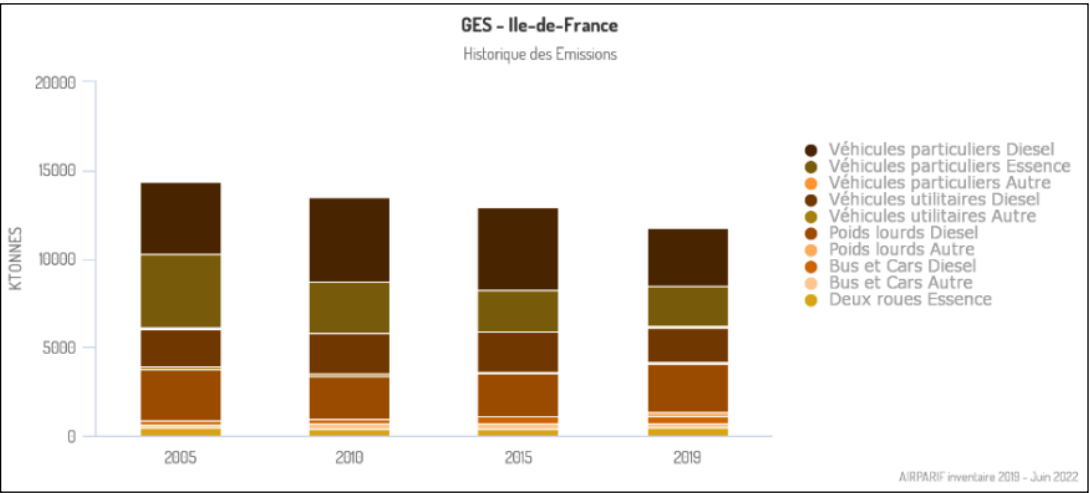


Figure 116 : Émissions de GES du transport routier en Ile-de-France entre 2005 et 2019 (Source : Airparif)

Selon Airparif, le transport routier représentait 31 % des émissions de GES en Île-de-France en 2019 (soit 11 770 kteqCO₂). Entre 2005 et 2019, les émissions de GES ont baissé de 18 % pour ce secteur.

⁴¹ Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

Les émissions de GES liées aux VP diesel, principaux contributeurs, sont en baisse de 20 % entre 2005 et 2019 (-31 % depuis 2015), la part de ces véhicules ayant tendance à reculer dans le parc ces dernières années.

Parmi les autres contributeurs notables, les émissions de GES des poids lourds diesels marquent une légère baisse de 3 % liée à une baisse des kilomètres parcourus, celles liées aux VP essence diminuent de 45 % et celles des VUL diesel diminuent de 6 %.

L'évolution des émissions de GES des différents types de véhicules est liée d'une part à leur contribution aux kilomètres parcourus, mais également aux consommations unitaires des véhicules qui ont tendance à diminuer.

20.2. ÉMISSIONS DE GES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

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 les tableaux et figures suivants.

Tableau 89 : Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

[kilo équivalent 100 ans CO ₂ /jour]	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
CO ₂ [PRG = 1]	2 393,6	2 316,1	2 374,7
N ₂ O [PRG = 265]	34,2	32,1	32,9
CH ₄ [PRG = 30]	1,3	1,0	1,0
TOTAL	2 429,1	2 349,2	2 408,7

PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME via le 5^e rapport du GIEC de 2013⁴²

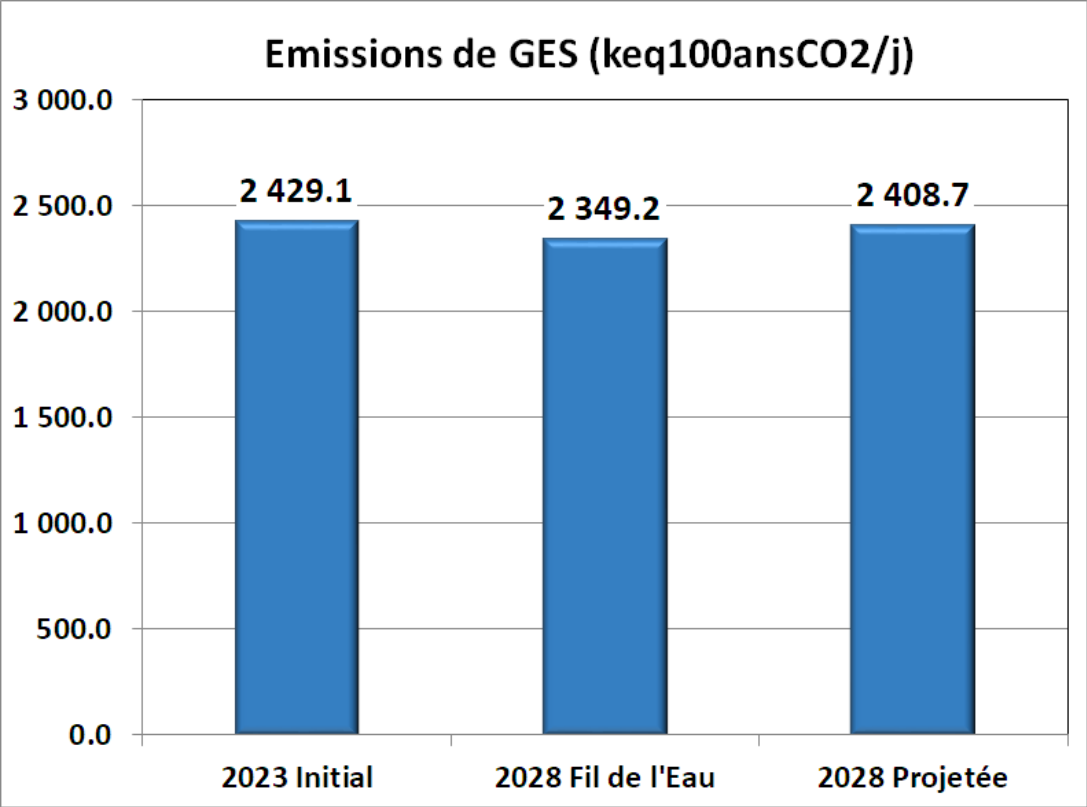


Figure 117: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO₂/jour) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle – Phase exploitation

Les quantités de Gaz à Effet de Serre sont dépendantes de la tendance des consommations de carburant.

Les consommations de carburant sur le réseau d'étude diminuent quels que soient l'horizon et la situation, par rapport à la situation 'Actuelle'. La réalisation du projet induit une légère augmentation (situation « Projetée » 2028) des consommations de carburant sur le réseau d'étude par rapport à la situation « Fil de l'Eau » 2028.

En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier suivent la même trajectoire.

Répartition des différents GES émis

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).

⁴² https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf

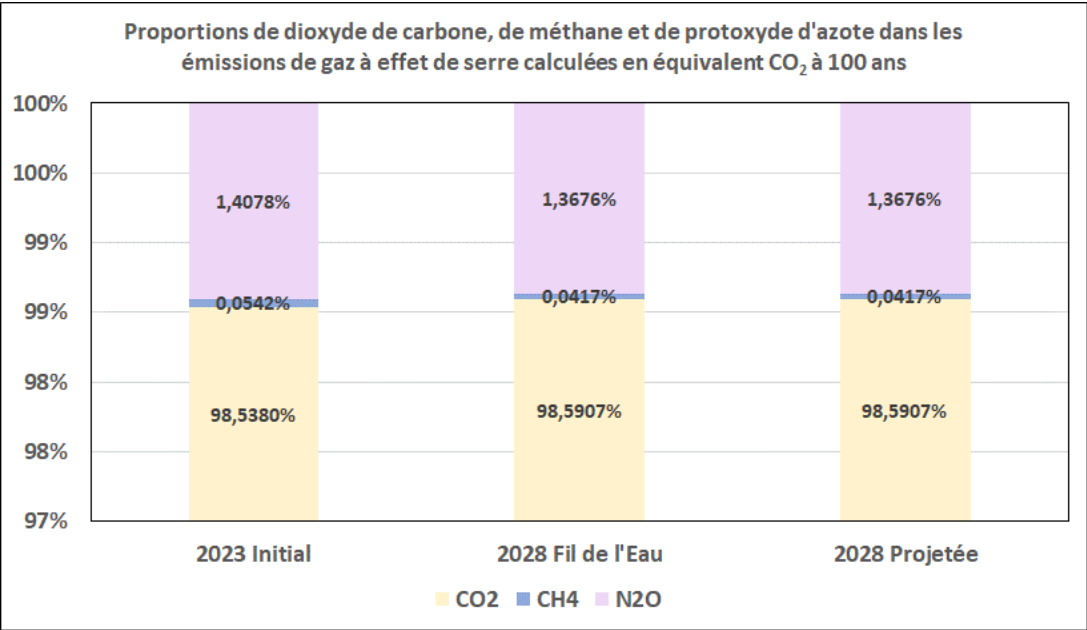


Figure 118: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

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 à motorisations alternatives (électriques et/ou hybrides, ...).

Les quantités de GES sont dépendantes de la tendance des consommations en carburant. Par rapport à la situation « Actuelle », sur le réseau d'étude, les émissions de GES diminuent quels que soient l'horizon et la situation (-3,2 % en situation « Fil de l'eau » 2028 ; -0,8 % en situation « Projetée » 2028), cela étant à corréliser avec l'évolution des consommations énergétiques. Sur le réseau d'étude, la réalisation du projet va induire une légère augmentation des émissions de GES de (+2,5 % en situation « Projetée » 2028), par rapport à la situation « Fil de l'Eau » 2028.

21. COÛTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

21.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

21.1.1. Généralités

Il est extrêmement complexe de calculer le coût social, économique et sanitaire, car selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenues, des écarts sont observés dans les résultats.

Toutefois quelques résultats sont disponibles suite à la réalisation de quelques études :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.
- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction", le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an.

21.1.2. Coûts liés aux émissions du trafic routier du réseau d'étude

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.

La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau 90 : 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	1,0
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1,0	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2,0	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2,0	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Compte tenu de la densité de population moyenne de la zone d'étude définie pour les impacts du projet (21 412 hab./km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu urbain très dense (voir tableau suivant).

Tableau 91 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab./km²]	> 4 500	1 500 - 4 500	450 - 1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab./km²]	6 750	2 250	750	250	25

Le document du CGSP précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et le taux d'inflation.

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population. Pour la région Île-de-France, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,8 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2012-2022) l'inflation a été en moyenne de 1,28 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts aux horizons futurs.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau (valeurs journalières et annuelles) et la figure ci-après.

Tableau 92 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude

Type de véhicules	2023 Actuel (en € ₂₀₂₃)	2028 Sans Projet (en € ₂₀₂₈)	2028 Projetée (en € ₂₀₂₈)
Sur une journée			
VL	1 407 €	1 284 €	1 316 €
PL	667 €	624 €	640 €
Coût total/jour	2 074 €	1 908 €	1 956 €
Sur l'ensemble de l'année			
VL	513 k€	470 k€	482 k€
PL	244 k€	229 k€	234 k€
Coût total/an	757 k€	698 k€	716 k€

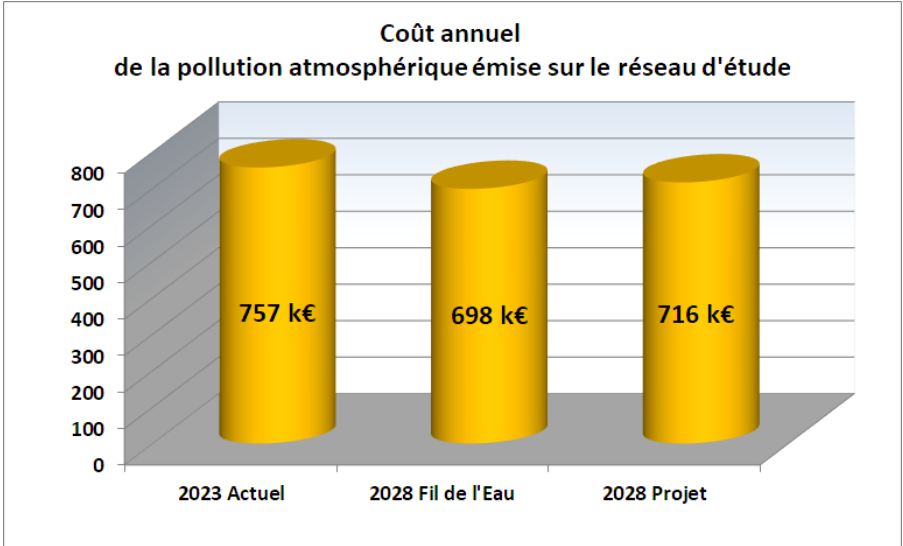


Figure 119 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude

Par rapport à la situation « Actuelle » 2023, le coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude diminue quels que soient l'horizon et la situation (-8,0 % en situation « Fil de l'eau » 2028, -5,7 % en situation « Projetée » 2028). La réalisation du projet engendre une légère augmentation des coûts annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude par rapport à la situation « Fil de l'Eau » 2028 (+2,5 % en situation « Projetée » 2028).

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.

21.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO₂. La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « La valeur de l'action pour le climat » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO₂ émise sont de 135,7 €₂₀₁₈ en 2023 et de 217,3 €₂₀₁₈ en 2028.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V.

La figure et le tableau suivants fournissent l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour toutes les situations considérées.

Tableau 93 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2023 Actuel (en € ₂₀₂₃)	2028 Sans Projet (en € ₂₀₂₈)	2028 Projetée (en € ₂₀₂₈)
Sur une journée	351 €	580 €	595 €
Sur une année	128 k€	212 k€	218 k€

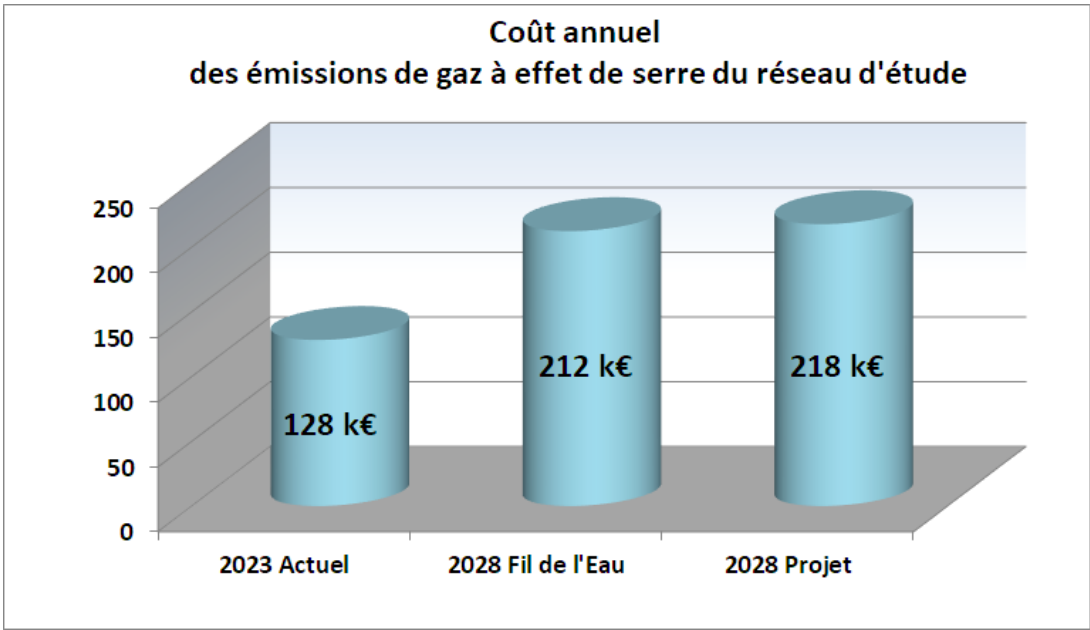


Figure 120 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation « Actuelle », en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Par rapport à la situation « Fil de l'Eau » 2028, la mise en place du projet engendre une légère augmentation du coût des émissions de GES sur le réseau d'étude (+2,5 % en situation « Projetée » 2028).

22. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

22.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution. Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.

En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus. Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

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

- Les particules de l'air extérieur, classées comme cancérogènes pour l'Homme depuis 2013 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC). La toxicité de ces particules provient à la fois de leur composition et de leur taille ;
- Les particules fines PM_{2,5} de diamètre inférieur à 2,5 µm ont un impact sur la mortalité et la morbidité cardio-respiratoire ;
- L'ozone composé ayant un fort pouvoir oxydant est un gaz agressif qui, à fortes concentrations peut pénétrer jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et causer de graves problèmes sanitaires ;
- Le dioxyde d'azote substance fortement irritante des voies respiratoires et dont les principaux effets respiratoires décrits chez l'Homme sont des essoufflements, des obstructions bronchiques, des crises d'asthme, ou encore des bronchites ;
- Les composés organiques volatils (benzène, formaldéhyde, 1,3-butadiène, etc.) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP tels que le benzo[a]pyrène) ;

- Les métaux (tels que l'arsenic, le chrome et le cadmium) ;
- Des agents biologiques, tels que les pollens et moisissures, peuvent également être responsables d'effets sur la santé.

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

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

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les oxydes d'azote (NOx) regroupent essentiellement deux molécules : le monoxyde d'azote [NO] et le dioxyde d'azote [NO₂].

Les oxydes d'azote proviennent essentiellement de procédés fonctionnant à haute température.

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.

Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation) ...

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

Les particules (PM)

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

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

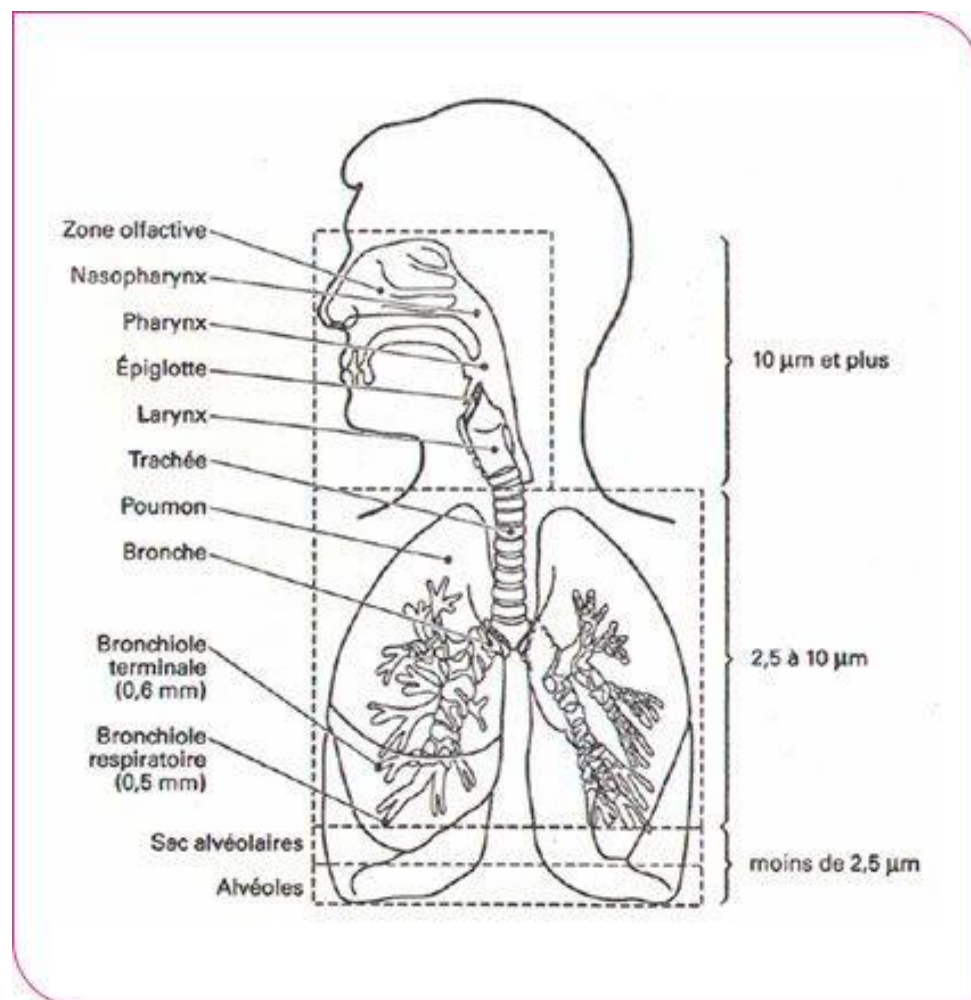


Figure 121: Pénétration des particules dans l'organisme

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

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

L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysemes (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).

L'ozone (O₃)

L'ozone dit 'troposphérique' est un polluant secondaire formé suite à des réactions chimiques entre COV et oxydes d'azote en présence d'ultra-violet (réaction photochimique). Les enfants, les personnes âgées, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires sont particulièrement sensibles à la pollution par l'ozone. Des taux élevés de ce gaz irritant peuvent provoquer toux, inconfort thoracique, essoufflement, irritations nasale et oculaire. La présence importante d'ozone peut également augmenter la sensibilisation aux pollens. En France, l'impact de l'ozone sur la mortalité a pu être évalué par plusieurs études. Santé publique France a montré que l'exposition chronique à l'ozone serait responsable de près de 500 décès pour causes respiratoires chaque année, avec un gradient croissant Nord-Sud très marqué.

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

Le benzène

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

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

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

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

Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

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

Le dioxyde de soufre (SO₂)

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

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

Les métaux lourds

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

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

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

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

Plomb

Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.

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

Cadmium

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

Arsenic

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

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

Nickel

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

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont issus des combustions incomplètes, de l'utilisation de solvants, de dégraissants, et de produits de remplissage des réservoirs d'automobiles, de citernes, etc.

Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérigènes (benzène, benzo-(a)pyrène).

L'ammoniac [NH₃]

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

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

Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

22.2. 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).

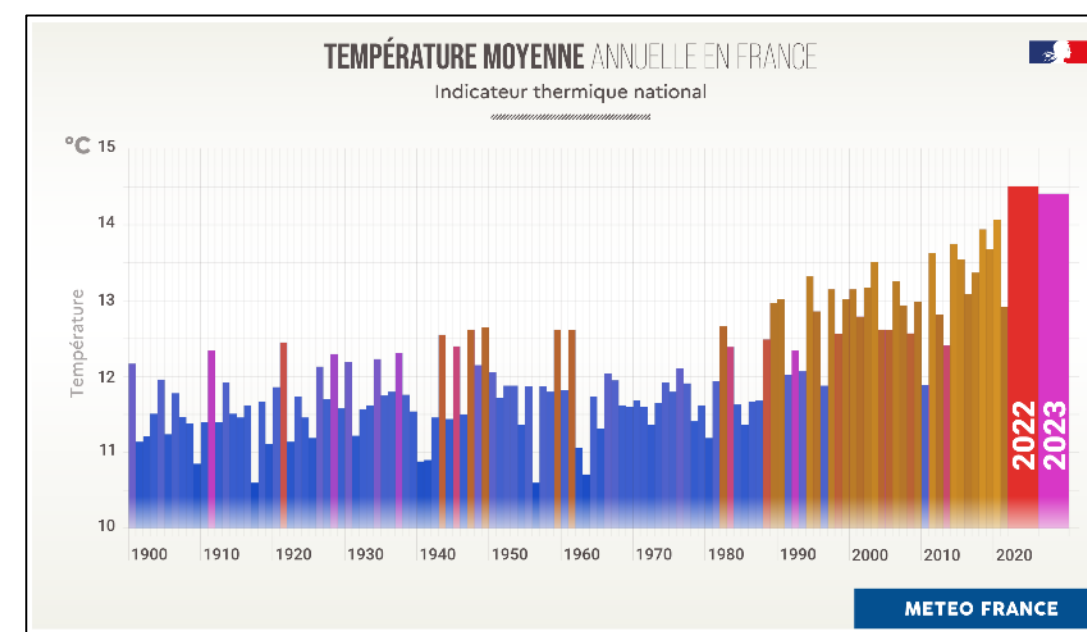


Figure 122 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France)

Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ + 0,3°C par décennie. En 2020, la température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale (référence 1961-1990) de 2,3°C, plaçant cette année-là au premier rang des années les plus chaudes observées en France métropolitaine depuis 1900, devant 2018 (13,9°C).

2021 ouvre la décennie avec des températures certes plus proches des normales, mais jalonnées de records chauds et d'épisodes extrêmes portant l'empreinte du changement

climatique en cours⁴³. 2021 se place néanmoins à la 20^{ème} place des années les plus chaudes en France depuis 1900.

2022 détrône les précédents records en se plaçant en première position des années les plus chaudes avec 14,5°C en moyenne annuelle sur la France depuis 1900 (très loin devant 2020 qui détenait le précédent record). Ponctuée d'extrêmes climatiques, 2022 est un symptôme du changement climatique en France. Remarquable dans le climat actuel, elle pourrait devenir « normale » en 2050.

Dans la continuité de 2022, année la plus chaude que la France ait connue depuis le début du XXe siècle, l'année 2023 se classe au deuxième rang des années les plus chaudes sur notre territoire. Avec une température moyenne de 14,4 °C, l'anomalie thermique sur l'ensemble de l'année atteint + 1,4 °C (par rapport aux normales 1991–2020).

Les années les plus chaudes depuis 1900 sont majoritairement des années très récentes : 9 des 10 années les plus chaudes depuis le début du XXe siècle sont postérieures à 2010 et les 3 années les plus chaudes sont depuis 2020 (cf. figure suivante).

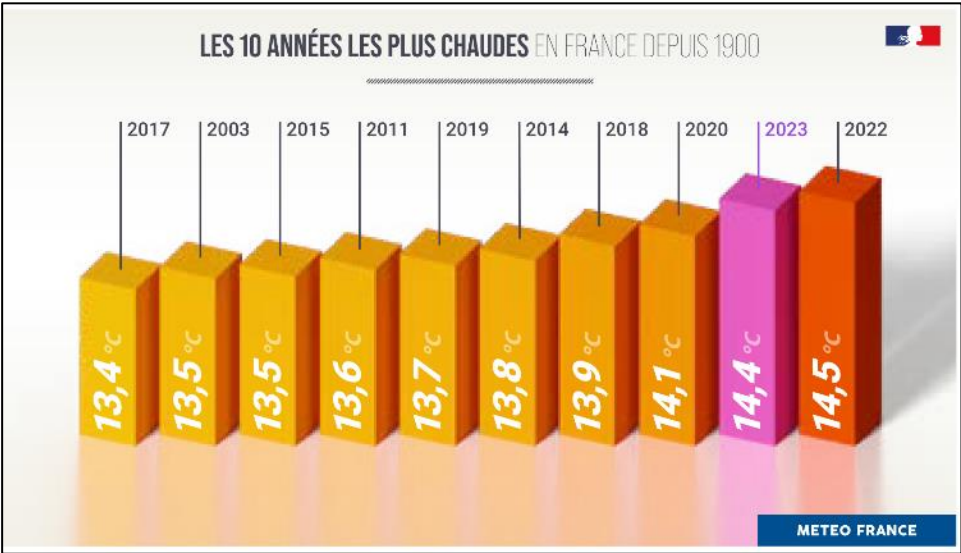


Figure 123 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France)

La figure suivante compare le climat des années 1970 (normales 1961-1990) à celui d'aujourd'hui (normales 1991-2020)⁴⁴. Il est observé un net décalage du climat en 30 ans. À titre d'exemple, Strasbourg à aujourd'hui le climat de Lyon des années 1970, Lille celui de Rennes, ... Le nord du territoire métropolitain retrouve un climat proche de celui de l'ouest de la France.

⁴³ <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/gel-en-avril-pluies-diluvieuses-retour-sur-les-evenements>

⁴⁴ <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/de-nouvelles-normales-pour-qualifier-le-climat-en->

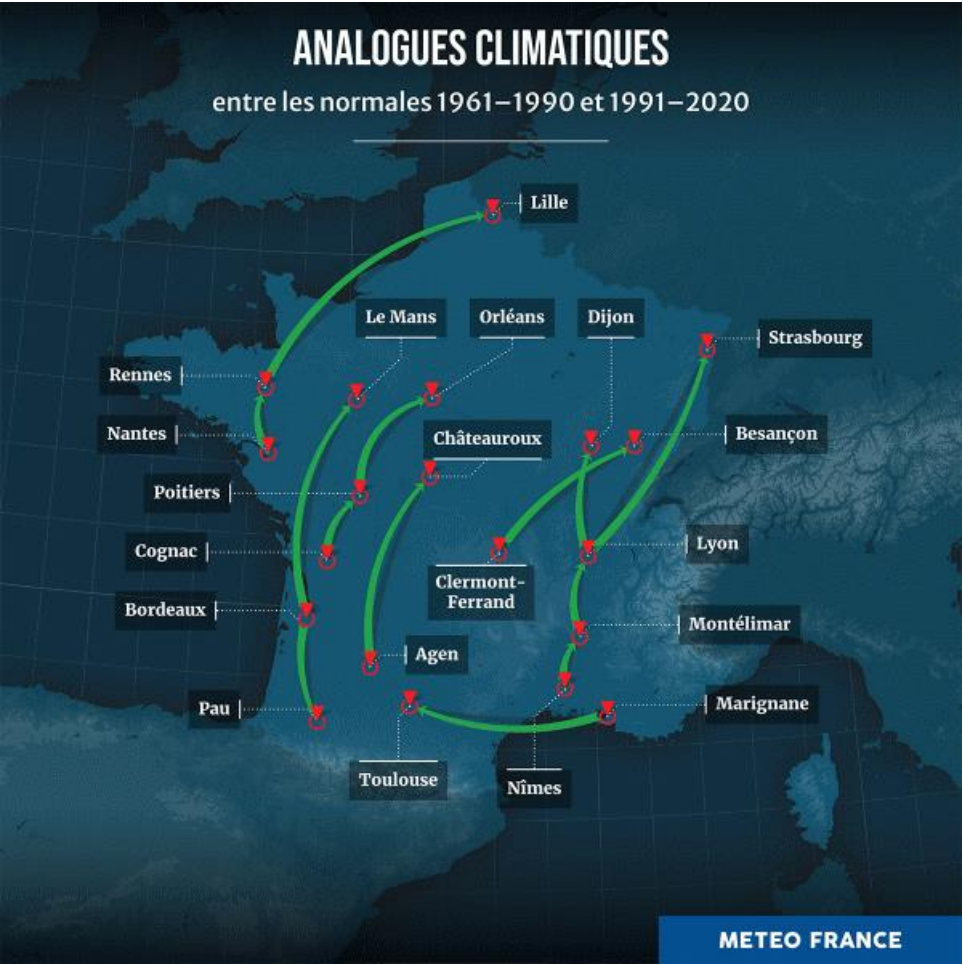


Figure 124 : Décalage du climat entre les normales 1961-1990 et 1991-2020

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 à l'échelle nationale ont été deux fois plus nombreuses au cours des 34 dernières années que sur la période antérieure.

Cette évolution se matérialise aussi par l'occurrence d'événements plus forts (durée, intensité globale) au cours des dernières années.

En France, selon le scénario intermédiaire du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], le nombre de jours anormalement chauds devrait augmenter dans le futur, avec vraisemblablement plus de 100 jours supplémentaires par an à l'horizon 2100.

Le sud et l'est de la France seraient les régions les plus affectées par ces changements. Cependant, la région Hauts-de-France, par exemple, a connu elle aussi une canicule l'été 2020.

france#:~:text=Depuis%201900%2C%20la%20temp%C3%A9rature%20moyenne,d%C3%A9cennies%20en%20France%20depuis%201900.

22.3. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTÉ

La région **Île-de-France** présente une exposition élevée aux épisodes de canicules remarquables de plus en plus fréquents, tout comme le reste du territoire métropolitain, liée notamment à l'Effet Ilot de Chaleur Urbain (EICU). Cette exposition est particulièrement forte à Paris et en Petite Couronne, en raison de la forte densité urbaine et de la minéralisation de l'espace.

Depuis 2015, chaque été a présenté un épisode caniculaire remarquable, faisant suite à ceux de 2006 et 2003 pour le 21e siècle. L'été 2021 n'a présenté aucun épisode de chaleur remarquable et a été le plus frais depuis 2014.

En France métropolitaine⁴⁵, l'été 2022 est au deuxième rang des étés les plus chauds observés en France depuis 1900. La période de surveillance estivale 2022 a été marquée par trois périodes de canicules intenses et remarquables dont deux avec des départements de la façade atlantique placés en vigilance rouge, et deux épisodes successifs d'une douzaine de jours en régions Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes.

La période de surveillance estivale 2022 s'inscrit dans un contexte particulier, à la fois sur le plan sanitaire avec une recrudescence de l'épidémie de Covid-19 mais également sur le plan climatique. En effet, l'été 2022 a également été marqué par d'autres phénomènes météorologiques extrêmes tels que la sécheresse, les feux de forêts, les orages et une canicule en mer méditerranée.

Les 3 vagues de chaleur de l'été 2022 se sont étendues du 14 au 22 juin, du 9 au 27 juillet et du 29 juillet au 14 août. La figure suivante présente les caractéristiques de ces épisodes.

Dates	Régions concernées	Nombre de départements	Durée moyenne par département (jours) [Min ; Max]	% de la population métropolitaine touchée
14/06 – 22/06	Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val-de-Loire, Grand-Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays-de-la-Loire, Provence-Alpes-Côte d'Azur	30	3,8 [3 ; 6]	26 %
9/07 – 27/07	Toutes les régions	52	5,0 [3 ; 14]	66 %
29/07 – 14/08	Toutes les régions métropolitaines à l'exception de l'Île-de-France	39	5,3 [3 ; 14]	41 %

Figure 125 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2022 en France métropolitaine (source : Santé Publique France)

L'étendue géographique a été notable. Durant l'été 2022, 69 départements ont connu au moins une canicule, soit 78% de la population résidente. Ces départements ont connu en moyenne 8,4 jours de dépassement des seuils d'alerte.

Cinq départements du sud-est ont connu plus de 20 jours de canicules sur l'ensemble de l'été : le Vaucluse (22 jours), le Gard (23 jours), les Alpes de Haute Provence (24 jours), la Drôme (26 jours) et l'Isère (34 jours)

La **première canicule** a concerné plus d'un quart de la population résidente en France métropolitaine en juin 2022. Cette canicule est la plus précoce connue depuis le début des mesures de températures en 1947 et se caractérise par le déclenchement de vigilances rouge dans 14 départements de Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire. Il s'agissait, pour la plupart des départements, de fortes chaleurs concentrées sur peu de jours, avec des records absolus battus, notamment à Biarritz avec 42,9°C le 18 juin.

La **deuxième canicule**, plus longue, en juillet 2022, a concerné les deux tiers de la population française métropolitaine et l'ensemble des régions. Cet épisode a été marqué par le déclenchement de nouvelles vigilances rouges dans 15 départements des régions Bretagne, Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire et de nouveaux records absolus battus, le plus souvent supérieurs à 40 °C.

La **troisième canicule** pendant la première quinzaine d'août 2022 a commencé peu de temps après la fin de celle de juillet et a touché plus d'un tiers de la population. Elle a touché la quasi-totalité des régions, mais s'est principalement concentrée sur la moitié Sud, et a été particulièrement longue dans le sud-est, mais avec une intensité plus faible que lors des deux épisodes précédents.

L'été 2022, dans la tendance observée depuis 2015, se caractérise à l'échelle nationale par une intensification de l'exposition aux canicules. Les températures ont été, sur la quasi-totalité de l'été, au-dessus des normales et parfois extrêmes sur de courtes durées, notamment sur la façade atlantique.

En termes de sévérité (cumul des intensités quotidiennes sur les périodes de canicule), l'exposition de la population à l'échelle nationale en 2022 reste en-deçà des étés 2019 ou 2020. Toutefois, une sévérité plus importante a été observée dans les régions de la moitié sud, du fait d'épisodes à répétition et durables, la durée de ces canicules est inédite et supérieure à 2003. Au-delà des canicules telles que définies historiquement, l'été 2022 a été marqué par des expositions à des épisodes de chaleur aux profils atypiques, notamment des pics extrêmes inédits de températures sur de très courtes durées sur la façade atlantique, et des chaleurs durables et successives notamment dans les régions Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes.

⁴⁵ Bulletin de Santé Publique. Île-de-France. Été 2022. Canicule et Santé. Santé Publique France, novembre 2022.

Plusieurs pics de pollution à l’ozone concomitants à ces canicules ont pu être observés, notamment dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes, Grand Est, Hauts-de-France, **Île-de-France**, Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte-d’Azur, avec des dépassements persistants du seuil d’information et de recommandation.

En **Île-de-France**, les trois canicules intenses qui ont marqué le territoire métropolitain durant l’été 2022 se sont traduites par trois épisodes de fortes chaleurs au cours desquels l’ensemble des départements de la région ont été classés par Météo-France en vigilance jaune ou orange canicule.

Des dépassements des seuils d’alerte biométéorologiques n’ont cependant été observés en Île-de-France qu’au cours de l’épisode du mois de juillet. Cet épisode, dans une région densément peuplée et urbanisée (îlots de chaleur urbains), a été marqué par des températures ponctuellement très élevées à la fois sur les maxima (> 40°C) mais aussi sur les minima (entre 20 et 25°C). Il est à noter qu’au cours de cet épisode caniculaire du mois de juillet des dépassements des seuils d’alerte biométéorologiques départementaux ont été observés alors même que les départements considérés étaient classés en niveau de vigilance verte canicule (les niveaux de vigilance étant basés sur les prévisions météorologiques).

Pour la région **Île-de-France**, et selon les 6 départements (75, 78, 92, 93, 94, 95) concernés par des dépassements des seuils météorologiques, ce sont de 3 à 6 jours de canicule qui ont été observés sur l’ensemble de la période estivale (figure suivante).

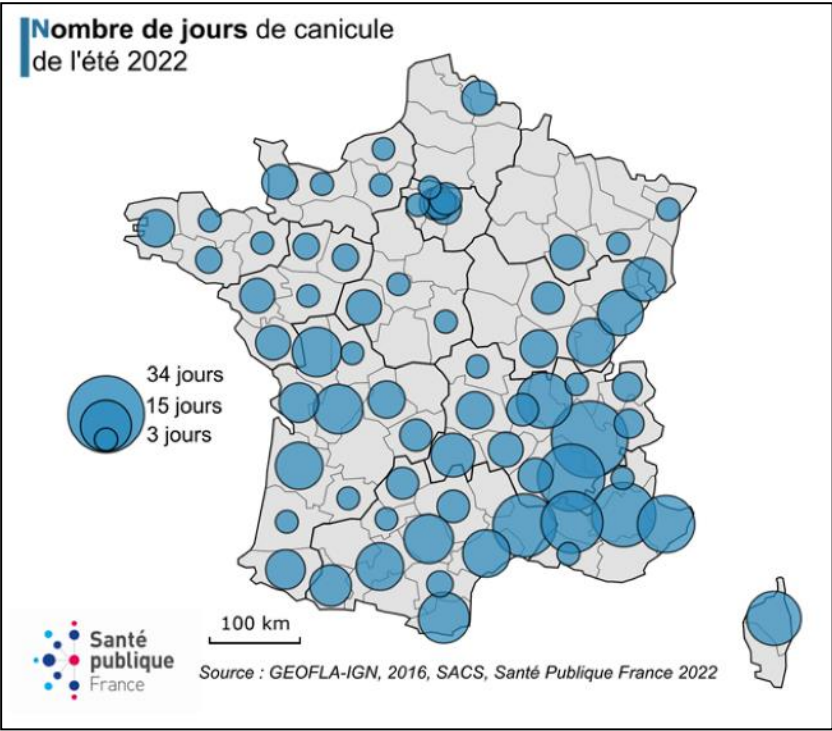


Figure 126 : Nombre de jours de canicule par département pendant l’été 2022 (source : Santé Publique France)

En région **Île-de-France**, du 1^{er} juin au 15 septembre 2022, la chaleur a représenté 2 082 passages aux urgences (dont 1 333 suivis d’une hospitalisation, soit 64 %) et 285 actes SOS Médecins pour l’indicateur iCanicule.

L’épisode caniculaire du mois de juillet concentrait 20 % des passages aux urgences (n=406), 17 % des hospitalisations après passages aux urgences (n=221) et 22 % des actes SOS Médecins (n=64) pour iCanicule observés sur la période du 1^{er} juin au 15 septembre 2022 (figure suivante).

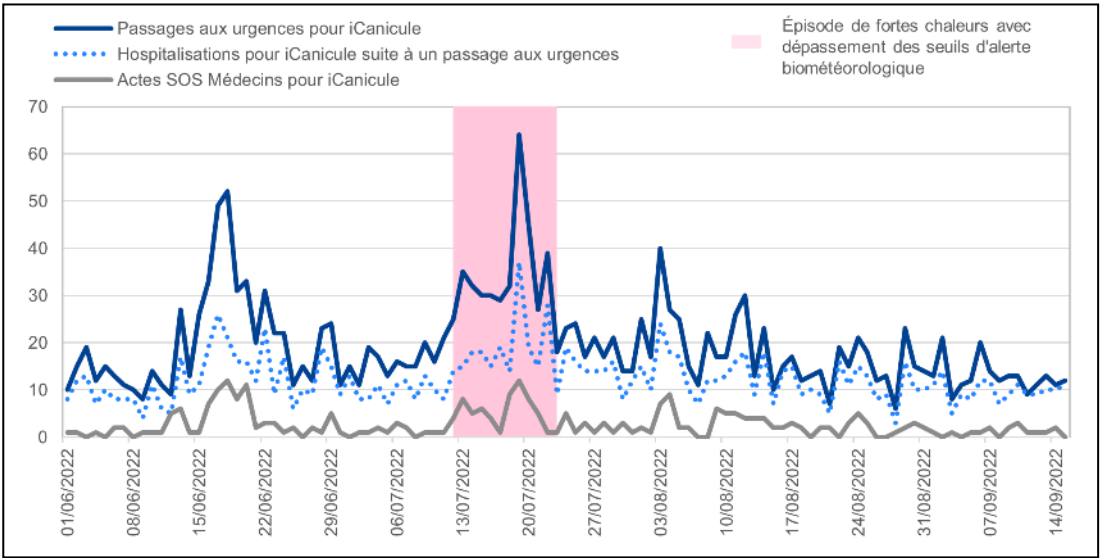


Figure 127 : Nombre quotidien de passages aux urgences, d’hospitalisations, d’actes SOS Médecins, pour iCanicule, Île-de-France, du 1^{er} juin au 15 septembre 2022 (source : Santé Publique France)

Les passages en structures d’urgences aussi bien que les actes SOS Médecins concernaient principalement des 75 ans ou plus.

Les passages aux urgences pour hyperthermies et coups de chaleur concernaient principalement des adultes de 15 à 74 ans (60 % des patients ayant consulté pour ces diagnostics) ; pour déshydratations et pour hyponatrémies concernaient majoritairement les 75 ans ou plus (66 % des patients ayant consulté pour chacun de ces deux diagnostics). Ces répartitions étaient similaires à ce qui était observé dans l’activité SOS Médecins : 62 % des patients ayant consulté pour coups de chaleur étaient âgés de 15 à 74 ans et 93 % des déshydratations concernaient des 75 ans ou plus.

Les planches suivantes représentent la sévérité (cumul des valeurs maximales de dépassement des températures observées par rapport aux températures d’alerte sur la période de survenue) des vagues de chaleur et la surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d’alerte de l’été 2022.

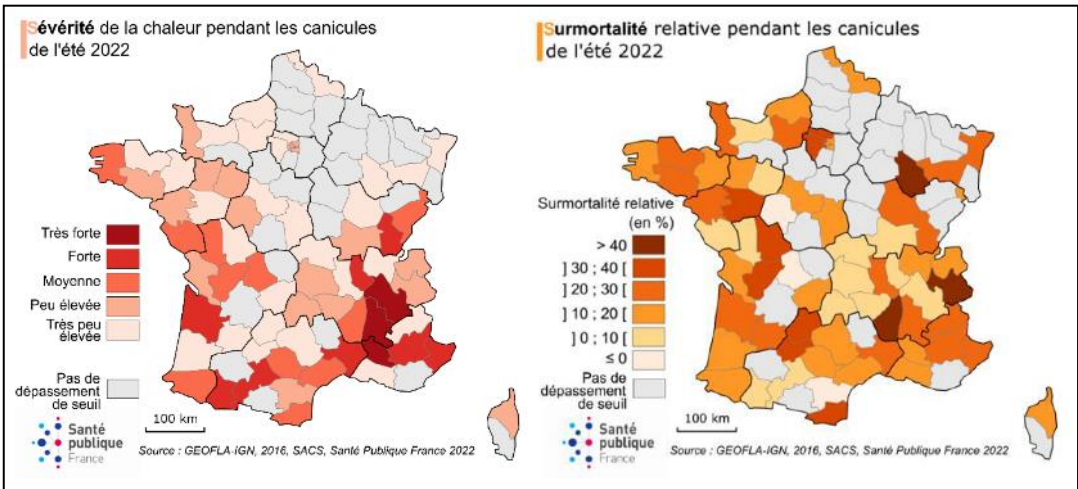


Figure 128 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022, France métropolitaine (source : Santé Publique France)

Nota : La sévérité de la chaleur a été peu élevée à Paris lors des jours de dépassement des seuils d'alerte canicule de l'été 2022. Néanmoins, la surmortalité relative estimée est située entre 10 et 20 %.

En France métropolitaine, au cours des périodes de dépassement effectif des seuils départementaux, 2 816 [1 989 ; 3 502] décès en excès ont été estimés soit une surmortalité relative de +17 % [+11 % ; +22 %].

Les 75 ans et plus représentent la grande majorité de ces décès en excès, associée à une forte surmortalité relative de +20 % (1 décès sur 6 est en excès). La surmortalité la plus importante a été observée pour la 2^{ème} période caniculaire, durant le mois de juillet, qui a concerné les deux tiers de la population (+1 901 décès en excès, +23 %).

Dans le contexte épidémique actuel de circulation du SARS-CoV-2, d'une part le Covid-19 a pu augmenter la vulnérabilité à la chaleur pour certaines personnes, et d'autre part l'exposition à la chaleur a pu aggraver l'état de certains malades atteints par le Covid-19. Ainsi, pour les mêmes périodes et départements, 894 décès liés à l'épidémie de Covid-19 ont été enregistrés à l'hôpital et dans les établissements médico-sociaux. Ces décès concernaient également pour les trois quarts les personnes de 75 ans et plus.

Au cours de la période de l'été 2022 et dans les départements franciliens où des dépassements de seuils d'alerte météorologique ont été identifiés, 325 [267 ; 365] décès en excès ont été observés, soit une surmortalité relative de +21 % [+17 % ; +23 %] (figure suivante).

Les personnes âgées de 75 ans et plus représentent la majorité des décès en excès (254 décès) avec un impact relatif global de +27 % [+22 % ; +30 %] estimé sur la période

caniculaire du mois de juillet. L'impact chez les personnes âgées de 15 à 74 ans est de +13 % [+6 % ; +21 %]. Aucun impact n'est en revanche estimé chez les moins de 15 ans.

Période du 11 au 21 juillet 2022 *				
	Nombre de décès		% Relatif	
	Estimation	[min : max]	Estimation	[min : max]
Moins de 15 ans	-4	[- 9 ; 0]	- 13 %	[- 28 % ; - 1 %]
15-74 ans	75	[+ 36 ; + 119]	+ 13 %	[+ 6 % ; + 21 %]
75 ans et plus	254	[+ 207 ; + 287]	+ 27 %	[+ 22 % ; + 30 %]
Tous âges	325	[+ 267 ; + 365]	+ 21 %	[+ 17 % ; + 23 %]

* Les impacts sont calculés pour chaque Département et pour les jours où les seuils ont été effectivement dépassés dans ce Département majorés de 3 jours pour prendre en compte les effets retardés.

Figure 129 : Mortalité en excès pendant les deux canicules, par âge, sur les périodes et les départements concernés par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques, Île-de-France, été 2022 (Source : Santé Publique France ; données extrapolées)

Ces résultats sont variables suivant les départements dans lesquels des dépassements de seuils d'alerte météorologiques ont été observés :

- **+92 décès [+72 ; +100] pour Paris (+18 % [+14 % ; +20 %]) ;**
- +37 décès [+36 ; +38] pour les Yvelines (+32 % [+31 % ; +33 %]) ;
- +94 décès [+72 ; +106] pour les Hauts-de-Seine (+31 % [+24 % ; +35 %]) ;
- +25 décès [+17 ; +28] pour la Seine-Saint-Denis (+10 % [+7 % ; +12 %]) ;
- +40 décès [+38 ; +47] pour le Val-de-Marne (+13 % [+13 % ; +16 %]) ;
- +37 décès [+32 ; +46] pour le Val-d'Oise (+37 % [+30 % ; +50 %]).

Au niveau national, l'excès de mortalité observé pendant les canicules de 2022 est le plus important depuis 2003, bien qu'inférieur aux 14 800 décès observés cette année-là. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 32°C au cœur de Paris.

L'Île-de-France est la région où le taux de surmortalité a été le plus fort lors de la canicule d'août 2003. Le département où elle a davantage sévi est le Val-De-Marne, avec une augmentation de la mortalité de 171 %, d'après l'Inserm.

Chaque canicule présentant des caractéristiques propres, en termes de durée, d'intensité et de population exposée, la comparaison aux années précédentes est complexe. On note toutefois depuis 2015 que des canicules très étendues et atypiques, en termes d'intensité, de période et de zone de survenue, se traduisent toutes par une mortalité en excès conséquente.

Au niveau francilien, l'excès de décès pour la période caniculaire de l'été 2022 est moins élevé que les excès observés lors des périodes caniculaires des étés 2019 et 2020. En revanche, en termes de surmortalité relative, l'été 2022 se positionne devant l'été 2019 (+16 %) et au même niveau que l'été 2020.

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 aout 2023.

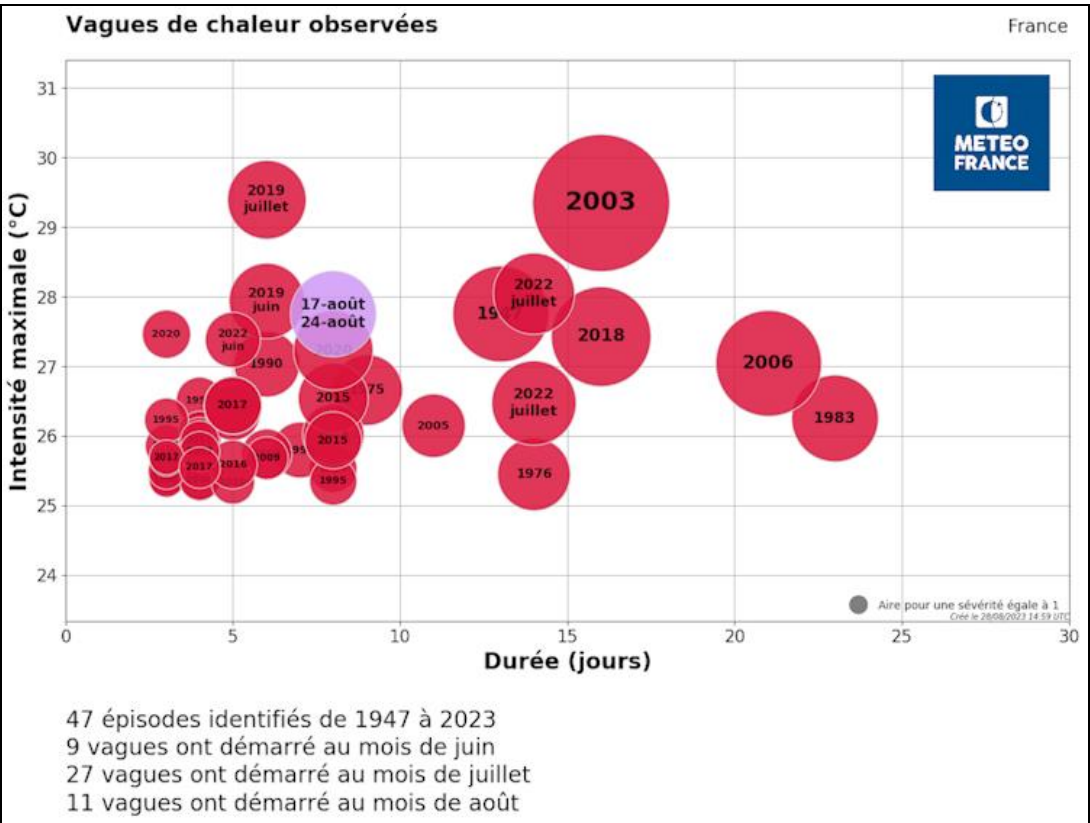


Figure 130 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947 - aout 2023 (source : météo France)

À l'échelle de la France, la vague de chaleur d'aout 2023 a duré 8 jours (du 17 au 24) avec un pic d'intensité le 24 août et se classe au 6^e rang en termes de sévérité⁴⁶.

Au mois d'aout 2023, 47 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 ;
- 30 épisodes depuis 2000.

Il y a eu autant de vague de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020. Depuis 2010, seules les années 2014 et 2021 n'en ont pas subi.

⁴⁶ <https://météofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/fortes-chaieurs-aout-2023>

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur⁴⁷ sur la période 1976-2005, sans politique climatique, on estime qu'il y a 3 chances sur 4⁴⁸ pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 25 jours supplémentaires en fin de siècle selon les régions par rapport à la période 1976-2005.

Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du 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).

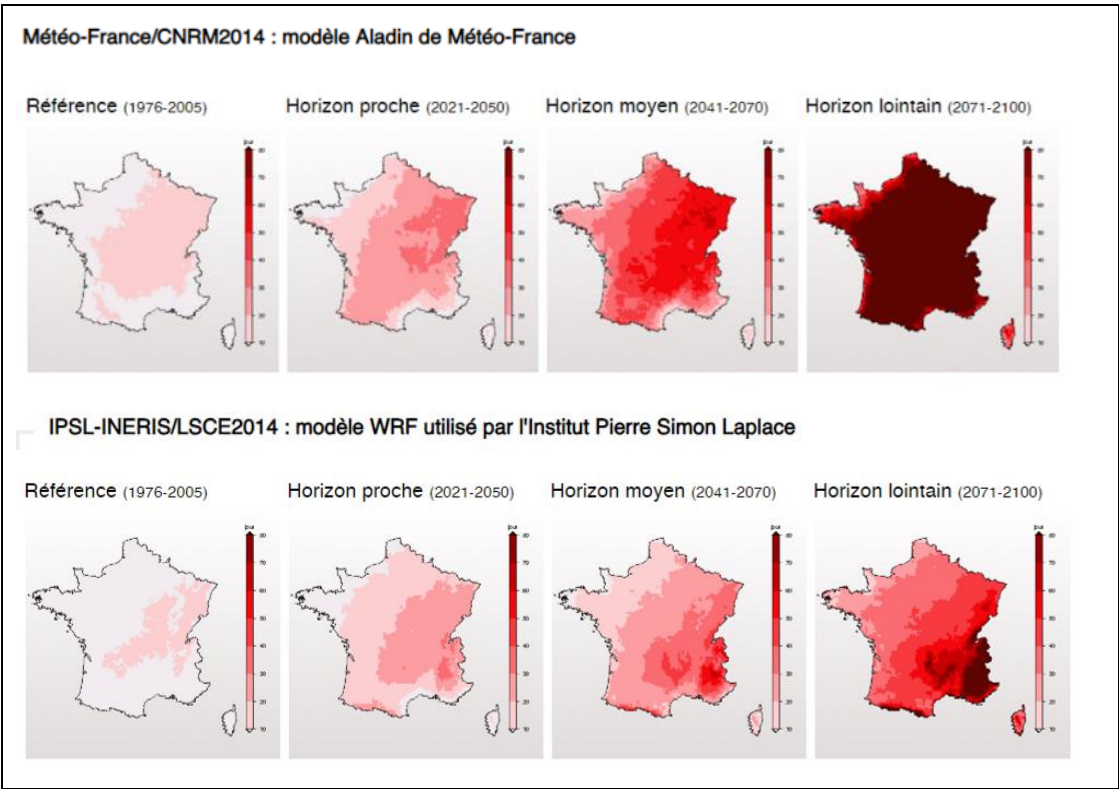


Figure 131 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : <http://www.drias-climat.fr>)

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules.

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain.

En sus de l'augmentation significative de l'exposition de l'Île-de-France aux canicules, un scénario plausible de l'augmentation de leur fréquence pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Île-de-France (vieillesse de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur faiblesse future ;
- Réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- Adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- Maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- Apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

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 <https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/changement-climatique-et-vagues-de-chaleur>

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.

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l’ozone peut donc être qualifiée d’élévée en fonction des zones géographiques.

L’augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l’intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l’ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l’air permettent d’ores et déjà de réduire les émissions de polluants.

Le vieillissement de la population et l’augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu’il en soit, il demeure complexe de prévoir l’évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu’au regard des politiques menées aujourd’hui quant à l’amélioration de la qualité de l’air et l’atténuation du changement climatique.

22.4. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

Les allergies respiratoires se classent à la 4^{ème} position des maladies chroniques à l’échelle mondiale. Parmi elles, les allergies aux pollens concernent 20 % des enfants à partir de 9 ans et 30 % des adultes⁵⁰. 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.

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

⁵⁰<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la->

Les études épidémiologiques récentes laissent voir une augmentation de la fréquence de l’allergie pollinique, peut-être induite par la pollution atmosphérique. Le pollinose se développerait par augmentation de l’agressivité des pollens sous l’influence des polluants atmosphériques. La pollution agit de plus en plus sur les voies respiratoires en les fragilisant et en les rendant plus réceptives aux pollens.

La pollution atmosphérique stimule les effets des pollens :

- Elle rend les pollens plus allergènes ;
- La sensibilité des individus aux pollens augmente lors des épisodes de pollution ;
- Elle peut contribuer à l’accroissement de la période de pollinisation.

En Île-de-France, la saison pollinique 2023 s’est étalée de janvier à septembre (figure suivante).

Note : L’histogramme à gauche du calendrier permet de visualiser les proportions des pollens allergisants présents par rapport au total de tous les taxons polliniques confondus.

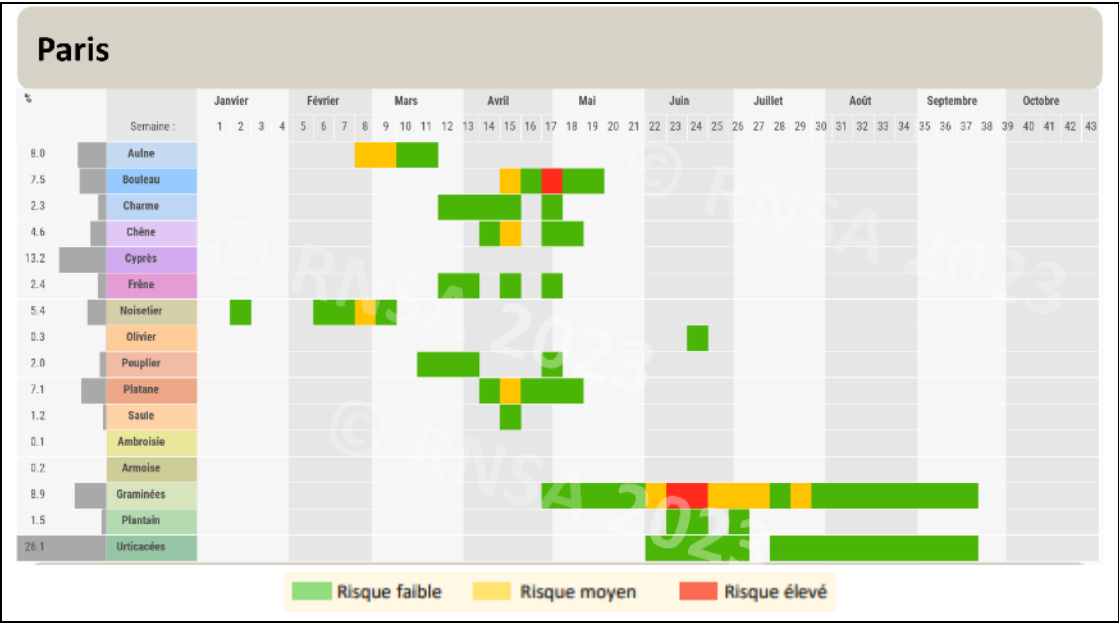


Figure 132 : Calendrier pollinique 2023 issu des mesures de pollens à Paris (source : RNSA / République Française / ARS)

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s’allonger davantage. La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s’accroître.

sante#:~:text=L'exposition%20de%20la%20population,ann%C3%A9es%20dans%20les%20pays%20industrialis%C3%A9s.

Les professionnels de santé s’attendent dès lors à une hausse du nombre de pathologies, sans qu’il soit possible d’en évaluer l’ampleur : l’Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.

La vulnérabilité future des populations est susceptible d’évoluer à la hausse. Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L’enjeu majeur consiste à éviter l’aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l’asthme.

Le tableau suivant rappelle les principaux pollens allergisants.

Tableau 94: 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⁾	Ambroisie	Armoise	Pariétaire	Chénopode	Plantain	Oseille	Ortie	
5	5	4	4	3	3	2	1	

(1) phléole, ivraie, dactyle, pâturin

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 allergisantes⁵¹.

22.5. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

Toujours à cause du changement climatique, l’exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter. Entre autres, l’augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.

Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d’un évènement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Cela dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d’alerte et de gestion de crise dans le cas d’une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d’habitats

⁵¹ <http://www.vegetation-en-ville.org/> (site du RNSA)

favorables au développement ou à l’implantation des micro-organismes infectieux ou parasitaires.

Le changement climatique peut impacter la distribution de maladies infectieuses et vectorielles de diverses manières, notamment⁵² :

- Directement, en termes de développement du vecteur et/ou du parasite ;
- Indirectement, en termes de distribution et d’abondance des vecteurs ;
- Indirectement, à travers des modifications d’ordre socio-économiques susceptibles de modifier le contact homme-vecteur ;
- Indirectement ; à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs).

Par exemple : l’apparition d’*Aedes albopictus* (le ‘moustique tigre’) sur le territoire métropolitain depuis 2004 (liée à la densification des transports) qui sévit (au 1^{er} janvier 2023) dans 71 des 96 départements métropolitains.

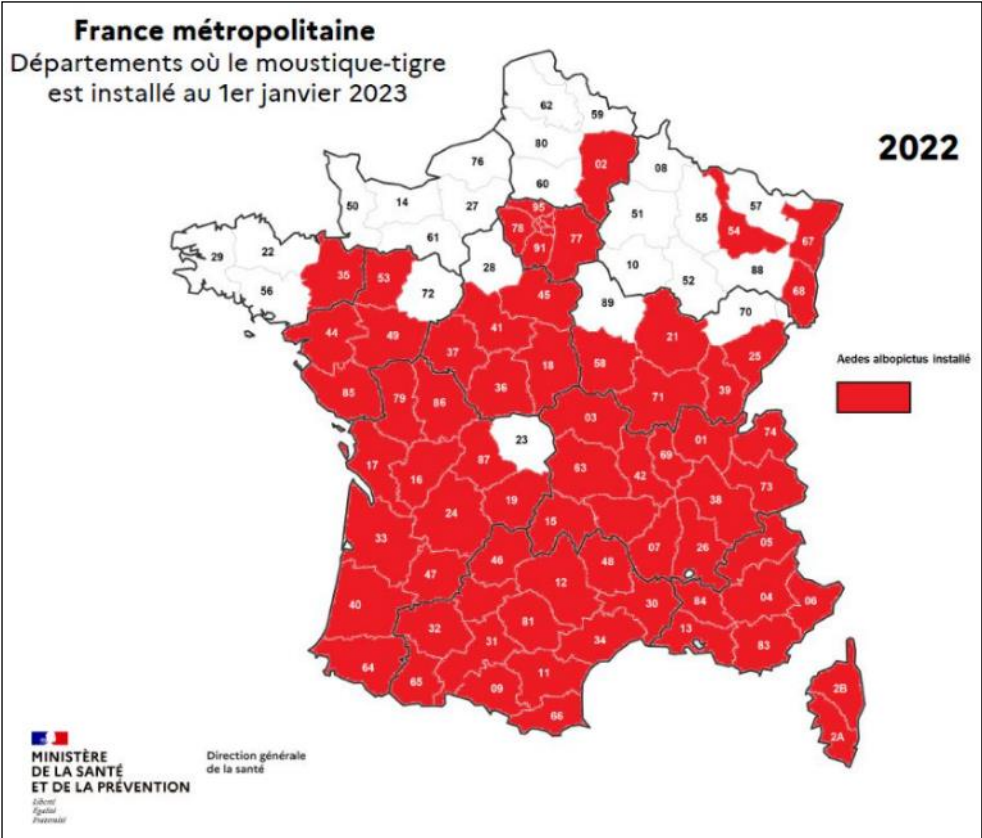


Figure 133 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1^{er} janvier 2023 en France métropolitaine

⁵² Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs – Centre national d’expertise sur les vecteurs – 23 février 2016

Le moustique tigre est essentiellement urbain. Son caractère anthropophile (qui aime les lieux habités par l’Homme) explique que, une fois installé dans une commune ou un département, il est pratiquement impossible de l’en déloger.

L’implantation du moustique *Aedes albopictus* n’est pas homogène pour chaque département. Fin 2021, l’implantation du moustique tigre a été constatée et confirmée sur 3 934 communes de métropole.

Aedes albopictus est installé durablement et actif à Paris depuis 2018. Au 1^{er} janvier 2023, plus de 40 % des communes du département sont colonisées et plus de 40 % de la population du département est exposée.

Ce moustique est un vecteur de maladies comme la dengue, le chikungunya, le Zika. Les premiers cas de contamination autochtone des maladies portées par ce moustique en métropole sont apparus en 2010. Plus récemment, un autre type de moustique, très répandu, le *Culex pipiens*, a transmis un autre type de virus : le virus du Nil occidental (West Nile Virus). Le nombre de cas autochtones certains ou probables est plutôt en augmentation (35 en 2018 ; 19 en 2017 pour 4 en 2010)⁵³. 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 maladie⁵⁴.

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 134 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques

En 2019, en France métropolitaine, 674 cas importés de dengue, 57 cas importés de chikungunya et 6 cas de Zika ont été déclarés. 12 cas autochtones ont été déclarés, 9 cas de dengue (Rhône et Alpes-Maritimes) et 3 cas de Zika (Var)⁵⁵.

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 importé 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’Hérault⁵⁶.

Du 1^{er} mai 2021 au 10 décembre 2021 ont été confirmés en France métropolitaine 164 cas importés de dengue, dont 105 en provenance de la Réunion, 144 cas ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d’*Aedes albopictus* ; 3 cas importés de chikungunya et aucun cas importé de Zika. Un cas autochtone de dengue a été identifié dans le département du Var le 26/07/2021⁵⁷.

⁵³<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>
⁵⁴ <https://lejournel.cnrs.fr/articles/moustique-tigre-une-inquietante-invasion>
⁵⁵ <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/moustiques>

⁵⁶ <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>
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-2021>

Du 1^{er} mai au 09 décembre 2022, ont été identifiés en France métropolitaine : 272 cas importés de dengue ; 255 ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus* ; 22 cas importés de chikungunya ; 3 cas importé de Zika. Neuf foyers de transmission autochtone de dengue (comptabilisant au total 65 cas) ont été identifiés au 16 octobre 2022 : 1 cas dans les Pyrénées-Orientales, 4 cas dans les Hautes-Pyrénées, 6 cas en Haute-Garonne ; 1 cas dans le Tarn-et-Garonne, 7 cas dans le Var, 44 cas dans les Alpes-Maritimes et 2 cas en Corse⁵⁸. Un cas autochtone d'infection par le virus Usutu a été confirmé en Nouvelle-Aquitaine.

Du 1^{er} mai au 08 décembre 2023, ont été identifiés en France métropolitaine : 2 019 cas importés de dengue diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus*, 30 cas importés de chikungunya et 9 cas importés de Zika⁵⁹. Huit foyers de transmission autochtone de dengue (comptabilisant au total 43 cas) ont été identifiés au 08 décembre 2023 : 14 cas dans les Bouches-du-Rhône, 2 cas dans les Alpes-Maritimes, 11 cas dans les Pyrénées Orientales, 9 cas dans le Gard, 2 cas dans l'Hérault, 2 cas dans la Drôme et 3 cas dans le Val-de-Marne.

2023 marque la première années avec des cas autochtones de dengue sur le territoire de la région Île-de-France.

22.6. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Le projet franco-italien CLIMAERA⁶⁰ (2017-2020) sur le territoire ALCOTRA (3 régions italiennes : Piémont, Ligurie, Vallée d'Aoste et 2 françaises : Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) s'est intéressé à rechercher les meilleures solutions visant à améliorer la qualité de l'air tout en réduisant l'impact sur le changement climatique ainsi que les interactions entre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

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-2022>

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Évaluer la qualité de l'air entre plusieurs régions françaises et italiennes en tenant compte des changements climatiques ;
- Élaborer des préconisations pour diminuer les gaz à effet de serre et polluants, grâce à des scénarios d'émissions à l'horizon 2030 et 2050 et à une hiérarchisation des mesures à prendre en compte. Ces modélisations pourront aider les décideurs politiques de ces territoires à anticiper des actions adaptées (renouvellement des équipements de chauffage et du parc automobile, développement des transports collectifs...) ;
- Mieux comprendre les freins du grand public face aux changements des comportements et définir les messages et outils les plus adaptés pour y répondre.

Les partenaires du projet, face à la thématique du changement climatique, ont fait appel au CMCC (Centre euro-Méditerranéen sur le Changement Climatique) pour modéliser à l'échelle du territoire ALCOTRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 µg/m³ sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

⁵⁹<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2023>

⁶⁰ Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. <https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports>

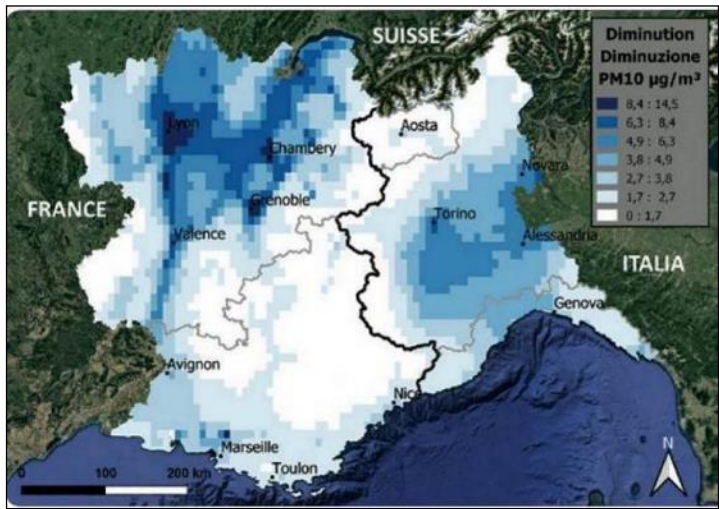


Figure 135 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA)

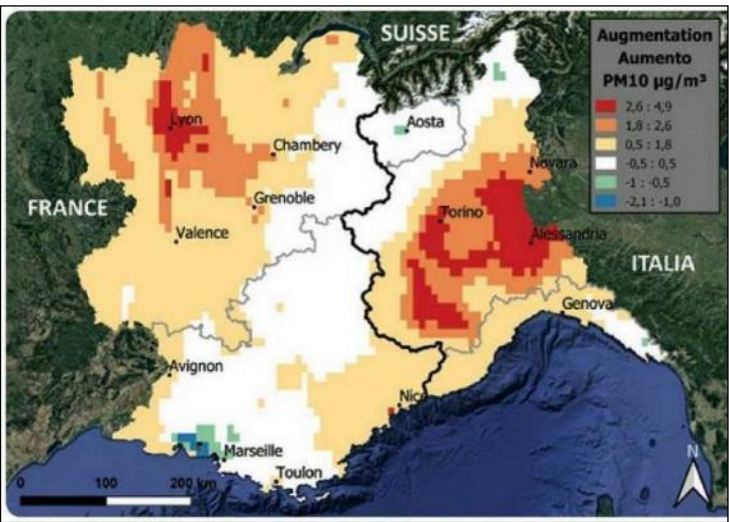


Figure 136 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)

Face à ces résultats, un outil capable de trouver des solutions pour contrebalancer l'impact du changement climatique a été testé. L'outil RIAT+, logiciel développé dans le cadre d'un projet européen antérieur (Programme LIFE), hiérarchise les mesures les plus efficaces pour réduire les concentrations annuelles de particules fines PM10, PM2,5 et/ou de dioxyde d'azote NO₂. Il permet également de répondre aux attentes de collectivités et de décideurs. En effet, chaque action est associée à un coût en euro et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il est possible de sélectionner les meilleures actions réduisant les émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre et de visualiser le bénéfice sur la qualité de l'air en 2030. Le chauffage au bois résidentiel et le trafic routier sont visiblement les deux secteurs sur lesquels il convient d'agir pour améliorer au mieux la qualité de l'air dans la plupart des régions partenaires du projet.

23. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BATIMENTS

23.1. 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 (SO₂) ;
- Les oxydes d'azote (NO_x) ;
- L'ammoniac (NH₃).

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.

23.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.

La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.

La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.

Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres comme, par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain.

Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.

En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O₃)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes).

L'ozone peut entraîner des dégâts foliaires entraînant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée.

L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus.

Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer du stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres.

Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'Homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.

La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles.

Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

Dioxyde d'azote (NO₂)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes.

Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote.

Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.

On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes.

Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sécheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

Impact de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la végétation

Dans la réglementation française, deux polluants (en sus de l'ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation.

Il s'agit des NO_x avec un niveau critique à 30 µg/m³ (exprimé en équivalent NO₂) en moyenne annuelle et du SO₂ avec un niveau critique à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale.

Les tableaux qui vont suivre présentent les résultats des modélisations pour l'ensemble des scénarios et horizons, concernant les polluants visés.

En ne considérant que les émissions liées au trafic routier du réseau d'étude et celles du Boulevard Périphérique :

-**Pour le SO₂** : quels que soient l'horizon et la situation, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la zone d'étude.

-**Pour les NO_x** : quels que soient l'horizon et la situation, les teneurs maximales dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation sur la zone d'étude. Ce qui est le cas également, pour les centiles 90.

Tableau 95 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) Moyenne annuelle en équivalent NO ₂	Niveau critique pour la protection de la végétation		30 µg/m³ en moyenne annuelle
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	165,7	136,8	136,8
CENTILE 90	85,3	70,5	70,5
CENTILE 80	21,0	17,0	17,0
CENTILE 70	8,6	7,0	7,0
CENTILE 60	5,7	4,7	4,7
CENTILE 50	4,1	3,3	3,4
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude et du boulevard Périphérique		

Niveau critique dépasséNiveau critique respecté

Tableau 96 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO ₂ (µg/m³) Moyenne annuelle	Niveau critique pour la protection de la végétation		20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projetée
ZONE ETUDE - MAX	0,96	1,05	1,05
CENTILE 90	0,50	0,54	0,54
CENTILE 80	0,12	0,13	0,13
CENTILE 70	0,05	0,05	0,05
CENTILE 60	0,03	0,04	0,04
CENTILE 50	0,02	0,03	0,03
Nota Bene	Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude et du boulevard Périphérique		

Niveau critique dépasséNiveau critique respecté

23.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons. Elle :

- Détérioré la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent
- Diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire

❖ Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❖ Effets de la pollution atmosphérique sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.

Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur 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.

23.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO₂, NO_x, CO, CO₂ ...), soit particuliers (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de

sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.

La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels, et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO₂ les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcaireux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.

Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

24. QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

24.1. PRÉSENTATION

Le projet prévoyant la création de logements, la problématique de la pollution de l'air intérieur dans les habitations est donc un sujet à prendre en considération. En effet, en France, une personne passe en moyenne 80 à 90 % de son temps en milieu clos, que ce soit en habitat, au travail ou dans les transports. Chaque année en France, la pollution de l'air intérieur est responsable du décès d'environ 20 000 personnes et engendre un coût socio-économique évalué à 19,5 milliards d'euros⁶¹. Aussi, la question de la qualité de l'air intérieur est un sujet faisant l'objet de plus en plus d'études sanitaires et scientifiques.

Les polluants susceptibles d'affecter la qualité de l'air intérieur et la santé sont nombreux et de plusieurs types : composés toxiques (formaldéhyde, monoxyde de carbone, ...), biologiques (acariens, pollens, moisissures, ...), radioactifs (radon) ou physiques (particules fines, amiante).

L'origine de ces polluants est multiple. En effet, certains polluants proviennent de l'interaction avec l'air extérieur, mais la plupart sont émis à l'intérieur même des bâtiments, que ce soit par les équipements, les matériaux de construction ou les activités humaines.

La pollution de l'air intérieur peut avoir des effets sur la santé plus ou moins graves : toux, céphalées, irritation des yeux et de la gorge, fatigue, nausées, cancer.



Figure 137 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe)

24.2. POLLUANTS

Dans les habitations, le **formaldéhyde** est un des polluants les plus répandus du fait des nombreuses sources potentiellement présentes en environnement intérieur : bois agglomérés et contreplaqués (meuble et matériaux de construction), colle, vernis, produits ménagers, cosmétiques, fumée de tabac, ... Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures, classé cancérogène certain chez l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Le **monoxyde de carbone** provient de la combustion incomplète de matériaux carbonés, donc en général d'installations de chauffage mal réglées ou mal entretenues. Il est responsable de nombreuses morts par asphyxie en se liant à l'hémoglobine à la place du dioxygène, d'autant plus qu'il s'agit d'un gaz incolore et inodore.

Les **oxydes d'azote** (NOx) sont une famille de gaz formés d'azote et d'oxygène, comprenant principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Émis lors de combustions à haute température, la pollution intérieure provient essentiellement des appareils de chauffage ou de production d'eau chaude, des gazinières, du tabagisme ou de la circulation automobile (transfert de la pollution extérieure à l'intérieur des bâtiments).

Les **Composés Organiques Volatils** (COV) sont des substances pouvant facilement se trouver sous forme gazeuse dans l'atmosphère. Ils correspondent à plusieurs familles chimiques : alcanes, alcènes, aldéhydes, cétones, esters, alcools, terpènes...

Les sources intérieures de COV sont les activités humaines (tabagisme, produits d'entretien, bricolage, utilisation de bougies, d'encens...), les matériaux de construction, l'ameublement (vernis, peinture, colles...) et les équipements (imprimantes, appareils de chauffage...).

Les **particules en suspension** sont des solides de nature très diverse qui restent longtemps dans l'air compte tenu de leur petite taille. Les particules sont considérées comme substances hautement prioritaires par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). Elles peuvent provenir de la fumée de tabac, de la cuisson des aliments, de bougies, d'encens, de feux de cheminée, ...

Le **dioxyde de carbone** est issu principalement de la respiration. Il ne présente pas un grand danger sanitaire, mais peut être utilisé pour déterminer le niveau de confinement d'un local et l'efficacité de la ventilation.

Les **polluants biologiques** sont constitués de l'ensemble des micro-organismes et des vecteurs particuliers en suspension dans l'air. Ils sont omniprésents et très divers, il s'agit

⁶¹ ANSES (avril 2014) « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur »

des bactéries (dont certaines produisent des endotoxines), des virus, des moisissures (dont certaines produisent des mycotoxines), des allergènes d'animaux (chats, chiens), d'insectes (blattes) ou d'acariens, ou des pollens. Les effets sanitaires de ces micro-organismes, pollens, ou résidus de micro-organismes pour les allergènes, vont dépendre des espèces présentes, de leurs concentrations et de la durée d'exposition et des personnes exposées. Outre le risque infectieux, il existe des risques allergiques et toxiques non négligeables.

24.3. RECOMMANDATIONS

La ventilation et l'aération jouent un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution de l'air intérieur. En effet, elles permettent d'évacuer l'air chargé en pollution ou en humidité et d'apporter de l'air neuf. Le renouvellement de l'air d'un logement est la résultante de plusieurs facteurs : la perméabilité à l'air du bâtiment, l'ouverture des fenêtres et des portes et la présence de dispositifs spécifiques de ventilation (naturelle ou mécanique). Une maintenance régulière des systèmes de ventilation est donc primordiale pour réduire les problèmes de pollution intérieure.

Le taux d'humidité est un facteur important de la pollution de l'air intérieur. Un air trop humide tend à favoriser le développement de moisissures et bactéries dont les spores et toxines peuvent affecter la santé, tandis qu'un air trop sec fragilise les muqueuses respiratoires et les rend plus sensibles à la pollution. L'OQAI recommande un taux d'humidité relative compris entre 40 et 60 % pour une température de 18 à 22°C.

Il est donc conseillé de maintenir une humidité aux alentours de 50 %, dans un premier temps par une bonne ventilation des locaux, et dans un second temps par l'installation d'un humidificateur ou déshumidificateur d'air.

Une attention particulière doit être appliquée dans l'aménagement des logements afin de limiter les matériaux, peintures et meubles dégageant de composés toxiques comme le formaldéhyde ou les COV. Les produits de construction et de décoration (matériaux d'isolation, peinture, papiers peints, colle, vernis, moquette, ...) doivent être choisis en fonction de leur niveau d'émissions de COV indiqué sur l'étiquette « émissions dans l'air intérieur » obligatoire depuis 2013.



Figure 138 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration

L'emploi de produits d'entretien doit respecter les dosages et les consignes d'utilisation indiquées sur l'étiquette et stockés, flacon fermé, dans une zone ventilée.

Les appareils de combustion (chauffage et gazinière) doivent être entretenues et vérifiées périodiquement.

Enfin, le tabagisme, ainsi que l'utilisation de bougies, d'encens et de parfums d'intérieur est déconseillé.

Afin de remédier à une pollution de l'air persistante, il existe des dispositifs de décontamination par effet photochimique, oxydation photocatalytique ou photoplasma. Ces appareils présentent cependant des inconvénients (efficacité en situation réelle, coût élevé, bruit, ...) et de ce fait, ne doivent être envisagés qu'après mise en place d'actions préventives.

Des mesures afin de préserver la qualité de l'air intérieur sont prévues dans la conception du projet :

- Logements traversants ou multi orientés pour favoriser la ventilation naturelle.
- Logements certifiés NF HABITAT HQE pour limiter les composants volatils (peintures sans solvants).
- Logements situés en majorité en cœur d'îlot afin d'être éloignés des sources de nuisances.

25. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

Concernant les secteurs résidentiel et tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

Les constructions du projet suivront la RE2020 seuil 2025 voire 2028 pour un bâtiment. Le chauffage des bâtiments du projet sera issu du réseau de chaleur de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain⁶² [CPCU] (fonctionnant avec 50 % d'énergies renouvelables et de récupération et visant une décarbonation complète en 2050). La CPCU, pour réduire la pollution atmosphérique, utilise des filtres successifs pour ne rejeter que de la vapeur d'eau. Ainsi, les émissions liées au bâti du projet en exploitation seront minimales.

La **pollution atmosphérique** dans le domaine **des transports** est une nuisance pour laquelle **il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables**. Cependant, pour le transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation de la norme Euro 6 (voire 7 dans quelques années) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme (postérieurs à 2030), il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : vote du 08 juin 2022 du Parlement européen interdisant les ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2035 (sachant qu'en 2020 ces derniers [motorisations 100 % essence ou diesel] représentent encore 54 % des ventes⁶³ de véhicules neufs ; 74 % si l'on inclut les motorisations hybrides essence et hybrides diesel) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules.
- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur.
- L'évolution des pratiques personnelles de transport.

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 seront mises en place dans le cadre du projet d'aménagement « Quai de la Gironde – Avenue Corentin Cariou » afin de minimiser l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

25.1. MESURES DE REDUCTION EN PHASE CHANTIER

Les travaux seront réalisés sous charte chantier éco-responsable. Des actions de réduction des émissions de poussières seront donc mises en place telles que l'humidification du terrain, le bâchage des bennes, l'arrosage lors des activités génératrices de poussières.

25.2. MESURES DE REDUCTION EN PHASE CONCEPTION

Il est important de rappeler que dans le contexte francilien, et qui plus est, dans la le cœur dense métropolitain du Grand Paris, l'ensemble du territoire est concerné par des dépassements des recommandations de l'OMS concernant la qualité de l'air. Il n'en reste pas moins que le logement est également un enjeu fort de ce même territoire. La création de nouveaux logements, sur un territoire où l'offre foncière se raréfie, est néanmoins nécessaire pour répondre aux attentes de la demande en logements.

Dans ce cadre, le projet a été pensé de manière à minimiser l'exposition des futurs habitants par la mise en place de mesures ERC dès la phase conception du projet.

• 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).

Le projet prévoit de localiser le maximum de logements en cœur d'îlot à distance des nuisances. Les logements donnant sur les axes routiers seront majoritairement traversants afin de permettre une ventilation naturelle du côté le moins exposé aux nuisances de la circulation routière.

La crèche en projet est prévue en cœur d'îlot afin de l'éloigner au maximum des sources routières.

⁶² <https://www.cpcu.fr/reseau-de-chaleur/>

⁶³ <http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/venteParTypeEnergie>

- **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.

Le projet est conçu en lanière avec différents porches pour favoriser les couloirs d'air et la dispersion des polluants.
La crèche en projet est prévue en cœur d'îlot, entourée de plusieurs bâtiments pour faire barrage aux sources d'émission.

- **Recommandations constructives sur les bâtiments et gestion du bâtiment au quotidien**

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Pour limiter la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur dans les bâtiments, il est possible d'agir, par exemple, sur :

- le positionnement et l'implantation des ouvrants (dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des ouvertures sur les façades les moins exposées à la voirie) ;
- le positionnement des bouches de prise d'air neuf (de manière générale, privilégier le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment, loin des bouches d'air vicié, de parkings).
- la ventilation (par exemple, mettre en place et entretenir régulièrement une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double-flux comprenant une filtration de l'air entrant (filtre à pollen et filtre à poussières fines));
- etc.

Les constructions respecteront la RE2020 seuil 2025 voire seuil 2028 pour un bâtiment.
Les logements seront majoritairement traversants afin de permettre une ouverture des fenêtres du côté le moins exposé.
La programmation n'inclut pas de parkings.
Les VMC du projet seront entretenues régulièrement.

- **Aménagement paysager du projet**

Le réaménagement du site implique la création d'un projet paysager sur une emprise foncière initialement quasi exclusivement artificialisée et imperméable (cf. figure suivante).



Figure 139 : Déminéralisation de l'emprise projet

La programmation paysagère inclut :

- 2 215 m² d'espaces libres.
- environ 1 520 m² de pleine terre.
- environ 730 m² de toitures végétalisées.
- plantation d'environ 75 arbres.

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.

une baisse de 0,5°C à 2°C. La combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement⁶⁴.

Des solutions alternatives, telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

Une étude de réduction des îlots de chaleur urbain a été réalisée par le BE Etamine (2024) sur le projet.

Les conclusions indiquent que le projet contribue à la création d'un îlot de fraîcheur sur le quartier. La température moyenne au sol sur le quartier passe de 34,5°C en l'état existant à 21,5°C en situation projetée grâce aux aménagements paysagers projetés.

25.3. MESURES DE REDUCTION EN PHASE EXPLOITATION

- **Gestion du bâtiment au quotidien**

Les bâtiments construits seront économes en énergie au regard des certifications constructives mises en place (RE2020 seuil 2025 voire seuil 2028 pour un bâtiment ; labellisation NF habitat HQE). Ainsi les émissions polluantes liées au bâti lors de l'usage des logements seront minimisées.

- **Incitation aux mobilités actives et aux transports en communs**

Le projet n'inclut pas de stationnement pour les véhicules motorisés mais comporte des locaux vélos. Il est situé à proximité de nombreuses lignes de transports en commun (ligne 7 du métro « Station Corentin Cariou » ; bus ligne 71 « station Cambrai » ; bus ligne 60 « arrêt Corentin Cariou » ; tramway T3b « station Porte de la Villette) et d'une station Vélib'. Ces paramètres impliquent une incitation aux mobilités alternatives à la voiture individuelle et donc une minimisation des émissions liées aux déplacements des habitants du projet.

25.4. 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

⁶⁴ Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

Conclusion – Analyse des Impacts

26. CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Ce chapitre a traité l'analyse des impacts relative au projet de construction d'un ensemble immobilier mixte (logements, crèche, commerces), sur le territoire du 19^{ème} arrondissement de Paris (Paris/75).

L'analyse des impacts a été conduite 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, en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

19 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches, écoles maternelles/élémentaires/primaires) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude. La programmation inclut des bâtiments liés au secteur résidentiel (construction de logements) et aux activités tertiaires (création de locaux commerciaux et d'une crèche).

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases :

- Chantier ;
- Exploitation.

Les bâtiments créés respecteront la RE2020 seuil 2025 (voire seuil 2028 pour un bâtiment) (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments (hôtels, commerces, gymnase, université, hospitalier, restaurant, etc.), le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012 (un futur décret introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments). Le principal objectif est de ramener la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 » à énergie positive.

Les constructions seront labellisées NF Habitat HQE.

Les émissions liées au bâti s'avèreront ainsi minimales, comparé aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

La réalisation du projet va induire une légère hausse globale des trafics sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, comparativement aux situations « Actuelle » 2023 et « Fil de l'eau » 2028.

Pour mémoire, au niveau des lieux vulnérables existants, de l'emprise projet (dont la future crèche en projet) et des zones d'habitations, les concentrations calculées (en ne considérant que les émissions des brins du réseau d'étude et celles du Boulevard Périphérique, ainsi que les concentrations de fond pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5}) à l'horizon futur 2028 (situation « Fil de l'eau » et

« Projet ») sont inférieures aux normes réglementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une réglementation.

À l'horizon futur 2028, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent pour les principaux polluants émis à l'échappement par rapport à la situation actuelle 2023 (sauf SO₂ pour lequel les concentrations maximales augmentent).

Cela étant corrélé avec d'une part la baisse des trafics en situation Fil de l'eau et d'autre part avec les **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** (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation). Et **ce, malgré la légère augmentation globale des volumes de trafic, en situation Projet 2028**, par rapport à la situation actuelle 2023.

Les polluants émis également par l'usure et l'abrasion voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude diminuer à l'horizon 2028 pour les particules et le benzo(a)pyrène et augmenter, pour les métaux.

Les impacts du projet sont, par rapport à la situation « Fil de l'eau » 2028 :

- Pollution atmosphérique : une variation négligeable des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (environ +0,001 % ; en moyenne sur les polluants réglementés). Les hausses maximales de concentrations sont situées logiquement au niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues (augmentation maximale de 0,2 µgNO₂/m³).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables et habitations existants / futures habitations et crèche en projet [emprise projet]) : il est constaté une variation négligeable des concentrations en polluants au niveau des lieux vulnérables existants à l'état actuel, des habitations existantes et de l'emprise projet (dont la crèche en projet).

De même, l'évaluation quantitative des risques sanitaires confirme que la réalisation du projet n'engendre pas de risques sanitaires supplémentaires pour les résidents de la zone d'étude hors projet. Les futurs résidents du projet ne seront pas plus exposés que les résidents hors projet (concentrations maximales de l'emprise projet très légèrement supérieures à celles des habitants hors projet mais les concentrations moyennes en cœur d'îlot sont inférieures à celles aux niveau des habitants hors projet). **Pour les utilisateurs de la crèche en projet, située en cœur d'îlot, l'exposition sera inférieure à celles des utilisateurs de la crèche la plus exposée actuellement présente sur la zone d'étude.**

De plus, les indicateurs sanitaires diminuent aux horizons 2028 comparativement à ceux calculés en situation « Actuelle » 2023.

En définitive, l’aménagement projeté et les légères hausses de trafic corrélées, ne vont pas entraîner de modification notable ni de la qualité de l’air sur le secteur, ni de l’exposition à la pollution atmosphérique des populations présentes.

Les futurs résidents du projet ne seront pas plus exposés que les populations déjà présentes sur la zone d’étude et les utilisateurs de la crèche en projet auront une exposition inférieure à la pollution atmosphérique que les utilisateurs de la crèche la plus exposée existante en l’état actuel.

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet.

THÈMES	Avantages / Inconvénients
PHASE TRAVAUX	Les principales émissions atmosphériques sont les poussières des phases de démolition / construction et les gaz d’échappements des Poids Lourds liés au chantier. Il a été estimé que sur l’ensemble du chantier (phases de démolition/ construction), seront émises environ 23 t de poussières totales ; 7,0 t de PM10 et 0,70 t de PM2.5 (incluant l’arrosage comme mesure de réduction). Concernant les poids lourds en circulation pour l’ensemble du chantier (durée totale du chantier et totalité des poids lourds en circulation), les émissions majoritaires seront les NOx (21 kg/km parcouru pour la totalité des PL), le CO (3,4 kg/km parcouru pour la totalité des PL), les COVNM (0,6 kg/km parcouru pour la totalité des PL) et les PM2,5 (0,3 kg/km parcouru pour la totalité des PL) Le chantier sera réalisé sous charte chantier éco-responsable. Ainsi, les émissions résiduelles seront minimisées.
VEHICULES-KILOMETRES	Sur le <u>réseau d’étude</u> , par rapport à la situation Actuelle 2023, les indices VK Tous Véhicules diminuent en situation Fil de l’Eau 2028 (-2,0 %) et augmentent en situation Projet 2028 (+0,5 %). D’après les hypothèses considérées, en 2028, sur le <u>réseau d’étude</u> , par rapport à la situation Fil de l’eau, les VK augmentent (+2,5 %) en situation Projetée.
CONSOMMATION DE CARBURANT	Par rapport à la situation Actuelle 2023, la consommation de carburant sur le réseau d’étude diminue quels que soient l’horizon et la situation (-3,2 % en situation Fil de l’eau 2028 ; -0,8 % en situation Projetée 2028). En lien avec la hausse des VK, par rapport à la situation Fil de l’Eau 2028, la réalisation du projet induit une légère augmentation de +2,5 %.
ÉMISSIONS POLLUANTES	Les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans cette étude) diminuent aux horizons futurs 2028 par rapport à la situation « Actuelle » 2023 (Fil de l’eau 2028 : -18,3 % ; Projet 2028 : -16,3 %) en lien avec la baisse des VK d’une part (situation Fil de l’eau) et d’autre part (situation Projet) avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations). Par rapport à la situation Fil de l’eau 2028, la réalisation du projet induit une augmentation des émissions de polluants atmosphériques de +2,5 % en (moyenne tous polluants confondus considérés dans cette étude).
CONCENTRATION DANS L’AIR AMBIANT	En comparaison avec la situation actuelle 2023, les teneurs maximales sur la zone d’étude (moyenne sur les polluants réglementés) diminuent en situation Fil de l’eau 2028 (-7,3 %), Projetée 2028 (-7,3 %).

THÈMES	Avantages / Inconvénients
	D’après les hypothèses considérées, les concentrations maximales annuelles en polluants atmosphériques modélisées sur la <u>zone d’étude</u> (moyenne sur les polluants réglementés) en situation Projet 2028, sont négligeables par rapport à la situation Fil de l’eau 2028. Des hausses de concentrations sont enregistrées uniquement au niveau des voies de circulation desservant le projet. Il est important de retenir que ces hausses sont très localisées et demeurent très faibles en valeurs absolues. Il est à retenir néanmoins que la majorité des logements seront traversants pour permettre une ouverture et ventilation naturelle du côté non exposé directement à la circulation automobile.
IPP	La réalisation du projet ne modifie pas la distribution des concentrations, aussi bien pour le dioxyde d’azote que pour les PM10. Par conséquent, le trafic supplémentaire induit par l’opération n’influera pas significativement sur l’exposition des populations à la pollution d’origine automobile.
EQRS	En considérant les émissions du trafic sur le réseau d’étude et sur le Boulevard Périphérique, ainsi que les concentrations de fond pour le NO ₂ , les PM10 et les PM2,5, que cela soit pour les effets à seuils ou sans seuil : - Les valeurs des indicateurs sanitaires sont situées dans le domaine de conformité pour l’ensemble des scénarios d’exposition étudiés (enfant en bas âge, écolier ; résident ; enfant) à l’horizon futur 2028 (avec et sans projet). - La réalisation du projet, par rapport à la situation Fil de l’eau 2028, n’engendre aucune variation significative des indices sanitaires pour les populations de la zone d’étude. - Les futurs habitants du projet ne seront globalement pas significativement plus exposés à la pollution que les habitants de la zone d’étude (indicateurs sanitaires et exposition très légèrement supérieurs ou inférieurs en cœur d’ilot). - Les utilisateurs de la crèche en projet seront moins exposés comparativement aux utilisateurs de la crèche la plus exposée d’ores et déjà présente sur la zone d’étude. - Les indices sanitaires calculés à l’horizon futur 2028 (avec et sans projet) sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle 2023.
COUT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	Par rapport à la situation Actuelle 2023, les coûts annuels de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d’étude diminuent en situation Fil de l’eau 2028 (-8,0 %) et en situation Projetée 2028 (-5,7 %). La mise en place du projet engendre une augmentation des coûts annuels de la pollution atmosphérique sur le réseau d’étude par rapport à la situation Fil de l’Eau 2028 (+2,5 %).
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Par rapport à la situation Actuelle 2023, sur le réseau d’étude, les émissions de GES diminuent quels que soient l’horizon et la situation (-3,3 % en situation Fil de l’eau 2028 ; -0,8 % en situation Projetée 2028), cela étant à corréler avec l’évolution des consommations énergétiques. Sur le réseau d’étude, par rapport à la situation Fil de l’Eau 2028, la situation projet induit une légère augmentation des émissions de GES de (+2,5 %).
COUT DES GAZ A EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente à l’horizon futur 2028 par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Par rapport à la situation Fil de l’Eau 2028, la situation projet 2028 engendre une légère augmentation des coûts des émissions de GES (+2,5 %) sur le réseau d’étude.

Annexes

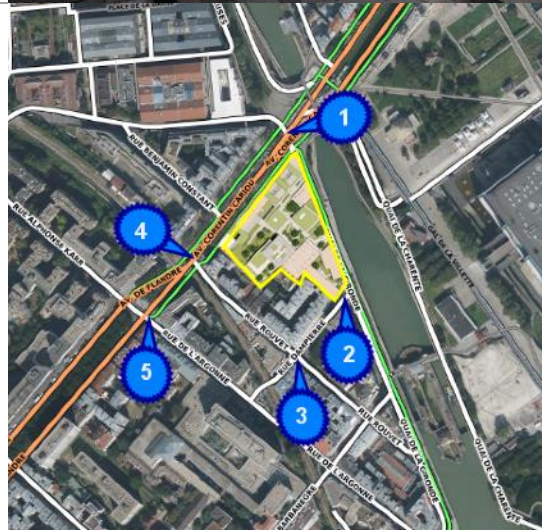
ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l’Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Agence Européenne de l’Environnement
ALD	Affections Longues Durées
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Ba	Baryum
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes
CAA	Concentration Admissible dans l’Air
Cd	Cadmium
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès
Centile	Les centiles correspondent à des valeurs qui divisent un ensemble d'observations en 100 parties égales. C’est-à-dire, par exemple, le centile 90 correspond à la valeur pour laquelle 90 % des données ont une valeur inférieure et 10 % des données ont une valeur supérieure.
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CH₂O	Formaldéhyde
CH₄	Méthane
C₂H₄O	Acétaldéhyde
C₃H₄O	Acroléine
C₄H₆	1,3-Butadiène
C₆H₆	Benzène
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d’Étude de la Pollution Atmosphérique
CJUE	Cour de justice de l’Union européenne
CMI	Concentration Moyenne Inhalée
CO	Monoxyde de carbone
CO₂	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	CORe INventories AIR
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
Cr	Chrome
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l’Évaluation et des Statistiques

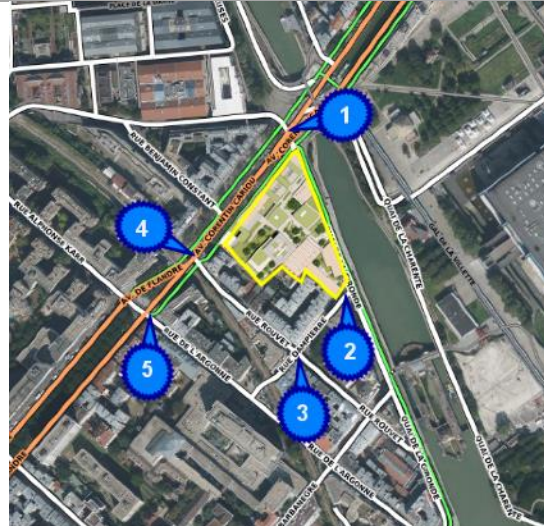
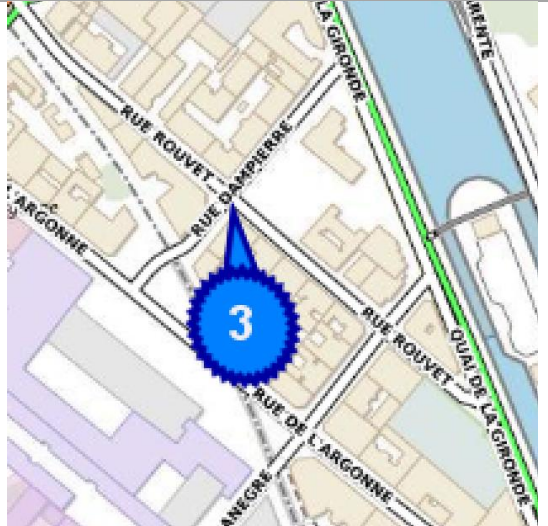
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie
DRIEAT	Direction régionale et interdépartementale Environnement-Aménagement-Transports
EFSA	European Food Safety Authority
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
EICU	Effet d’Ilot de Chaleur Urbain
EIS	Évaluation de l’Impact Sanitaire
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPT	Établissement public territorial
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de risque Unitaire
EQIS	Évaluation Quantitative de l’Impact Sanitaire
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
FET	Facteur d’équivalence Toxique
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l’Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS	Institut de recherche sur les transports
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IPP	Indice Pollution Population
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IREP	Registre français des émissions polluantes
kep	kilo équivalent pétrole
LOM	Loi d’Orientation des Mobilités
MRL	minimum risk level
NH₃	Ammoniac
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d’azote
NO₂	Dioxyde d’azote
NOx	Oxydes d’azote
N₂O	Protoxyde d’azote
O₃	Ozone
OAP	Orientation d’Aménagement et de Programmation
OEHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment

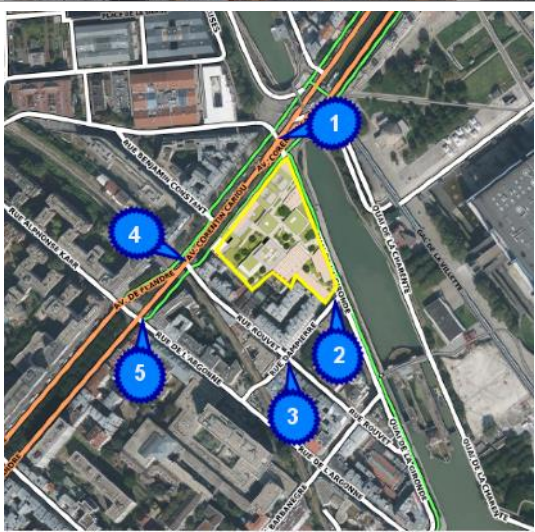
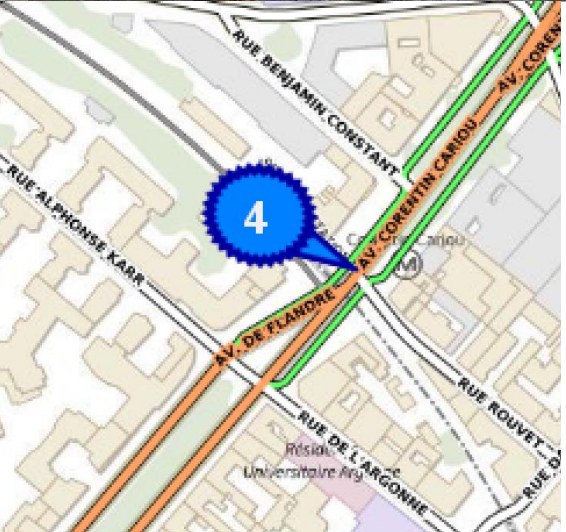
OMS	Organisation Mondiale de la Santé	TSP	Poussières Totales (<i>Total Suspended Particulate matter</i>)
ORS	Observatoire Régional de Santé	TV	Tous Véhicules
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable	US EPA	United States Environmental Protection Agency
Pb	Plomb	UVP	Unité de Véhicule Particulier
PCET	Plan Climat Énergie Territorial	VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial	VK	Véhicules-Kilomètres
PDU	Plan de Déplacements Urbains	VL	Véhicule Léger
PDUIF	Plan de Déplacements Urbains Ile-de-France	VMC	ventilation mécanique contrôlée
PIB	Produit intérieur brut	VP	Véhicule Personnel
PL	Poids Lourd	VUL	Véhicule Utilitaire Léger
PLD	Plan Local de Déplacement	VTR	Valeur Toxicologique de Référence
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l’Air	ZCR	Zone à Circulation Restreinte
PLU	Plan Local d’Urbanisme	ZFE	zones à faibles émissions
PLUi	Plan Local d’Urbanisme intercommunal	ZPA	Zone de Protection de l’Air
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)	ZPAd	Zone de Protection de l’Air départementale
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm		
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm		
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm		
PNSE	Plan National Santé Environnement		
PPA	Plan de Protection de l’Atmosphère		
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques		
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global		
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l’Air		
PRSE	Plan Régional Santé Environnement		
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l’Air		
QD	Quotient de danger		
REL	Risk Effect Level		
RfC	Reference concentration		
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)		
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique		
ROSE IdF	Réseau d'observation statistique de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre de la région Île-de-France		
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale		
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie		
SDRIF	Schéma directeur de la région Île-de-France		
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone		
SO₂	Dioxyde de soufre		
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires		
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie		
TCA	Tolerable concentration in air		
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte		
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality		
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel		

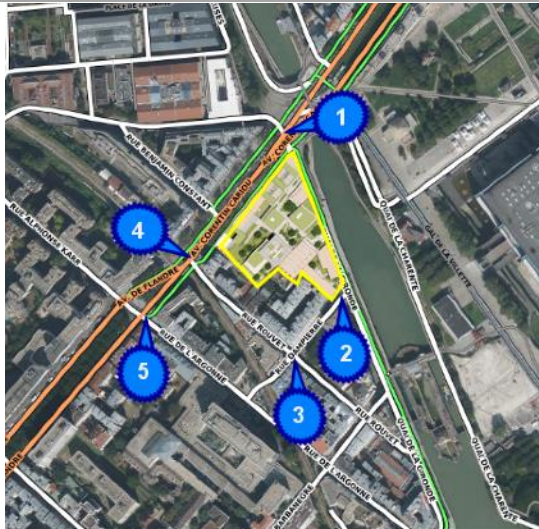
ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES - MESURES *IN SITU*

Point n°1		« Quai de la Gironde » - Paris 19ème [75]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Quai de la Gironde 75019 Paris		48.89595°N 2.38351°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	17/11/2023 à 12h20
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	15/12/2023 à 11h43
Type de Support Hauteur	Panneau « sens interdit » 2,5 m	Durée d'exposition	671,4 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 317	45,8	Concentration moyenne : 48,2 µg/m³ Écart relatif : 5,0 %
	FTS 318	50,6	

Point n°2		« Quai de la Gironde » - Paris 19ème [75]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
9 Rue Dampierre 75019 Paris		48.89446°N 2.38423°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	17/11/2023 à 12h41
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	15/12/2023 à 11h40
Type de Support Hauteur	Panneau « Passage Piéton » 2,5 m	Durée d'exposition	671,0 h
			

Point n°3		« Quai de la Gironde » - Paris 19ème [75]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
10 Rue Rouvet 75019 Paris		48.89395°N 2.38369°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	17/11/2023 à 12h41
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	15/12/2023 à 11h52
Type de Support	Panneau « sens interdit »	Durée d'exposition	671,2 h
Hauteur	2 m		
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 320	35,0	Blanc inférieur à la Limite de Détection
	FTS 321 (blanc)	< 0,3	
PM10	SD #5	Moyenne : 15,2 Max : 54,4	Moyenne sur la campagne du 17/11 au 15/12/2023 Maximum en moyenne journalière
PM2.5		Moyenne : 12,0 Max : 40,8	

Point n°4		« Quai de la Gironde » - Paris 19ème [75]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
Avenue Corentin Cariou 75019 Paris		48.89488°N 2.38229°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	17/11/2023 à 12h29
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	15/12/2023 à 11h52
Type de Support	Panneau « interdiction de tourner à gauche »	Durée d'exposition	671,4 h
Hauteur	2,5 m		
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 323	49,1	-

Point n°5		« Quai de la Gironde » - Paris 19ème [75]	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		GPS WGS 84	
156 Avenue de Flandre 75019 Paris		48.89437°N 2.38188°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	Début mesure	17/11/2023 à 12h31
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin mesure	15/12/2023 à 11h57
Type de Support Hauteur	Panneau « interdiction de stationner » 2,5 m	Durée d'exposition	671,4 h
			
			
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	FTS 322	46,5	-

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l’air est directement liée aux conditions météorologiques⁶⁵. En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.). De manière simplifiée :

- Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d’air contenant des polluants en provenance d’autres sources. Lorsqu’il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d’accumulation, n’est pas inhabituel.
- Les températures trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l’air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c’est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d’une moins bonne combustion.
- Le soleil est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l’ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d’ozone sera importante s’il existe dans l’atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c’est-à-dire les oxydes d’azote et les Composés Organiques Volatils).
- Les précipitations influencent également la qualité de l’air. De fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d’azote, etc.).
- Le phénomène d’inversion de température peut être à l’origine d’une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l’air diminue avec l’altitude (dans les basses couches de l’atmosphère), l’air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière). Cependant, lorsque le sol s’est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d’altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d’inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d’air chaud en altitude plus communément appelée couche d’inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l’ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l’air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d’azote et aux particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d’inversion de température.

Les données présentées proviennent de la station météorologique Paris-Montsouris⁶⁶ (48,82°N | 2,43°E) sise à 8,6 km du projet, sur la période du 17 novembre au 15 décembre 2023.

❖ Températures

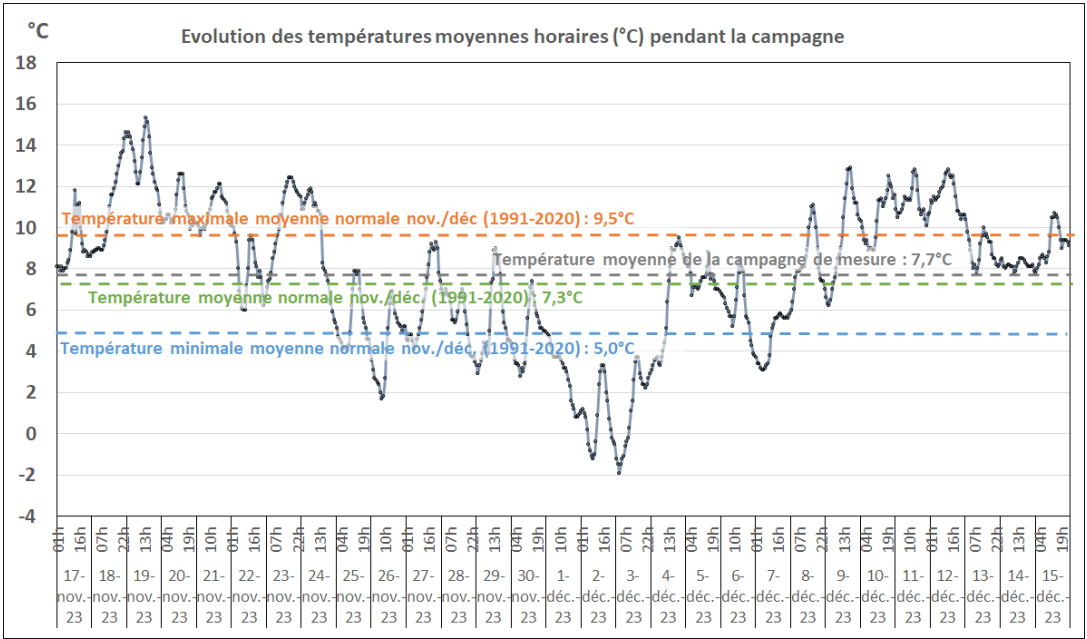


Figure 140 : Températures enregistrées lors de la période de mesure

La température moyenne lors de la campagne de mesure *in situ* est de 7,7°C. Cela est très légèrement supérieur à la normale [1991-2020] pondérée de novembre/décembre à savoir 7,3°C, ce qui correspond à un écart à la normale de +6 %.

L’amplitude thermique jour/nuit est relativement faible sur l’ensemble de la campagne.

La moyenne des températures journalières minimales sur la période (5,6°C) est légèrement supérieure à la température normale moyenne minimale pondérée de novembre/décembre (5,0°C) soit un écart à la normale de +14 %.

La moyenne des températures journalières maximales sur la période (9,8°C) est supérieure à la température normale moyenne maximale pondérée de novembre/décembre (9,5°C) soit un écart à la normale de +3 %.

⁶⁵ <https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques>
<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/influence-de-la-meteo>

⁶⁶ <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/archives/31/aout/2023/paris-montsouris/07156.html>

❖ **Pression atmosphérique**

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. A contrario, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.

Le graphique ci-après présente les pressions atmosphériques enregistrées au cours de la campagne de mesure.

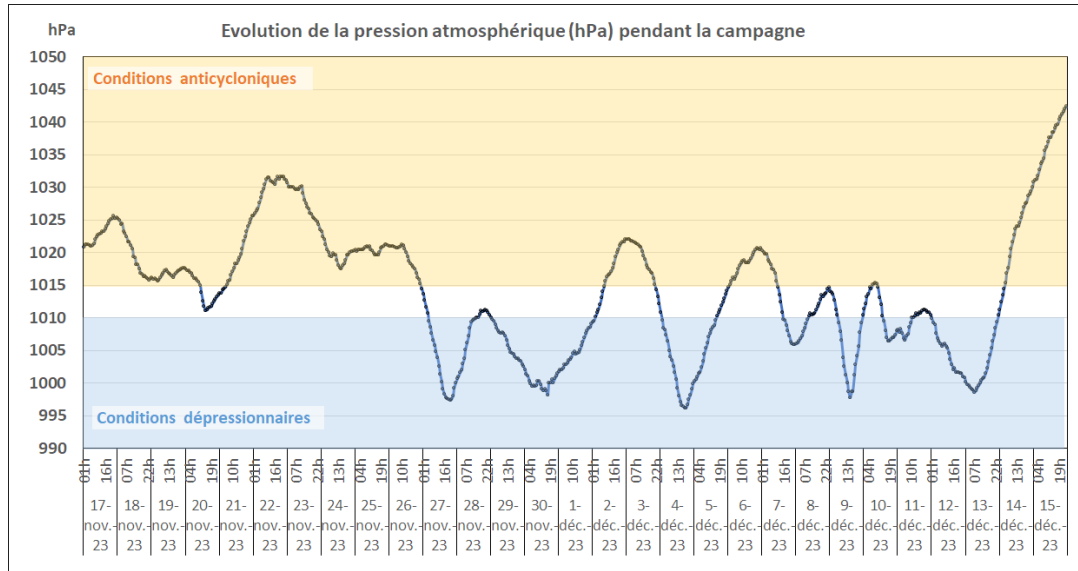


Figure 141 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure

Les pressions atmosphériques ont été majoritairement anticycloniques du 17 au 27 novembre 2023, puis alternativement dépressionnaires et anticycloniques sur le reste de la période.

❖ **Vents moyens et rafales**

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée

appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.

Les moyennes journalières des vitesses⁶⁷ des vents moyens horaires ainsi que les rafales maximales journalières sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure.

Tableau 97 : Vitesse du vent médian journalier et rafales de vents maximales journalières

Date	Vitesse médiane [km/h]	Rafale Max [km/h]
17 novembre 2023	11,0	40
18 novembre 2023	11,0	49
19 novembre 2023	14,0	56,2
20 novembre 2023	14,0	50,8
21 novembre 2023	14,0	45,4
22 novembre 2023	11,0	49,3
23 novembre 2023	7,0	44,3
24 novembre 2023	16,0	56,9
25 novembre 2023	11,0	40
26 novembre 2023	7,0	34,6
27 novembre 2023	14,0	55,1
28 novembre 2023	11,0	52,9
29 novembre 2023	7,0	28,4
30 novembre 2023	7,0	32
1 décembre 2023	14,0	38,2
2 décembre 2023	11,0	38,5
3 décembre 2023	14,0	54,7
4 décembre 2023	14,0	51,8
5 décembre 2023	14,0	58,7
6 décembre 2023	7,0	27
7 décembre 2023	14,0	40,3
8 décembre 2023	7,0	28,8
9 décembre 2023	22,0	65,5
10 décembre 2023	14,0	60,1
11 décembre 2023	11,0	35,3
12 décembre 2023	11,0	45
13 décembre 2023	11,0	40
14 décembre 2023	14,0	47,9
15 décembre 2023	7,0	27,7
Période	Moyenne : 11,7	Max : 65,5

La vitesse moyenne des vents médians journaliers sur l'ensemble de la période est de 11,7 km/h. Les médianes journalières sont comprises entre 7,0 km/h et 22,0 km/h (le 9 décembre 2023), avec des rafales atteignant au maximum 65,5 km/h le 9 décembre 2023.

⁶⁷ Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

Les figures suivantes présentent la fréquence et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesure in situ ainsi que la rose des vents annuelle.

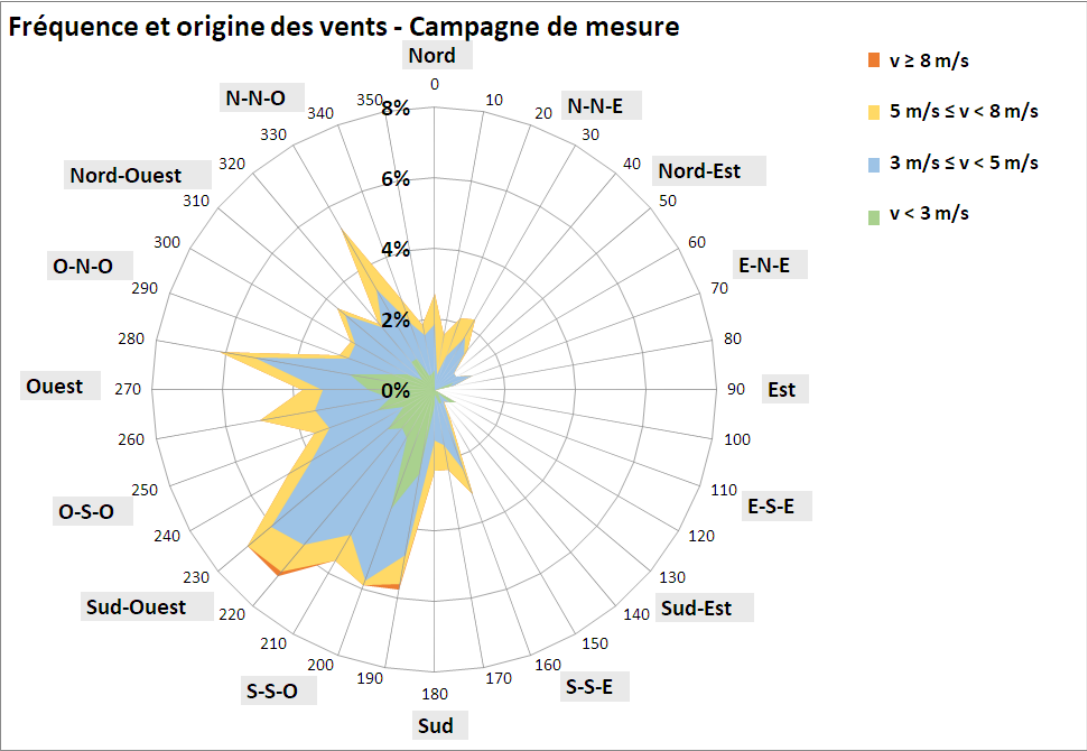


Figure 142 : Origine des vents lors de la période de mesure

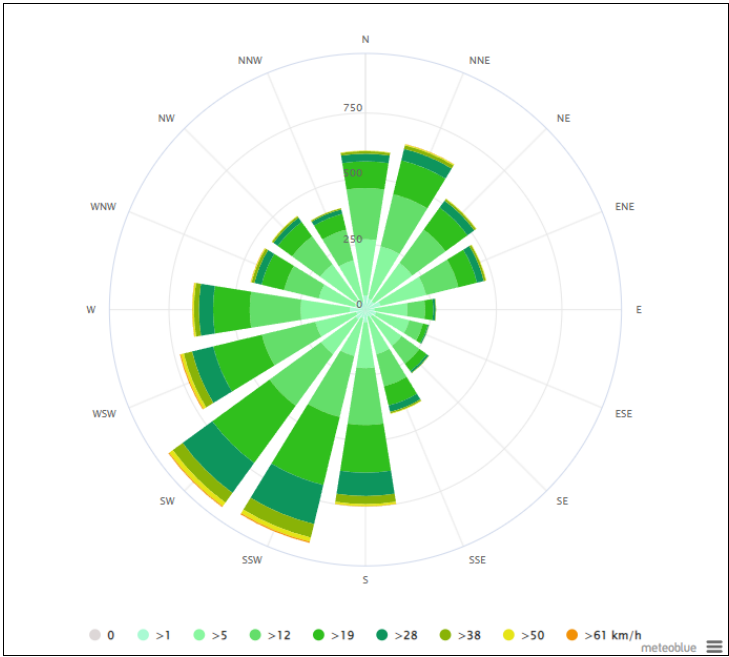


Figure 143 : Rose des vents annuelle à Paris (source : meteoblue)

Lors de cette campagne, les vents enregistrés sont majoritairement des vents :

- Du sud-ouest au sud (fréquence cumulée de 31 % sur les secteurs de 190° à 230°) ;
- D'ouest (fréquence cumulée de 13 % sur les secteurs de 270° à 290°).

Cette rose des vents obtenue sur la période de mesure présente des similitudes avec celle observée en moyenne annuelle pour le secteur (vents venants majoritairement du sud-sud-ouest, ouest). En revanche, les vents du quart nord-est sont quasiment absents.

Les vents pendant la campagne ne sont pas totalement représentatifs des vents annuels.

Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort. C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes. L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12).

Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent. Cette échelle est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 98 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calme	< à 1	< à 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	= ou > à 64	> à 118	Très gros dégâts.

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurés selon l'échelle de Beaufort.

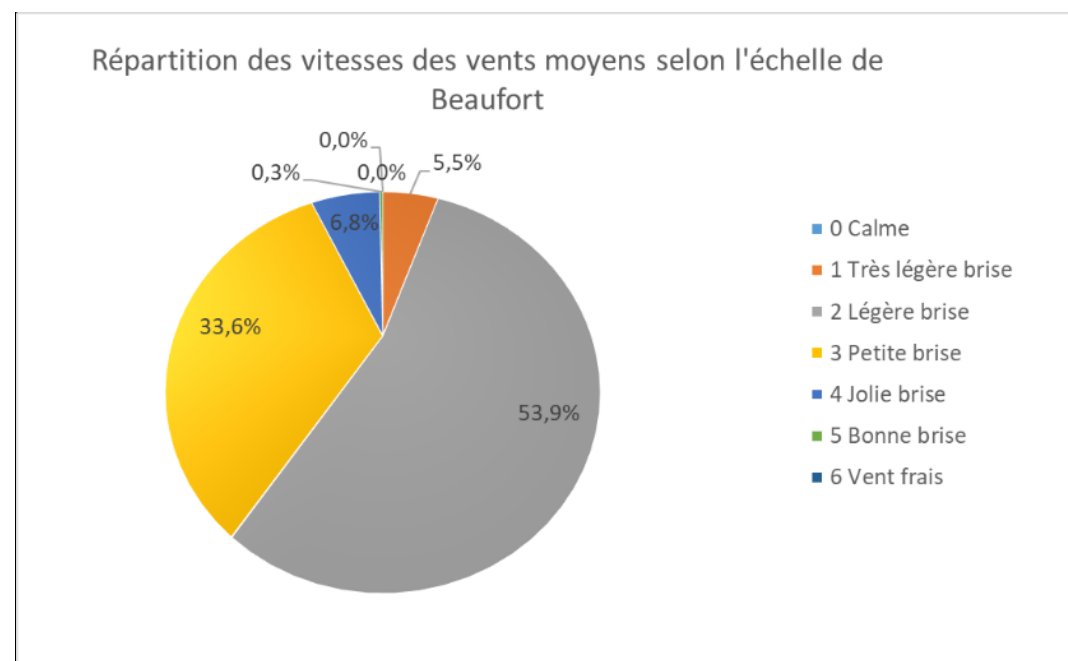


Figure 144: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort

Le vent a été présent de manière faible sur 93,0 % de la campagne : 5,5 % de ‘très légères brises’, 53,9 % de ‘légères brises’ et 33,6 % de ‘petites brises’.

7,0 % de la campagne a donc présenté des épisodes venteux importants : 6,8 % des vents étaient des ‘jolies brises’ et 0,3 % de ‘bonnes brises’.

Plus de 90 % des vents mesurés sont des vents faibles ne favorisant pas une dispersion efficace des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 92,96 % des vents mesurés.

❖ Précipitations

Les hauteurs de précipitations pendant la période de mesure sont illustrées en figure suivante.

Lors de la campagne de mesure (29 jours), le cumul des précipitations a été de 82,2 mm répartis sur 18 jours. Les précipitations sur cette période sont supérieures à la normale de saison ; la moyenne pondérée de novembre/décembre (ramenée à 29 jours) étant de 55,3 mm [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de +49 %.

Le nombre de jours de pluies supérieures ou égales à 1 mm (13 jours) est supérieur de la normale, la moyenne pondérée (ramenée à 29 jours) de novembre/décembre étant de 10,4 jours [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de +25 %.

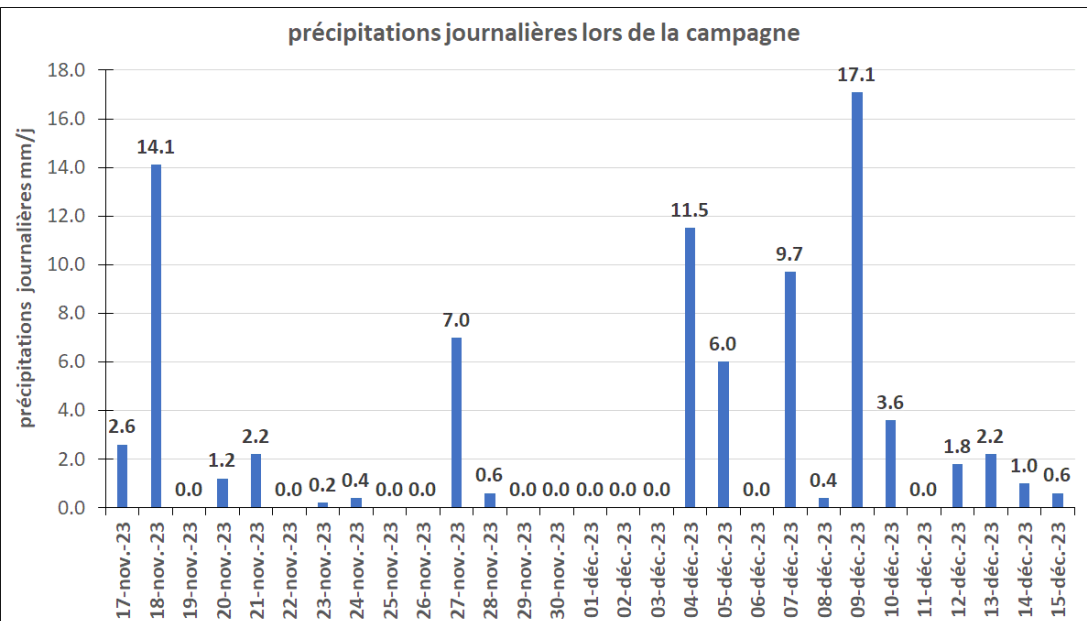


Figure 145: Précipitations pendant la campagne de mesure

La période de mesure s'avère plus pluvieuse que les normales de saison. Les phénomènes de lessivage de l'air et de retombées au sol des particules par les pluies a été fréquemment présent pendant la période de mesure.

❖ Ensoleillement

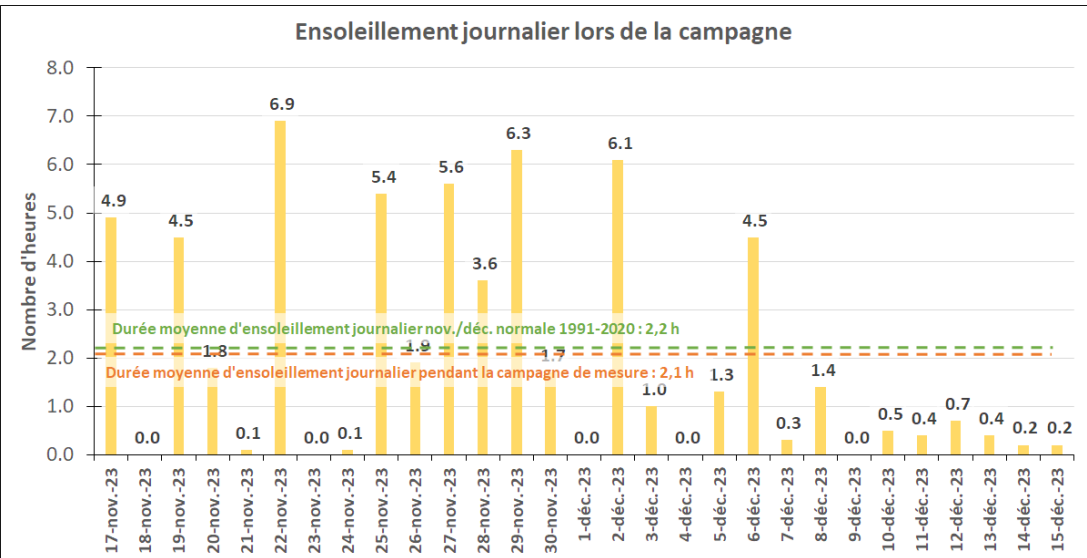


Figure 146 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure

L'ensoleillement cumulé sur la campagne de mesure a été de 54,2 h, avec une moyenne journalière de 1,9 h. La normale pondérée de novembre/décembre ramenée à 29 jours est de 60,1 h. L'ensoleillement pendant la période de mesure présente un écart à la normale de -10 %.

❖ **Irradiance**

L'irradiance ou éclairement énergétique correspond à la puissance du flux lumineux par unité de surface. L'irradiance s'exprime en W/m². L'irradiance est le quotient de l'insolation par la durée de mesure.

L'irradiance en un lieu est soumise à de nombreux paramètres : coordonnées géographiques (heures de lever et de coucher du soleil), topographiques (ombrage du relief lointain), météorologiques (nuages, brouillard), naturels (végétation, faune) ou encore humains (bâtiments, passage de véhicules...). Une forte irradiance favorise la production du polluant ozone si les précurseurs sont présents.

L'histogramme suivant présente les irradiances moyennes journalières constatées durant la campagne de mesure pour la station météo de Paris-Montsouris.

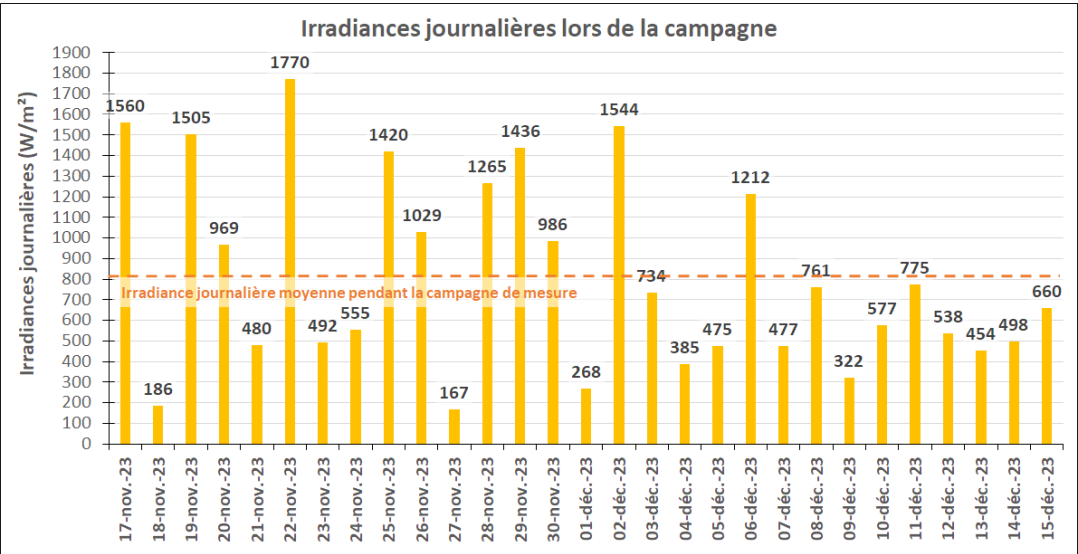


Figure 147 : Irradiances enregistrées lors de la période de mesure

ANNEXE N°4 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site des Aasqa.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ Programme APHEIS

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l’Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l’environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d’utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l’air et de ses effets sur la santé publique.

❖ Programme CAFE

Par exemple, dans le programme CAFE (Clean Air for Europe, ‘un Air propre pour l’Europe’), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l’exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d’espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l’ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d’euros par an en 2020.

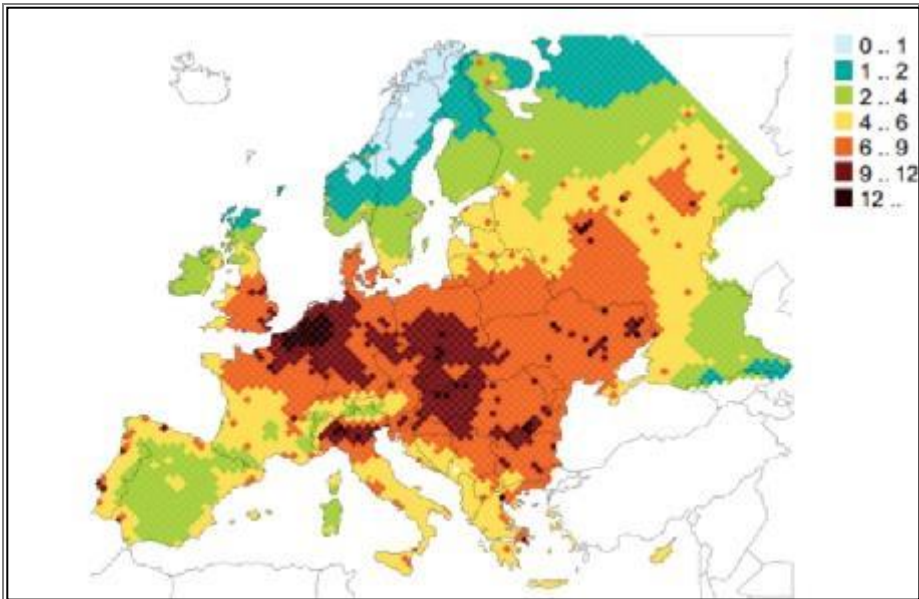


Figure 148 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]

Une évaluation de l’impact sanitaire à l’échelle de 25 pays de l’Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s’est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l’air et estimait qu’en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec l’exposition chronique aux particules fines PM2,5 d’origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d’espérance de vie de 8,2 mois.

❖ Programme APHEKOM

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l’Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l’impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l’Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ Les EIS (Évaluations d’Impact Sanitaire)

Une évaluation d’impact sanitaire vise à quantifier l’impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d’épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d’impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l’air.

En date de mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d’habitants ont ainsi bénéficié d’EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l’impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m³ à Toulouse à 24,7 µg/m³ à Lyon. Si l’ancienne valeur-guide de l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m³ de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d’espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

❖ **Le PNSE (Plan National Santé Environnement)**

Le Plan National Santé Environnement vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.

Le PNSE (rappel : plan national santé environnement) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans.

Le quatrième PNSE, (2021-2025), intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.

Le PNSE 4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

❖ **Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)**

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.

Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - 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 épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.
- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en

France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.

- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction" estime le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France, entre 68 et 97 milliards d'euros.

ANNEXE N°5 : METROLOGIE DES POLLUANTS

❖ Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO₂ ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

➤ Mesure du dioxyde d'azote (NO₂)

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO₂) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

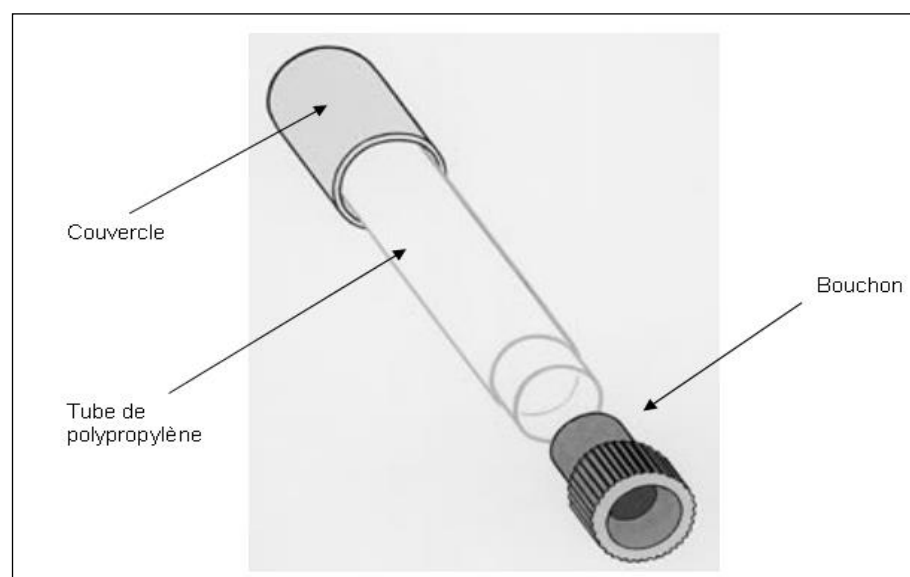


Figure 149 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzman.

L'incertitude étendue relative donnée par le laboratoire est de 20,9 % pour une concentration de 40 µg/m³. La limite de détection est de 0,3 µg/m³ lors d'une exposition de 4 semaines.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluide laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12} \frac{dC_{12}}{dl} \quad \text{Équation 1}$$

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm⁻².s⁻¹)

D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s⁻¹)

dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion

C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm⁻³)

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr², avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration $\{C-C_0\}$ le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12} \frac{(C_0 - C).S.t}{L} \quad \text{Équation 2}$$

Où : C : concentration ambiante du gaz 1

C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif

$(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12} \frac{S}{L} C.t \quad \text{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \quad \text{Équation 4}$$

Le coefficient de diffusion de NO₂ utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : D(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.

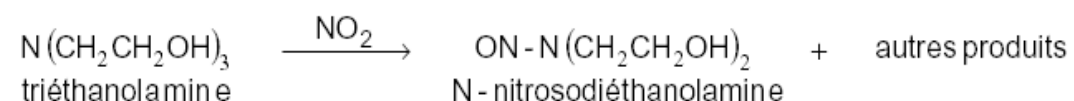
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en cm³.s⁻¹) par les équations suivantes :

$$D_{éch} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

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 NO₂⁻ (donc celle de NO₂) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de NaNO₂, de la forme A = f([NO₂⁻]) avec A l'absorbance de la

solution et [NO₂⁻] 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 NO₂. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO₂⁻ formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

❖ **Principe des micro-capteurs laser**

➤ Mesure des particules

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules. Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m³, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10 %.

La figure ci-après représente le micro-capteur.

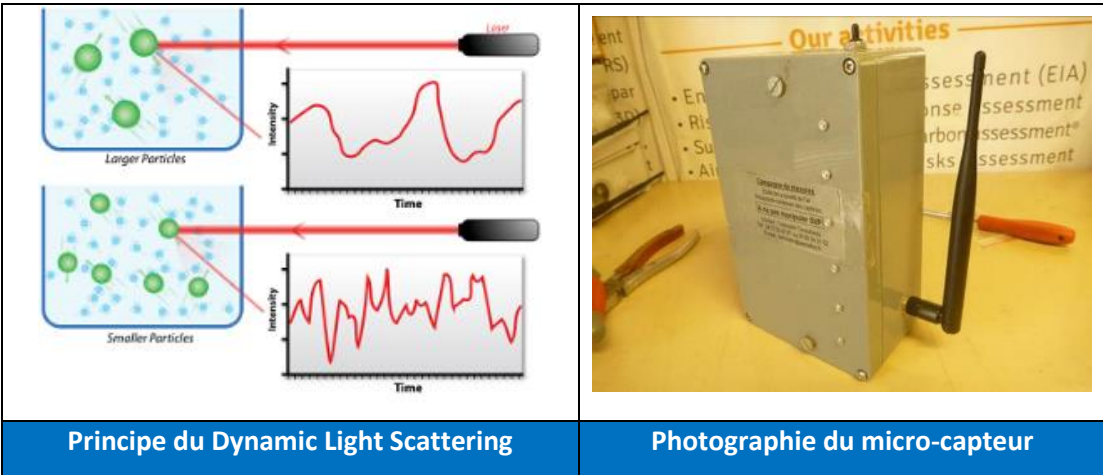


Figure 150 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

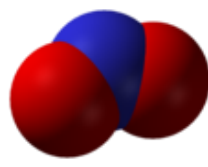
ANNEXE N°6 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

❖ Oxydes d'azote [NOx]

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO₂]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques. À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.

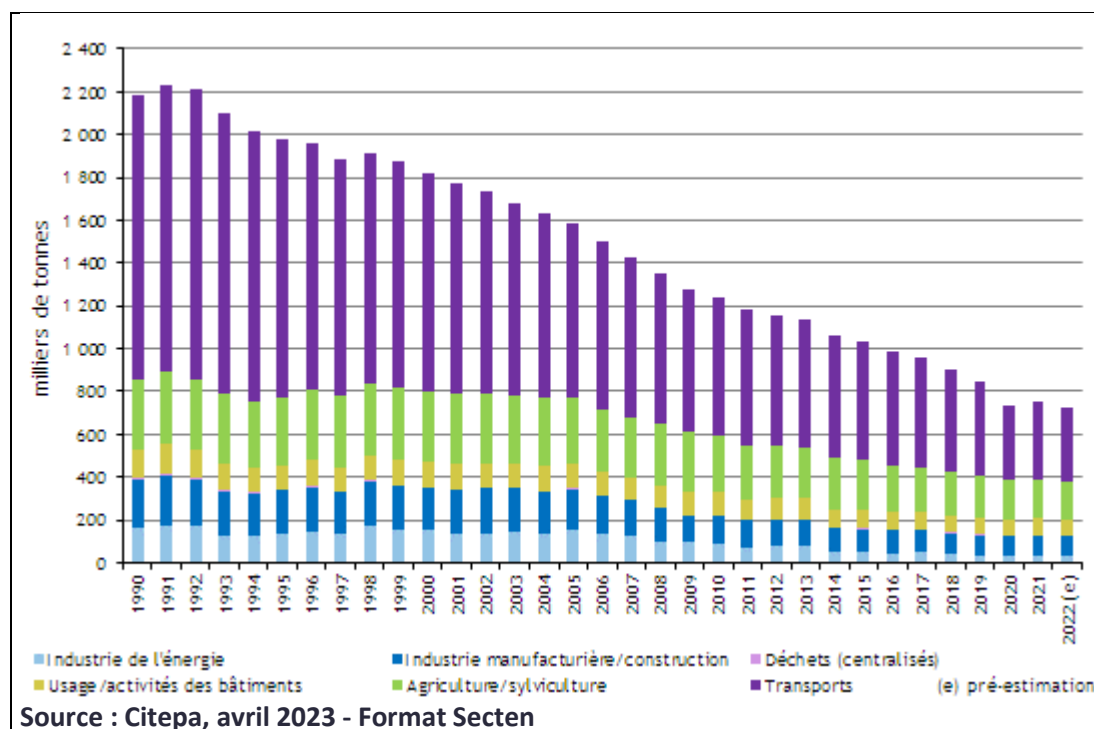


Molécule de monoxyde d'azote



Molécule de dioxyde d'azote

❖ Principales sources d'émission



Les transports sont le 1^{er} secteur émetteur de NOx (367.5 kt soit 49% des émissions de la France métropolitaine en 2021) et majoritairement par le transport routier (90,7 % des émissions de NOx des transports, en 2021).

Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques. La tendance à la baisse plus marquée en 2020 qu'auparavant est l'effet des mesures de confinement liées à la crise sanitaire du Covid 19. De fait une légère augmentation des émissions est observée entre 2020 et 2021.

❖ Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au 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).

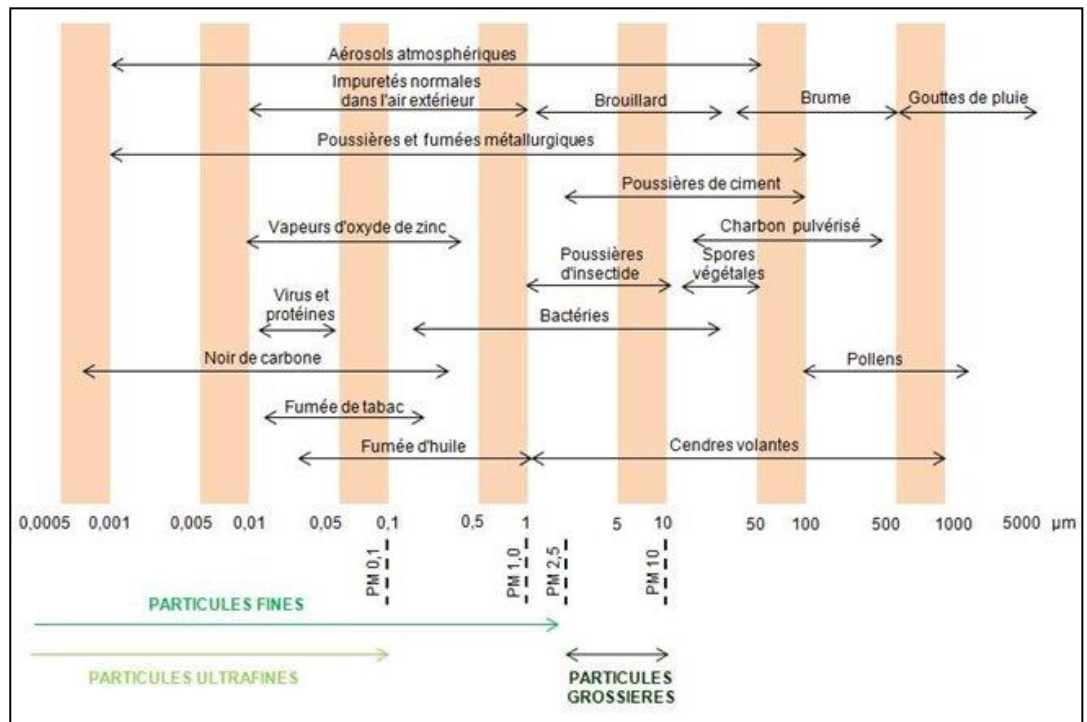
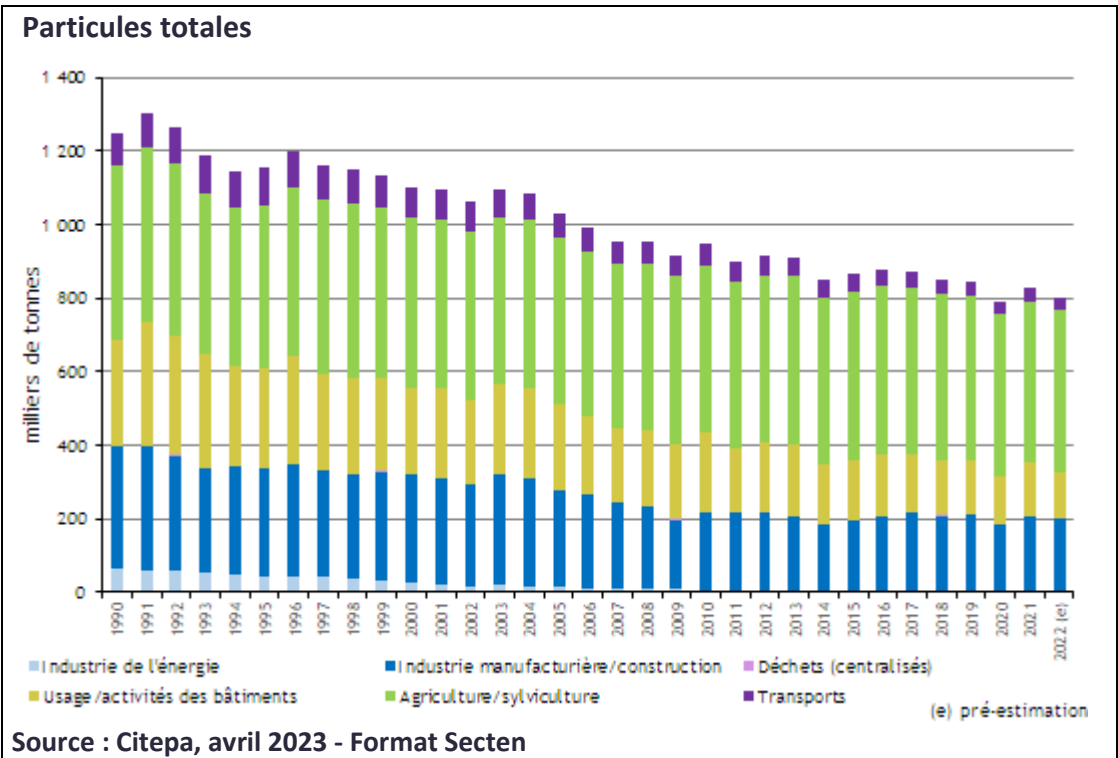


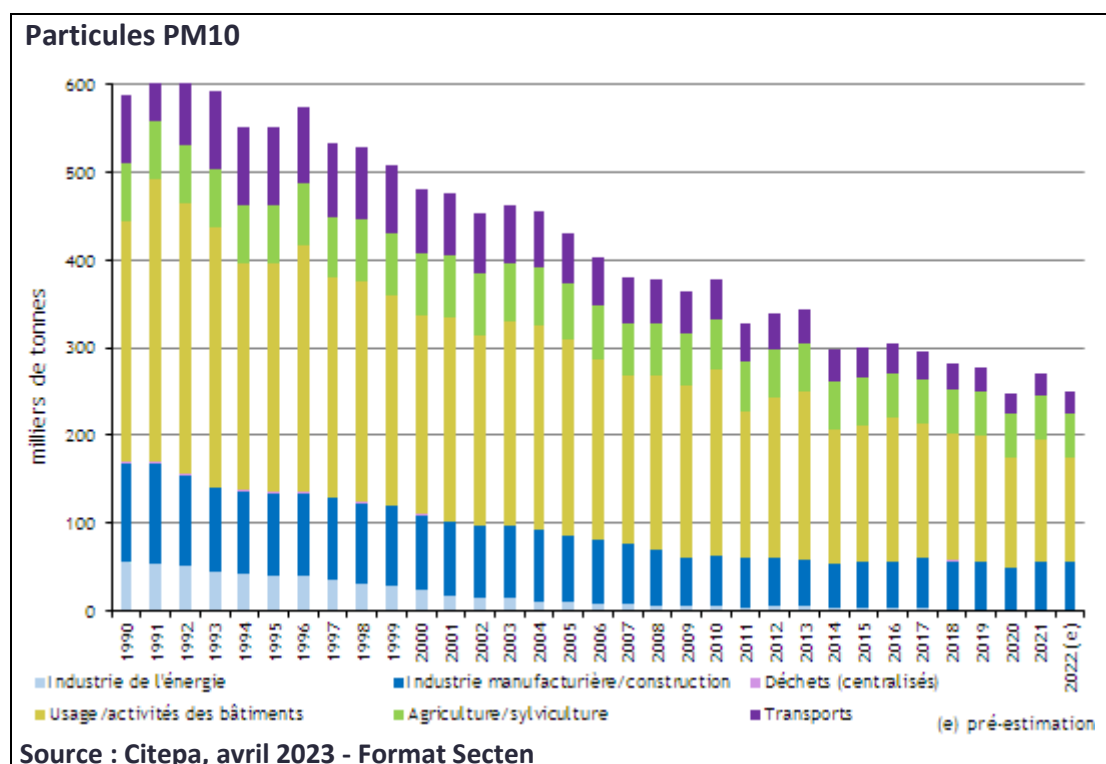
Figure 151 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA)

❖ Principales sources d'émission



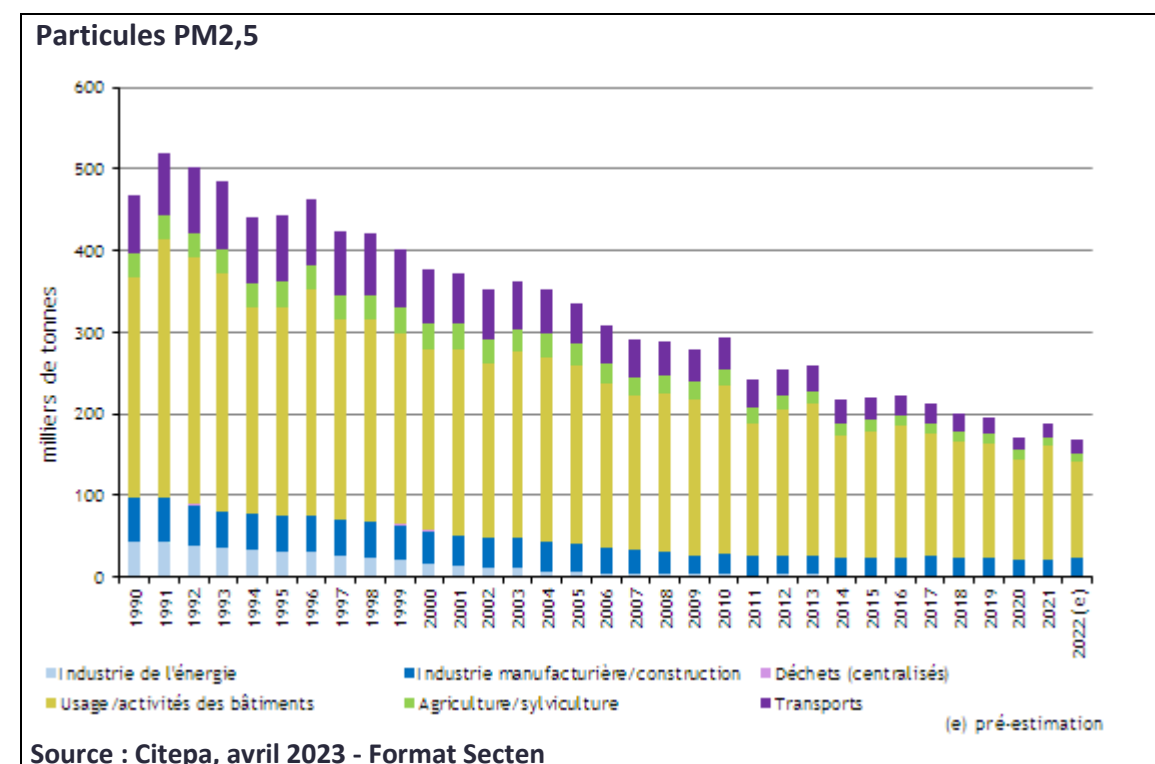
Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2021. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 53 % des émissions de la France métropolitaine, notamment du fait des labours des cultures ;
- l'industrie manufacturière avec 25 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières ;
- l'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (18 %) ;
- les transports (4 %).



Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2021 sont :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (52 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (20 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction ;
- L'agriculture / sylviculture (18 %), en particulier les élevages et le labour des cultures ;
- Les transports (9 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).



Les émissions par ordre d'importance en 2021 sont induites par :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (73 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (11 %) ;
- Les transports (9 %) ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture (6 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).

❖ Effets sur la santé

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°7 : REGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Tableau 99 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³. En moyenne horaire : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	En moyenne annuelle : 40 µg/m³.	En moyenne horaire : 200 µg/m³.	En moyenne horaire : 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	
Oxydes d'azote (NO _x)					En moyenne annuelle (équivalent NO ₂) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. En moyenne horaire : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	En moyenne annuelle : 50 µg/m³.	En moyenne horaire : 300 µg/m³.	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.	En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.
Plomb (Pb)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.	En moyenne annuelle : 0,25 µg/m³.			
Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³.				

Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	En moyenne annuelle : 30 µg/m³.	En moyenne journalière : 50 µg/m³.	En moyenne journalière : 80 µg/m³.	
Benzène (C ₆ H ₆)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	En moyenne annuelle : 2 µg/m³.			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O ₃)		Seuil de protection de la santé , pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation , AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	En moyenne horaire : 180 µg/m³.	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population , en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence , en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	En moyenne annuelle : 25 µg/m³ depuis le 01/01/15.	En moyenne annuelle : 10 µg/m³.	En moyenne annuelle : 20 µg/m³.	Concentration initiale	Objectif de réduction	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				<= à 8,5 µg/m³	0%	
				>8,5 et <13 µg/m³	10%	
				>=13 et <18 µg/m³	15%	
				>=18 et <22 µg/m³	20%	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	
* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011. ** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015.						

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³
* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.	

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l’air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l’intervention de mesures d’urgence ;
- **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère fixé dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l’environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Remarque : le 26 octobre 2022, la Commission Européenne⁶⁸ a publié une proposition de révision des directives de la qualité de l’air.

⁶⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN>

ANNEXE N°8 : LIGNES DIRECTRICES DE L’OMS

Polluant	Durée retenue	Niveau recommandé
PM _{2,5} , µg/m³	Annuel	5
	24 heures ^a	15
PM ₁₀ , µg/m³	Annuel	15
	24 heures ^a	45
O ₃ , µg/m³	Saison de pointe ^b	60
	8 heures ^a	100
NO ₂ , µg/m³	Annuel	10
	24 heures ^a	25
SO ₂ , µg/m³	24 heures ^a	40
CO, mg/m³	24 heures ^a	4
^a 99 ^e percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an) ^b Moyenne de la concentration moyenne en O ₃ maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O ₃ des moyennes glissantes sur six mois.		

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

ANNEXE N°9 : ISOCONTOURS DES CONCENTRATIONS ANNUELLES
MODELISEES INCLUANT LES CONCENTRATIONS DE FOND, CENTREES SUR LE
PROJET



Figure 152 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023



Figure 154 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Projetée 2028



Figure 153 : Concentrations en NO₂ – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Fil de l'Eau 2028



Figure 155 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023

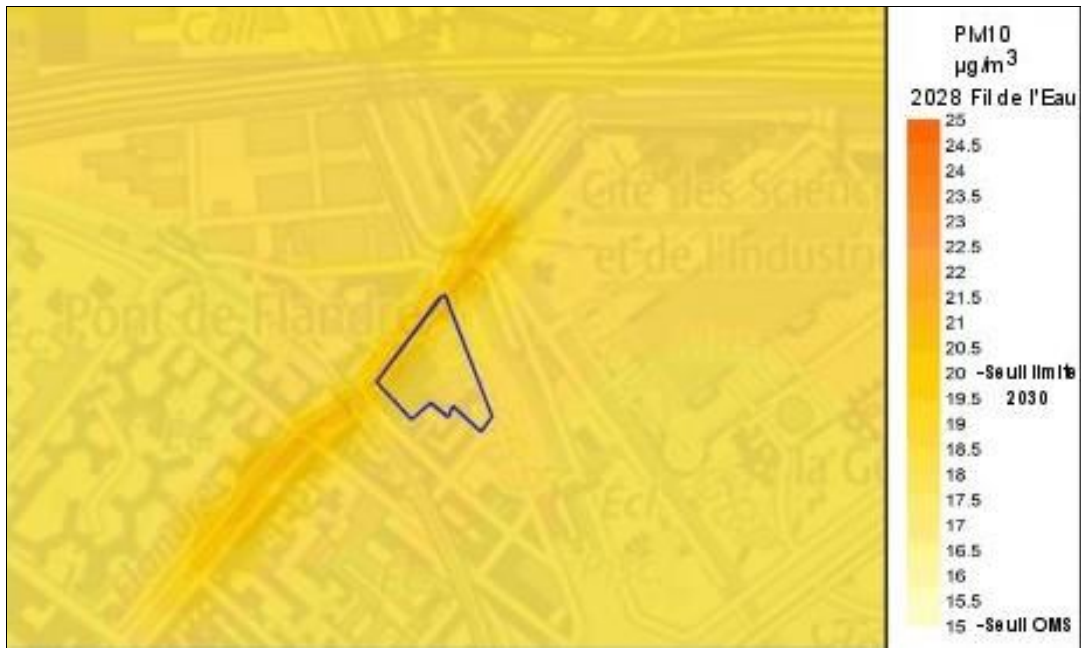


Figure 156 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Fil de l’Eau 2028



Figure 158 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Actuel 2023



Figure 157 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Projetée 2028



Figure 159 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Fil de l’Eau 2028



Figure 160 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Projetée 2028

ANNEXE N°10 : DONNEES TRAFIC CONSIDEREES DANS L'ETUDE

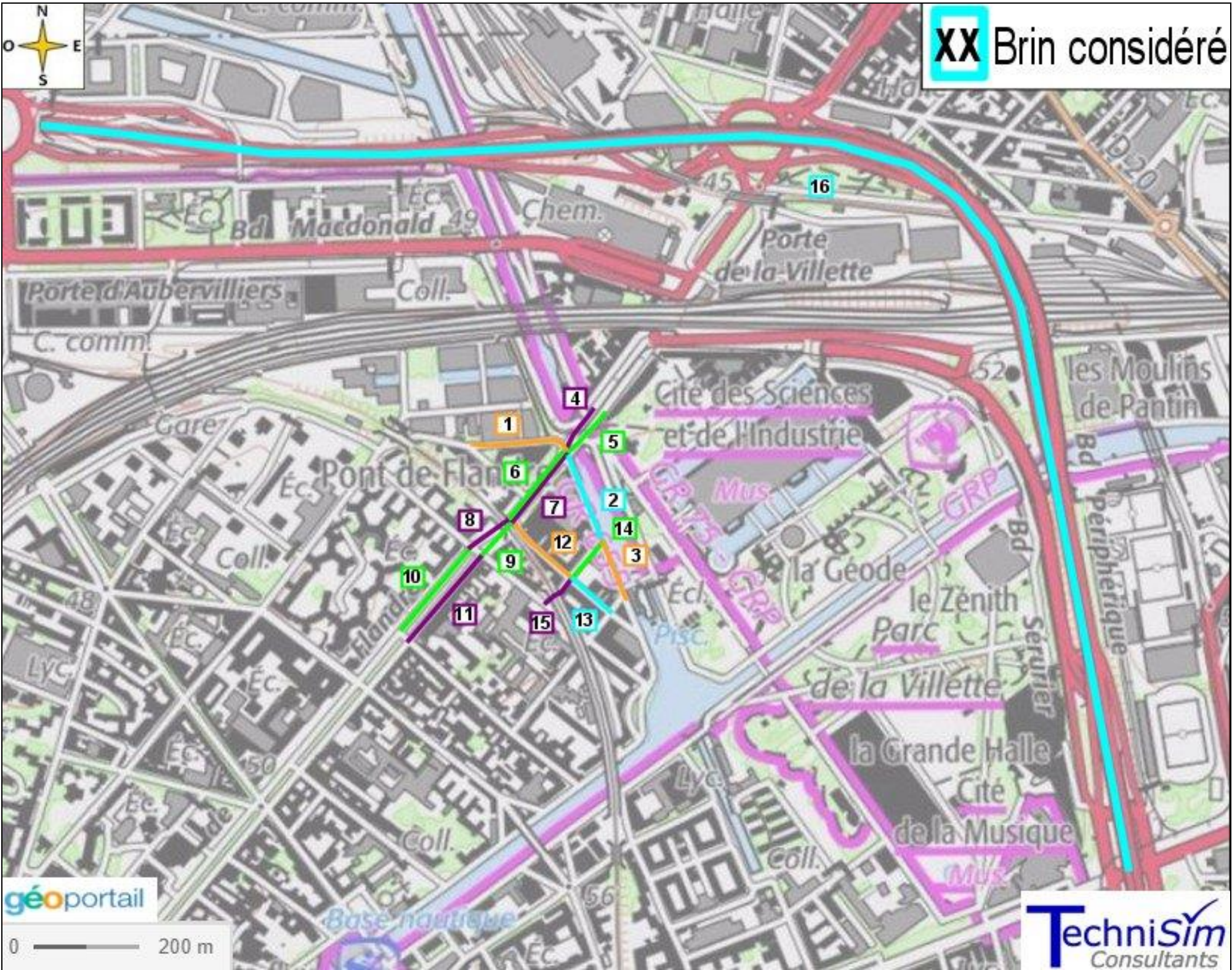


Figure 161 : Brins considérés

Tableau 100 : Données trafics considérées pour chaque situation													
Brin	Nom de la voie	2023 Actuel				2028 Fil de l'eau				2028 Futur avec projet			
		TMJA				TMJA				TMJA			
		Tous Véhicules	Poids Lourds	Véhicules Légers	Vitesse [km/h]	Tous Véhicules	Poids Lourds	Véhicules Légers	Vitesse [km/h]	Tous Véhicules	Poids Lourds	Véhicules Légers	Vitesse [km/h]
1	Rue de Cambrai	2 454	74	2 380	50	2 405	72	2 333	50	2 454	74	2 380	50
2	Quai de la Gironde	1 975	59	1 916	50	1 936	58	1 877	50	1 984	60	1 924	50
3	Quai de la Gironde	1 746	52	1 694	50	1 711	51	1 660	50	1 755	53	1 702	50
4	Avenue Corentin Cariou	11 913	477	11 436	50	11 675	467	11 208	50	11 975	479	11 496	50
5	Avenue Corentin Cariou	12 648	506	12 142	30	12 395	496	11 899	50	12 710	508	12 202	50
6	Avenue Corentin Cariou	11 882	594	11 288	50	11 644	582	11 062	50	11 944	597	11 347	50
7	Avenue Corentin Cariou	8 488	509	7 979	50	8 318	499	7 819	50	8 541	512	8 029	50
8	Avenue de Flandre	15 780	631	15 149	50	15 464	619	14 846	50	15 842	634	15 208	50
9	Avenue de Flandre	8 244	412	7 832	50	8 079	404	7 675	50	8 297	415	7 882	50
10	Avenue de Flandre	16 096	644	15 452	50	15 774	631	15 143	50	16 158	646	15 512	50
11	Avenue de Flandre	8 079	404	7 675	50	7 917	396	7 522	50	8 132	407	7 725	50
12	Rue Rouvet	761	23	738	50	746	22	723	50	761	23	738	50
13	Rue Rouvet	320	10	310	50	314	9	304	50	320	10	310	50
14	Rue Dampierre	405	12	393	50	397	12	385	50	405	12	393	50
15	Rue Dampierre	790	8	782	50	774	8	766	50	790	8	782	50
16	Boulevard Périphérique	43 936	1 318	42 618	70	43 936	1 318	42618	50	43 936	1318	42 618	50

Contact

TechniSim Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80
Mél : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

ADDENDA : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.

Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.

Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT ←