

NPNRU DU « NOUVEAU MONS » A MONS-EN-BAROEUL (59)

ETUDE AIR ET SANTE

Commanditaire :	SEM Ville Renouvelée	Rapport :	Final
Réalisation :	Rinent Air	Phase :	3-3
Auteurs :	VP ; BF	Version :	RP-AF23121-3-V1
Validation :	FC	Date :	03/04/2024

Ce document est la propriété exclusive du commanditaire de l'étude.
Toute utilisation partielle ou totale reste soumise à la mention de « Rinent Air » en référence.



SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	4
I.1 REFERENTIEL METHODOLOGIQUE	4
I.2 CHOIX DU NIVEAU D'ETUDE.....	4
I.3 CRITERES DE REVISION.....	4
II. ETAT INITIAL : ÉTUDE DOCUMENTAIRE	5
II.1 LES EMISSIONS POLLUANTES.....	5
II.1.1) Répartition des secteurs d'émissions dans la Métropole Européenne de Lille.....	5
II.1.2) Emissions liées au trafic routier	5
II.1.3) Secteur résidentiel/tertiaire.....	5
II.1.4) Secteur industriel	6
II.2 POPULATION IMPACTEE	6
II.2.1) Population générale	6
II.2.2) Population vulnérable	7
II.3 METEOROLOGIE	8
II.3.1) Impact des paramètres météorologiques.....	8
II.3.2) Station de référence.....	8
II.3.3) Normales météorologiques	8
II.4 QUALITE DE L'AIR.....	9
II.4.1) Définitions	9
II.4.2) Station de mesure de référence	9
II.5 LES PLANS DE PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.....	10
II.5.1) Les plans à l'échelle nationale.....	10
II.5.2) Les plans à l'échelle régionale.....	10
II.5.3) Les plans à l'échelle locale	11
III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE	12
III.1 PRELEVEMENT ET ANALYSE.....	12
III.1.1) Polluants mesurés	12
III.1.2) Prélèvement et analyse	12
III.2 PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	12
III.2.1) Points de mesure	12
III.2.2) Période de mesure.....	12
III.3 RESULTATS DE LA CAMPAGNE	13
III.3.1) Conditions météorologiques	13
III.3.2) Conditions de pollution atmosphérique	13
III.3.3) Validité des mesures par capteurs passif.....	14
III.3.4) Concentrations en NO ₂	14
III.3.5) Cartographie des résultats	14
III.4 COMPARAISON A LA REGLEMENTATION.....	15
III.4.1) Cadre réglementaire.....	15
III.4.2) Dioxyde d'azote (NO ₂)	15
IV. EFFETS DU PROJET : ESTIMATION DES ÉMISSIONS POLLUANTES	16
IV.1 METHODOLOGIE	16
IV.1.1) Méthode de calcul.....	16
IV.1.2) Parc de véhicules.....	16
IV.1.3) Facteurs d'émissions unitaires.....	16
IV.1.4) Scénarios considérés	16
IV.1.5) Données de trafic	16
IV.1.6) Bande d'étude	17
IV.2 RESULTATS DU CALCUL DES EMISSIONS POLLUANTES.....	17
IV.2.1) Emissions polluantes globales	17
IV.2.2) Cartographie des émissions.....	18

IV.2.3) Etude des variations liées au projet.....	18
IV.3 MONETARISATION DES COÛTS	20
IV.3.1) Coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	20
IV.3.2) Coûts collectifs liés à l'effet de serre	20
V. EFFETS DU PROJET : MODÉLISATION DES CONCENTRATIONS.....	21
V.1 METHODOLOGIE.....	21
V.1.1) Modèle.....	21
V.1.2) Emissions polluantes.....	21
V.1.3) Météorologie.....	21
V.1.4) Topographie.....	21
V.1.5) Pollution de fond.....	22
V.2 RESULTATS DE LA MODELISATION	22
V.2.1) Cartographies des concentrations	22
V.2.2) Concentrations sur les points d'intérêt.....	23
V.2.3) Indice IPP	24
VI. EFFETS DU PROJET : ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	25
VI.1 METHODOLOGIE.....	25
VI.1.1) Sites étudiés	25
VI.1.2) Etapes de l'évaluation des risques sanitaires	25
VI.1.3) Identification des dangers.....	25
VI.2 CARACTERISATION DU RISQUE PAR INHALATION – SUBSTANCES A EFFET DE SEUIL.....	26
VI.2.1) Principe	26
VI.2.2) Résultats	26
VI.3 CARACTERISATION DU RISQUE PAR INHALATION – SUBSTANCES SANS EFFET DE SEUIL	27
VI.3.1) Principe	27
VI.3.2) Résultats	27
VI.4 CARACTERISATION DU RISQUE PAR INHALATION – SUBSTANCES SANS VTR.....	28
VI.4.1) Principe	28
VI.4.2) Résultats	28
VII. MESURES D'ÉVITEMENT DE RÉDUCTION OU DE COMPENSATION.....	29
VII.1 EN PHASE PROGRAMMATION/CONCEPTION DE PROJET	29
VII.2 EN PHASE CHANTIER.....	30
VIII. SYNTHÈSE.....	31
VIII.1 ETAT INITIAL	31
VIII.2 EFFETS DU PROJET.....	31

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	33
Annexe 2 : Fiches de point de mesure.....	38



TABLEAUX

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (note technique du 22/02/2019)	4
Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude	4
Tableau 3 : principales industries et leurs émissions de polluants atmosphériques.....	6
Tableau 4 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet.....	7
Tableau 5 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations Atmo Hauts-de-France ..	9
Tableau 6 : axes de travail et actions relatives du PRSE3.....	10
Tableau 7 : plan d'échantillonnage	12
Tableau 8 : étude des données Atmo Hauts-de-France	13
Tableau 9 : facteurs de validité des mesures	14
Tableau 10 : résultats des mesures NO ₂	14
Tableau 11 : données de trafic	16
Tableau 12 : définition de la bande d'étude (note technique du 22/02/2019)	17
Tableau 13 : bilan des émissions de PES	17
Tableau 14 : bilan des émissions de GES	17
Tableau 15 : récapitulatif des émissions de NO _x par brins routiers	19
Tableau 16 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier.....	20
Tableau 17 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires	20
Tableau 18 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution	20
Tableau 19 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	20
Tableau 20 : coûts collectifs liés à l'effet de serre.....	20
Tableau 21 : sources utilisées pour le bruit de fond	22
Tableau 22 : concentrations de fond utilisées	22
Tableau 23 : concentrations moyennes en NO ₂ sur les points d'intérêt	23
Tableau 24 : IPP selon les scénarios considérés.....	24
Tableau 25 : recensement des valeurs disponibles	25
Tableau 26 : paramètres d'exposition	26
Tableau 27 : VTR à effets de seuil pour l'exposition par inhalation.....	26
Tableau 28 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste	26
Tableau 29 : paramètres d'exposition	27
Tableau 30 : VTR sans effet de seuil pour l'exposition par inhalation	27
Tableau 31 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable de 1.10 ⁻⁵	28
Tableau 32 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable pour les particules PM ₁₀ et PM _{2,5}	28
Tableau 33 : valeurs guides pour le NO ₂ (expositions chronique et aigue)	28
Tableau 34 : comparaison des concentrations aux valeurs guides et réglementaires	28
Tableau 35 : description des principaux polluants en air ambiant.....	33
Tableau 36 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air.....	36
Tableau 37 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant.....	37
Tableau 38 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant	37
Tableau 39 : définition des seuils réglementaires	37

FIGURES

Figure 1 : émissions atmosphériques par secteur dans la MEL en 2020	5
Figure 2 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude (source : IGN)	5
Figure 3 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 2 km autour du projet	6
Figure 4 : population autour de la zone du projet.....	6
Figure 5 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet	7
Figure 6 : localisation de la station météorologique de référence	8
Figure 7 : normales de températures et précipitations	8
Figure 8 : rose des vents décennale.....	8
Figure 9 : localisation des stations qualité de l'air de référence	9
Figure 10 : plan d'échantillonnage	12
Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)	13
Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)	13
Figure 13 : cartographie des résultats	14
Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO ₂ à la réglementation.....	15
Figure 15 : bande d'étude	17
Figure 16 : émissions de NO _x – scénario actuel.....	18
Figure 17 : émissions de NO _x – scénario futur sans projet	18
Figure 18 : émissions de NO _x – scénario futur avec projet.....	18
Figure 19 : variation émissions de NO _x avec / sans projet	18
Figure 20 : rose de vents utilisée pour la modélisation	21
Figure 21 : représentation du relief en vue 2D	21
Figure 22 : concentration moyenne journalière en NO ₂ – scénario actuel.....	22
Figure 23 : concentration moyenne journalière en NO ₂ – scénario futur sans projet	22
Figure 24 : concentration future moyenne journalière en NO ₂ – scénario futur avec projet	23
Figure 25 : variation des concentrations en NO ₂ entre les scénarios futurs avec et sans projet	23
Figure 26 : histogrammes de distribution concentration/population pour le NO ₂	24
Figure 27 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude	25
Figure 28 : recommandations générales d'aménagements favorisant la dispersion de polluants.....	29
Figure 29 : profil annuel des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	34
Figure 30 : profil journalier des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	34
Figure 31 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2,5} à 10 µg/m ³	35
Figure 32 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	35



I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

I.1 Référentiel méthodologique

Les projets d'aménagement urbain sont soumis à l'article L122-1 du Code de l'Environnement qui impose au maître d'ouvrage la réalisation d'une évaluation environnementale systématique ou après examen au cas par cas. Lors de cette évaluation, les effets sur la qualité de l'air sont traités conformément à la réglementation applicable aux projets routiers. Dans ce cadre, Rincet Air applique la méthodologie décrite par 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'impact des infrastructures routières.

Le niveau de l'étude air et santé dépend principalement du trafic sur les axes impactés de plus de 10 % par le projet selon le tableau suivant :

Densité de population dans la bande d'étude	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25000 à 50000 véh/j ou 2500 à 5000 uvp/h	≤ 25000 véh/j ou 2500 uvp/h	≤ 10000 véh/j ou 1000 uvp/h
≥ 10 000 hab/km²	I	I	II	>5km : II <5km : III
2000 à 10000 hab/km²	I	II	II	>25km : II <25km : III
≤ 2000 hab/km²	I	II	II	>50km : II <50km : III
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (note technique du 22/02/2019)

Le tableau ci-dessous présente le contenu des différents niveaux d'étude :

Contenu des études	IV	III	II	I
Etude documentaire	Secteurs d'émissions, sources d'émissions, données du réseau de surveillance, plans locaux		Secteurs d'émissions, sources d'émissions, population exposée, sites vulnérables, données du réseau de surveillance, plans locaux	Secteurs d'émissions, sources d'émissions, projets proches, population exposée, sites vulnérables, sites exposés au risque d'ingestion, données du réseau de surveillance, plans locaux, étude EISPA
Campagne de mesure		NO ₂ en cas de manque de données	- NO ₂ systématique - PM ₁₀ sur demande de l'AE	- Dans l'air : NO ₂ , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène - Dans les sols et végétaux : 16 HAP
Estimation des émissions polluantes	NOx, benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , BaP, As, Ni			NOx, benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène
Calcul des coûts collectifs	NOx, PM _{2.5} , COVNM, SO ₂			
Modélisation des concentrations			NO ₂ systématique, PM ₁₀ sur demande de l'AE pour 3 scénarios : - actuel - futur sans projet - futur avec projet	NO ₂ , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène pour 5 scénarios : - actuel, - futur sans et avec projet - futur sans et avec projet + 20 ans
Calcul de l'indice pollution-population			NO ₂ systématique, PM ₁₀ sur demande de l'AE	
Etude des risques sanitaires			Risque par inhalation au droit des sites vulnérables	Risque par inhalation sur l'ensemble de la bande d'étude, et par ingestion au droit des sites exposés
Mesures ERC	Analyse des impacts en phase chantier et des mesures ERC applicables			

Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude

I.2 Choix du niveau d'étude

Un seul axe de la zone d'étude (avenue Robert Schuman) indique un impact significatif (plus de 10 %) associé à un trafic supérieur à 10 000 véhicules/jour. Dans la mesure où cet impact n'est que faiblement supérieur à 10 % (10,6 %) pour un trafic légèrement supérieur à 10 000 véhicules/jour (10 400 véh/jour), l'étude est dimensionnée a minima sur un **niveau III**.

I.3 Critères de révision

Ce niveau d'étude peut être revu à la hausse en fonction de différents critères :

- Une population supérieure à 100 000 habitants dans la bande d'étude nécessite de remonter d'un niveau les études de type II et III. D'après les données carroyées de l'INSEE de 2019, la population au niveau de la zone du projet est inférieure à 100 000 habitants.
- La localisation du projet dans une zone géographique couverte par un plan de protection de l'atmosphère (PPA) nécessite de remonter d'un niveau les études de type II, III et IV. Dans le cas contraire, un argumentaire doit être fourni pour justifier le maintien du niveau d'étude. **Le projet se situe actuellement dans une zone couverte par un PPA, ce qui nécessite d'augmenter le niveau d'étude en niveau II.**

De même, il peut être réduit dans les cas suivants :

- Une augmentation de trafic inférieure à 10 % (ou à 500 véh/j sur les voies nouvellement créées) sur tous les axes permet de diminuer le type d'étude d'un niveau. Les données de trafic indiquent que le projet n'est pas concerné par ce critère.
- Une diminution du trafic sur tous les axes permet de diminuer le type d'étude de deux niveaux. Les données de trafic indiquent que le projet n'est pas concerné par ce critère.
- L'éloignement de la population par rapport au réseau viaire, en comparaison avec l'état initial, permet de diminuer le type d'étude d'un niveau. Le projet n'est pas concerné par ce critère.

L'abaissement du type d'étude reste limité à un seul niveau en cas de qualité de l'air actuelle dégradée (dépassement des valeurs limites).

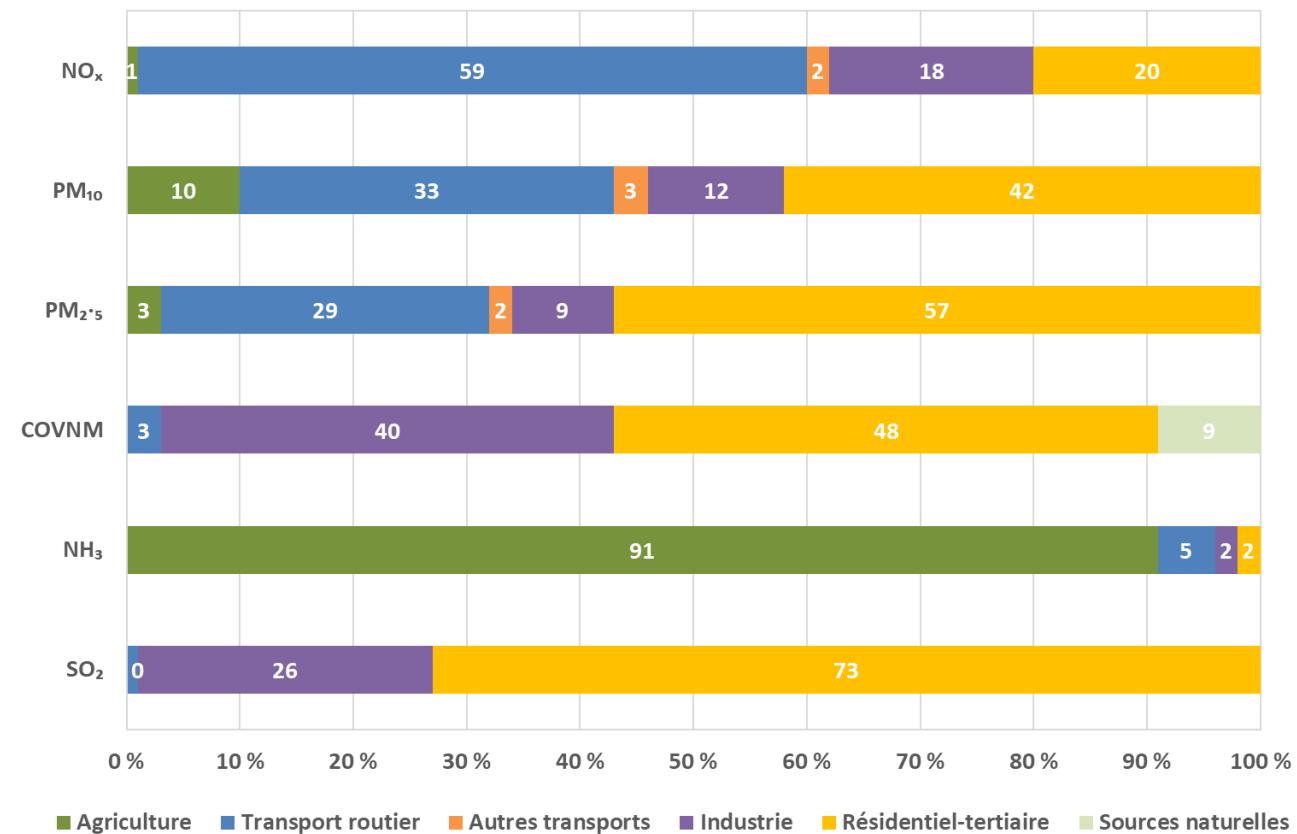
Dans ce cadre, le niveau d'étude est remonté en **niveau II**.

II. ETAT INITIAL : ETUDE DOCUMENTAIRE

II.1 Les émissions polluantes

II.1.1 Répartition des secteurs d'émissions dans la Métropole Européenne de Lille

La figure ci-dessous présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques pour la Métropole Européenne de Lille (MEL) en 2020 (estimations réalisées par Atmo Hauts-de-France en 2022) :



Le secteur du transport routier est le principal émetteur d'oxydes d'azote (NO_x) et représente 59 % des émissions à l'échelle de la MEL. Les secteurs du résidentiel-tertiaire et de l'industrie sont également des émetteurs significatifs de NO_x à l'échelle du territoire (respectivement 20 et 18 %).

Les particules PM₁₀ et PM_{2.5} sont émises majoritairement (42 % et 57 %) par le secteur résidentiel-tertiaire (combustion liée au chauffage). Le secteur du transport routier reste une source secondaire significative de ces polluants (33 et 29 % des émissions).

Les émissions de composés organiques volatils (COVNM) qui étaient principalement liées au transport routier ont fortement baissées avec la modernisation du parc automobile (pots catalytiques et augmentation des moteurs 4-temps par rapport aux moteurs 2-temps pour les deux roues). En 2020, ces polluants sont émis majoritairement par les secteurs du résidentiel tertiaire (utilisation domestique de solvants) et de l'industrie (48 % et 40 %).

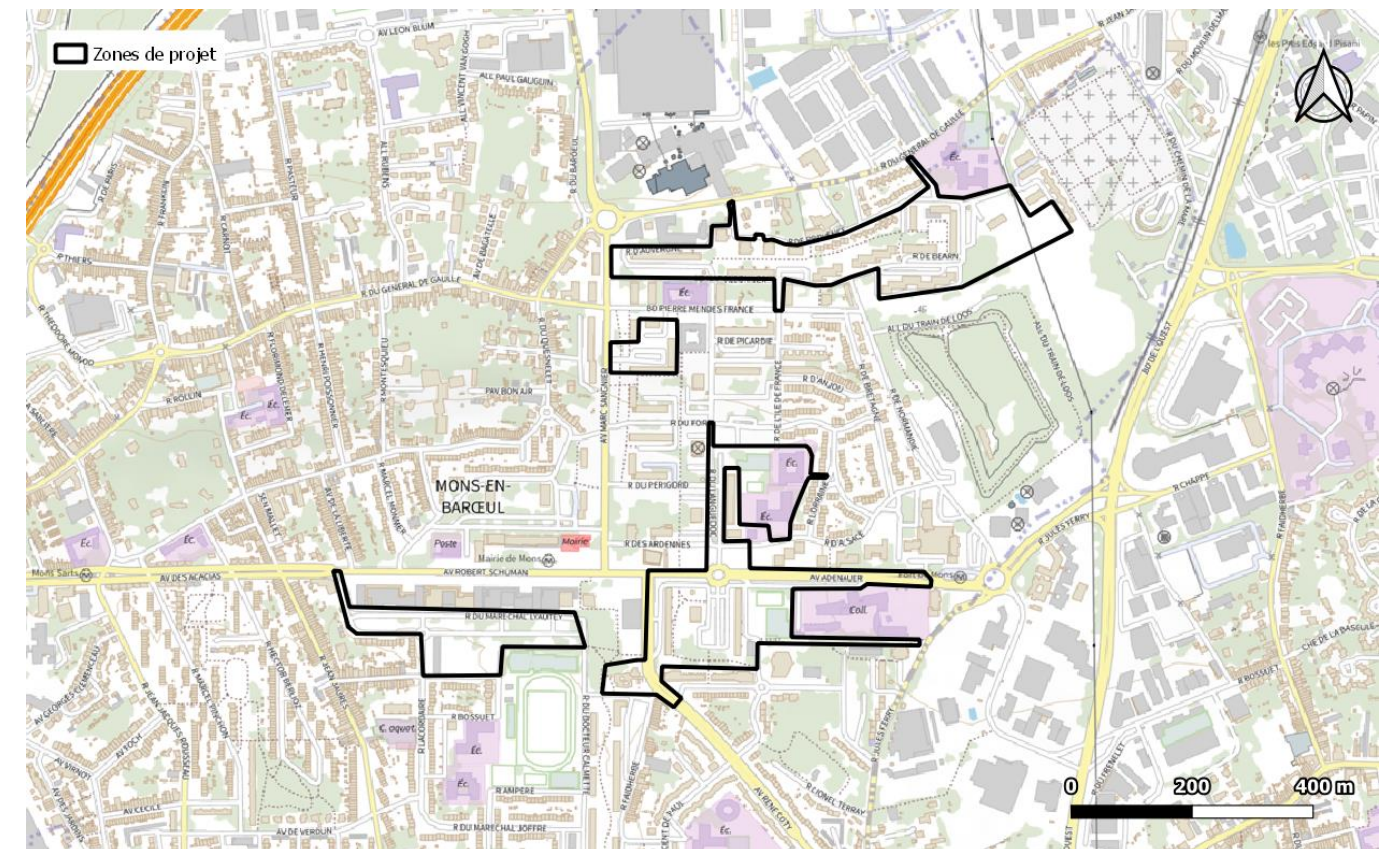
L'utilisation de carburants à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité ont fortement réduit les émissions de dioxyde de soufre (SO₂). Le principal émetteur de ce polluant est désormais le secteur résidentiel-tertiaire (émissions liées au chauffage) à hauteur de 73 %. Le secteur industriel reste un émetteur secondaire de ce polluant (26 %).

Les émissions d'ammoniac (NH₃) sont quant à elles très faibles dans la MEL et sont issues en quasi-totalité du secteur agricole (91 %).

II.1.2) Emissions liées au trafic routier

Les principales sources d'émissions locales liées au trafic routier sont constituées par la rue du Général de Gaulle au nord, les avenues Marc Sangnier, Robert Schuman / Adenauer au centre et l'avenue René Coty au sud. La distance du boulevard de l'ouest (quelques centaines de mètres à l'est) indique une contribution à la marge.

Ces axes sont susceptibles d'émettre principalement des oxydes d'azote et dans une moindre mesure des particules (PM₁₀ et PM_{2.5}).



II.1.3) Secteur résidentiel/tertiaire

Le projet s'inscrit dans un environnement fortement urbanisé, ce qui indique des émissions complémentaires de COVNM, de NO_x et de particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) dans la zone du projet.

II.1.4) Secteur industriel

Le Registre Français des Emissions Polluantes (iREP) met à disposition les rejets atmosphériques déclarés par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Par ailleurs, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie en Hauts-de-France recense les principaux sites industriels émetteurs de polluants atmosphériques dans la région. L'ADEME, à travers la plateforme SINOE, compile également les données relatives aux méthaniseurs, installations de stockage des déchets et unités de valorisation sur le territoire français.

Le croisement de ces différentes bases de données a permis de localiser 3 sites industriels dans un rayon de 2 km autour de la zone du projet, dont la liste et la localisation sont indiquées dans la figure et le tableau suivants.

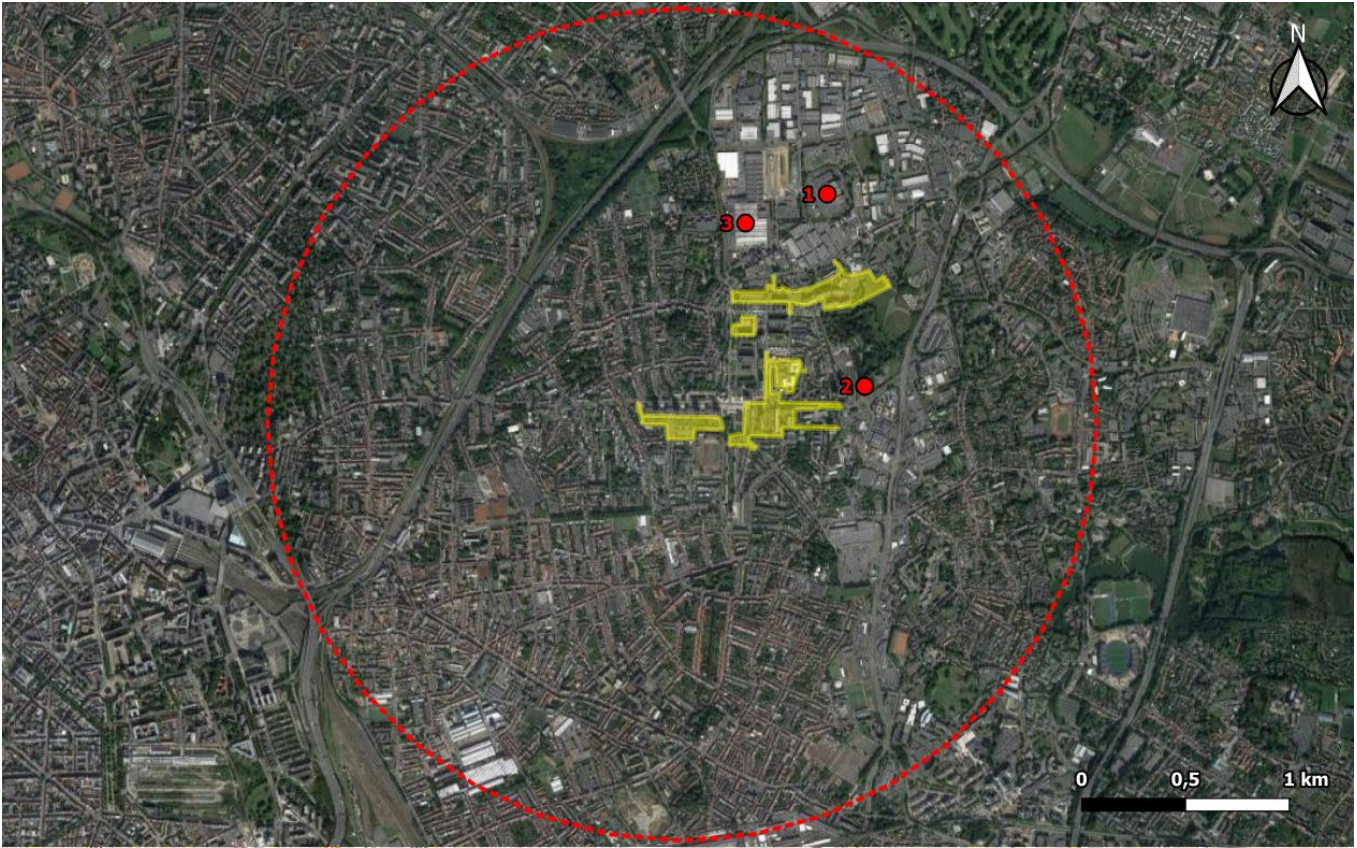


Figure 3 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 2 km autour du projet

N°	Industrie	Polluants	Emissions 2021
1	La Voix du Nord	Poussières totales	354 tonnes
2	Chaudière ZUP de Mons	CO ₂	33 000 tonnes
3	Méthanisation distillerie Brasserie Heineken	-	-

Tableau 3 : principales industries et leurs émissions de polluants atmosphériques

D'après les données disponibles, les industries polluantes identifiées à proximité du site émettent en quantité importante du CO₂ et des poussières. Le CO₂ est un gaz à effet de serre qui ne présente pas d'impact sanitaire aux teneurs rencontrées en air extérieur, en revanche la proximité de l'imprimerie La Voix du Nord peut avoir un impact sur les concentrations de fond en particules fines dans la zone de projet.

II.2 Population impactée

II.2.1) Population générale

Les données relatives à la population sont définies à partir de la base de données INSEE de 2017 qui effectue un maillage du nombre d'individus par carreaux de 200 m de côté. Les données obtenues pour la zone du projet sont illustrées par la figure ci-dessous :

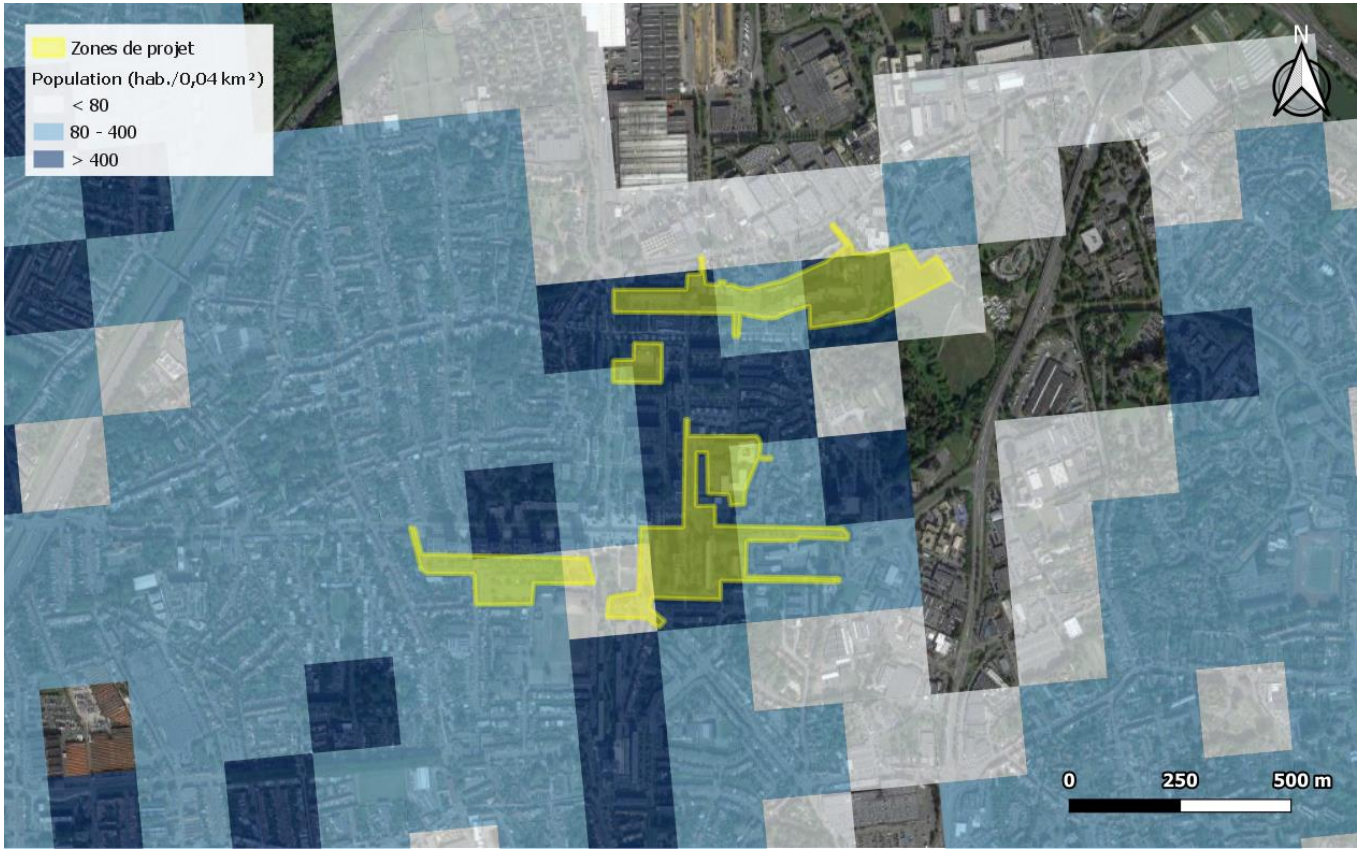


Figure 4 : population autour de la zone du projet

La zone de projet se situe dans la commune de Mons-en-Barœul (59) qui comprend 21 564 habitants (données 2020) pour une superficie de 2,87 km² soit une densité d'environ 7 514 habitants/km². A l'échelle locale, une densité moyenne à forte peut être considérée dans la zone du projet.

II.2.2] Population vulnérable

La note méthodologique du 22 février 2019 définit les établissements suivants comme sites vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air :

- Les structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies, etc.
- Les établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges, lycées.
- Les structures d'accueil des personnes âgées : maisons de retraite, etc.
- Les établissements de santé : hôpitaux, cliniques, etc.

La figure 5 présente la localisation des sites vulnérables les plus proches du projet. Leur description est présentée dans le tableau 4.

N°	Etablissement	Type
1	Collège François Rabelais	Etablissement scolaire
2	Collège privé Lacordaire	Etablissement scolaire
3	Ecole élémentaire Anatole France	Etablissement scolaire
4	Ecole élémentaire Guynemer	Etablissement scolaire
5	Ecole élémentaire Hélène Boucher	Etablissement scolaire
6	Ecole élémentaire Jacques Prévert	Etablissement scolaire
7	Ecole élémentaire publique des Provinces	Etablissement scolaire
8	Ecole élémentaire Ronsard	Etablissement scolaire
9	Ecole élémentaire Sévigné	Etablissement scolaire
10	Ecole maternelle Anatole France	Etablissement scolaire
11	Ecole maternelle Anne Frank	Etablissement scolaire
12	Ecole maternelle Charles Perrault	Etablissement scolaire
13	Ecole maternelle La Fontaine	Etablissement scolaire
14	Ecole maternelle Lamartine	Etablissement scolaire
15	Ecole maternelle Le Petit Prince	Etablissement scolaire
16	Ecole maternelle Montaigne	Etablissement scolaire
17	Ecole maternelle Reine Astrid	Etablissement scolaire
18	Ecole maternelle Rollin	Etablissement scolaire
19	Ecole primaire privée Saint Honoré - La Treille	Etablissement scolaire
20	Ecole primaire privée Sainte Anne-Saint Joachim	Etablissement scolaire
21	Accueil de jour les Charmilles	Etablissement pour personnes âgées
22	EHPAD La Rosemay	Etablissement pour personnes âgées
23	EHPAD Les Bruyères	Etablissement pour personnes âgées
24	Résidence Les cèdres	Etablissement pour personnes âgées
25	Crèche de l'Europe	Etablissement de la petite enfance
26	Crèche Rigolo Comme La Vie	Etablissement de la petite enfance
27	Crèche municipale Joséphine Baker	Etablissement de la petite enfance
28	Maison de la Petite Enfance	Etablissement de la petite enfance

Tableau 4 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet



Figure 5 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet

Ce recensement permet de localiser 28 sites vulnérables dans l'environnement de la zone d'étude. Certains d'entre eux sont susceptibles d'être impactés par des variations de plus de 10 % du trafic routier à proximité du projet. Le cas échéant, ces sites sont soumis à une évaluation des risques sanitaires dans le paragraphe VI.

II.3 Météorologie

II.3.1) Impact des paramètres météorologiques

Les concentrations en polluants sont influencées par les températures de différentes manières : les épisodes de froid peuvent par exemple provoquer une utilisation plus importante du chauffage en milieu urbain et ainsi favoriser des émissions de NO_x, particules et benzène. Le fonctionnement à froid des moteurs automobiles est également plus émissif. De plus, des phénomènes d'inversion thermique peuvent réduire la dispersion des polluants. À l'inverse, les épisodes de chaleur et d'ensoleillement sont susceptibles de favoriser des réactions chimiques à l'origine de la formation de polluants secondaires (ex : ozone) et la diminution des concentrations en polluants primaires (ex : oxydes d'azote).

La pluie assure quant à elle un rôle de lessivage de l'atmosphère par un phénomène d'abattement des polluants au sol. Des précipitations abondantes peuvent ainsi limiter l'effet d'une pollution particulaire par exemple. À contrario, une période trop sèche peut être favorable à une augmentation de la pollution et des concentrations en aérosols. Enfin, les vents sont un paramètre essentiel de l'étude de la pollution atmosphérique car ils conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées).

II.3.2) Station de référence

Pour étudier l'influence de ces paramètres, les conditions météorologiques lors de chaque campagne de mesure sont comparées aux normales saisonnières. Les normales de températures et précipitations sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1991 à 2020 (de 2001 à 2020 pour les vents) et ne sont par conséquent disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche de la zone d'étude présentant ces données est celle de Lille-Lesquin, située à environ 8 km au sud du projet. Les données normales de vent, constituées par la rose décennale, sont également acquises auprès de cette station. La figure suivante illustre la localisation de la station météorologique utilisée par rapport au projet :



Figure 6 : localisation de la station météorologique de référence

II.3.3) Normales météorologiques

Les figures suivantes présentent les moyennes mensuelles observées de 1991 à 2020 pour les paramètres de température et de précipitations, ainsi que la rose des vents¹ 2001-2020 de la station Météo France de Lille-Lesquin :

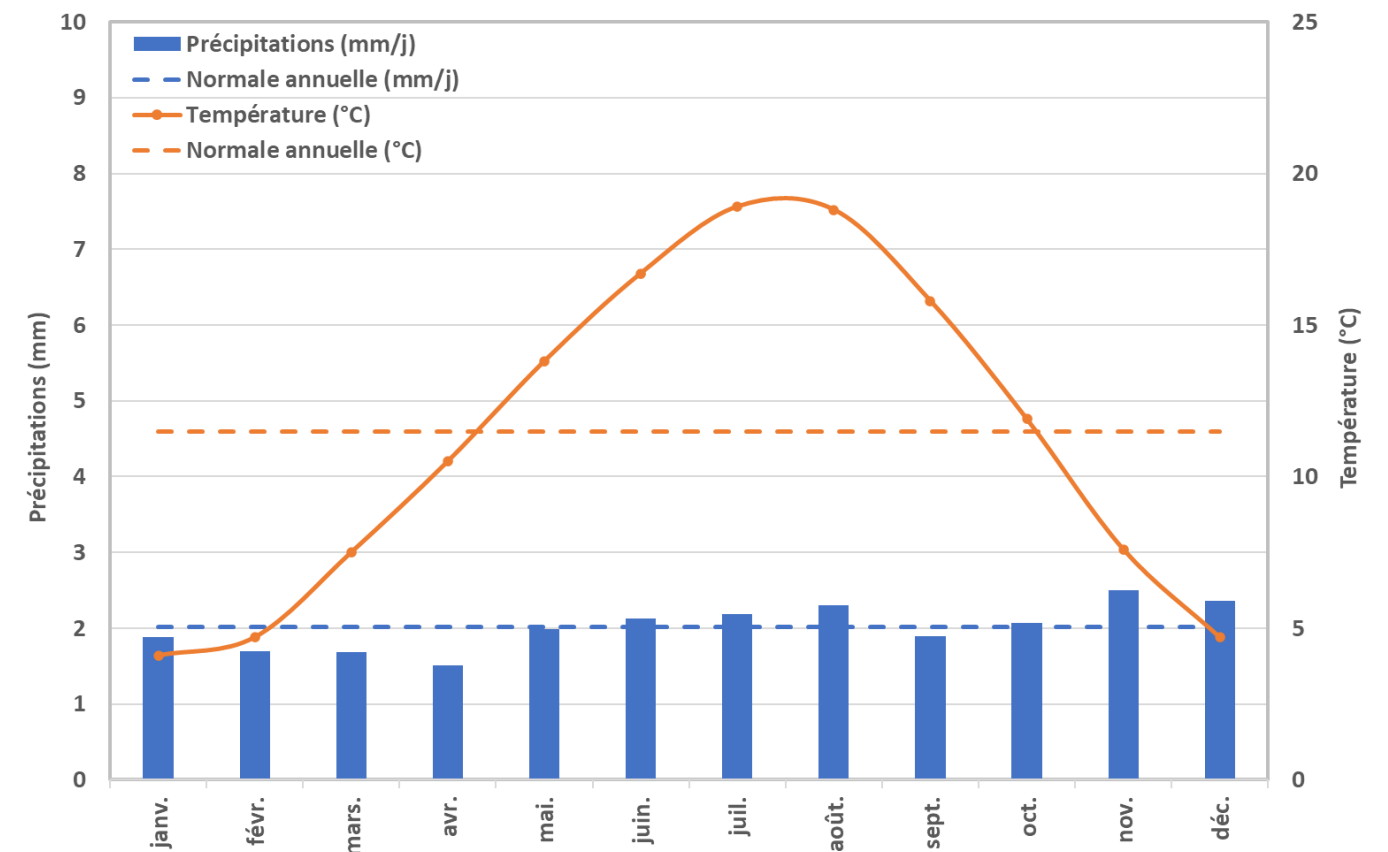


Figure 7 : normales de températures et précipitations

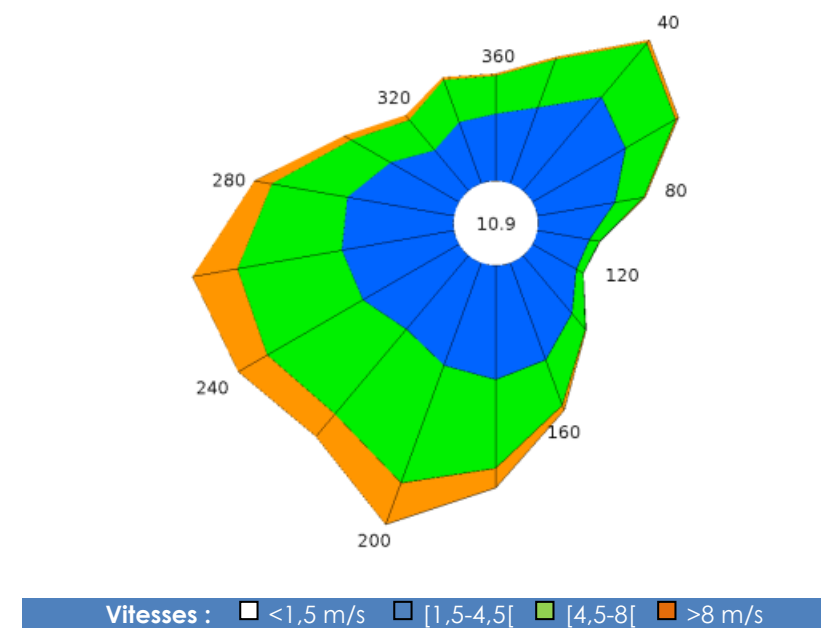


Figure 8 : rose des vents décennale

La température moyenne annuelle relevée au niveau de la station est de 11,3°C avec des maxima observées sur la période juillet-août et des minima sur la période décembre-février.

En moyenne sur la période 1991-2020, les précipitations sont réparties de façon relativement uniforme tout au long de l'année (2,0 mm/jour) avec un mois de novembre plus important à 2,5 mm/jour.

La rose des vents indique quant à elle un secteur sud-ouest majoritaire, ainsi qu'un secteur secondaire nord-est. Ces données sont utilisées pour évaluer les conditions des mesures dans les chapitres suivants.

¹ Graphique radial représentant l'origine des vents sur un cercle de 0 à 360° par secteurs de 20° (ex : vent de secteur nord compris entre 350 à 10°). L'axe des ordonnées représente le pourcentage d'apparition des vents sur chaque secteur.

II.4 Qualité de l'air

II.4.1 Définitions

La surveillance de la qualité de l'air à l'échelle d'un territoire est confiée en France aux associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) qui disposent d'un réseau de stations de mesures permettant de caractériser différentes situations d'exposition à la pollution appelées « typologies ». Les typologies de station ou de points de mesure sont définies de la façon suivante :

- Les points de **trafic** sont situés au plus près des sources d'émission polluantes constituées par les axes routiers. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement.
- Les points de **fond** sont situés en dehors de l'influence des principales sources de pollution atmosphérique. Ils permettent de connaître l'exposition chronique à laquelle est soumise une population sur une large zone spatiale. En fonction de l'environnement du site, le terme de **fond urbain, périurbain, ou rural** peut être utilisé.

II.4.2 Station de mesure de référence

Les stations Atmo Hauts-de-France de fond urbain « Halluin Stade » et de trafic « Lille Leeds » sont situées respectivement à environ 14 km au nord et 2 km à l'ouest de la zone du projet : elles constituent les stations les plus proches du projet (cf. figure 9). Elles sont utilisées comme stations de référence pour étudier les conditions locales de pollution atmosphérique.



Figure 9 : localisation des stations qualité de l'air de référence

Le tableau 5 présente les évolutions annuelles entre 2018 et 2022 des polluants mesurés par les stations Atmo Hauts-de-France « Lille Leeds » et « Halluin Stade » :

Station	Polluant	Valeur	Valeur limite	2018	2019	2020	2021	2022
Lille Leeds	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	31,2	29,4	18,7	21,4	20,7
	PM _{2.5}	Moyenne annuelle (µg/m ³)	25	13,0	10,6	7,9	11,0	10,6
	C ₆ H ₆	Moyenne annuelle (µg/m ³)	5	0,4	0,4	0,3	0,4	-
Halluin Stade	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	17,8	16,0	12,4	15,3	14,7

Tableau 5 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations Atmo Hauts-de-France

Dioxyde d'azote (NO₂)

Les teneurs en NO₂ relevées au niveau des deux stations indiquent une diminution des concentrations moyennes annuelles au cours de la période 2018-2022 : de 31 à 21 µg/m³ pour la station de trafic et de 18 à 15 µg/m³ pour la station de fond urbain. L'année 2020 présente un fort décrochage qui s'explique par la mise en place des mesures sanitaires en France suite à la pandémie de Covid-19. Les moyennes annuelles mesurées respectent la valeur limite de 40 µg/m³ sur les cinq dernières années.

Particules PM_{2.5}

Les concentrations en PM_{2.5} présentent la même tendance que le NO₂ sur la période 2018-2022 avec une valeur moyenne annuelle comprise entre 13,0 et 10,6 µg/m³ en typologie de trafic. Le seuil réglementaire établi à 25 µg/m³ en moyenne annuelle est donc respecté sur les cinq dernières années.

Benzène (C₆H₆)

Les teneurs en benzène relevées au niveau de la station de trafic Lille Leeds indiquent des moyennes annuelles faibles et stables sur la période 2018-2022, comprises entre 0,3 et 0,4 µg/m³, respectant largement la valeur limite fixée à 5 µg/m³.

Synthèse

Ces résultats ne laissent pas envisager de dépassement des valeurs réglementaires concernant les concentrations de NO₂, de particules fines (PM_{2.5}) et de benzène dans l'environnement du projet mais la distance des stations ne permet pas de caractériser précisément la qualité de l'air à l'échelle locale. Une campagne de mesure in situ est donc réalisée afin d'étudier plus précisément la répartition des concentrations en NO₂ (principal composé émis par le trafic routier), notamment en bordure des principaux axes (avenues Marc Sangnier, Robert Schuman...) pour ainsi mieux définir l'état initial de la qualité de l'air dans la zone de projet.



II.5 Les plans de prévention de la pollution atmosphérique

II.5.1) Les plans à l'échelle nationale

Le **Plan national de réduction des émissions de polluants (PREPA)**, défini par l'arrêté du 10 mai 2017, est un plan d'action interministériel suivi une fois par an par le Conseil National de l'Air (CNA) et révisé tous les quatre ans. Inscrit dans l'article 64 dans la LTECV, le PREPA est composé d'une part d'un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 et d'autre part d'un arrêté établissant les actions prioritaires retenues et leurs modalités opérationnelles permettant de réduire les émissions anthropiques de polluants dans l'atmosphère (dans les secteurs de l'industrie, transport et mobilité, résidentiel-tertiaire et agriculture) dans l'objectif principal de respecter les exigences européennes.

Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances... A la suite du précédent plan (2017-2021), un nouvel arrêté en date du 8 décembre 2022 définit de nouvelles actions à mettre en œuvre pour la période 2022-2025 parmi lesquelles les mesures dans le domaine du transport sont les suivantes :

- Favoriser la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations
- Inciter l'utilisation du vélo
- Favoriser les mobilités partagées
- Favoriser le report modal vers le transport en commun
- Favoriser le report modal vers le ferroviaire
- Renforcer les dispositifs d'aides de l'Etat afin d'assurer la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres
- Mettre en œuvre des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) par les collectivités
- Poursuivre le déploiement en équipement de certificats qualité de l'air (Crit'Air)
- Déploiement de bornes de recharges pour les véhicules électriques
- Poursuivre le renouvellement du parc public et des transports collectifs par des véhicules faiblement émetteurs
- Réduire les émissions de particules liées au freinage des véhicules
- Contrôler les émissions réelles des véhicules routiers
- Renforcer le contrôle technique des véhicules
- Soutenir l'adoption de nouvelles normes européennes ambitieuses
- Soutenir la transition écologique portuaire
- Renforcer les contrôles de la qualité des carburants marins

Le Plan National Santé Environnement (PNSE) précise les actions à mener sur l'ensemble du territoire français pour réduire les impacts des facteurs environnementaux sur la santé. Conformément à l'article L. 1311-6 du code de la santé publique, il doit être renouvelé tous les cinq ans. Le quatrième **Plan National en Santé Environnement (PNSE4)** établi pour la période 2020-2024 s'articule autour de 4 grands axes :

- Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations
- Informer, communiquer et former les professionnels et les citoyens
- Réduire les expositions environnementales affectant notre santé
- Démultiplier les actions concrètes menées dans les territoires

A travers ces différents enjeux, le PNSE4 contient différentes actions relatives à la qualité de l'air :

- L'action 13 prévoit d'améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides.
- L'action 15 prévoit de créer une plate-forme collaborative pour les collectivités sur les actions en santé environnement et renforcer les moyens des territoires pour réduire les inégalités territoriales en santé-environnement.
- L'action 16 prévoit sensibiliser les urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte les problématiques de santé et d'environnement dans les documents de planification territoriale et les opérations d'aménagement.

II.5.2) Les plans à l'échelle régionale

Le **Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE3) des Hauts-de-France**, établi sur la période 2017-2021, est une déclinaison régionale du PNSE3, renouvelé tous les 5 ans comme ce dernier. Le prochain plan (PRSE4) sera effectif en décembre 2023 et couvrira la période 2023/2027. Ce plan, co-piloté par l'Agence Régionale de Santé des Hauts-de-France (ARS), le préfet de région appuyé par la Direction Régionale Environnement Aménagement Logement (DREAL) et par la présidence de la région Hauts-de-France, comprend ainsi un certain nombre d'actions du PNSE3 déclinées au niveau régional, en adéquation avec les priorités locales. Parmi les 28 actions organisées autour de 6 axes transversaux, le tableau suivant récapitule celles en lien direct ou indirect avec la qualité de l'air :

Axes	N°	Actions
Périnatalité et petite enfance	6-10	Soutenir les acteurs « pré et post natal » dans leurs actions de sensibilisation des familles sur l'exposition aux polluants domestiques et aux risques liés à l'exposition aux polluants environnementaux
	9	Former (formation initiale et continue) les professionnels de la périnatalité, de la santé et de la petite enfance aux risques liés à l'exposition aux polluants environnementaux
	10	Sensibiliser les futurs et jeunes parents aux risques liés à l'exposition aux polluants environnementaux
Environnements intérieurs, habitat et construction	18	Expérimenter un bâtiment exemplaire à usage d'habitation avec performance énergétique, confort des occupants et qualité de l'air intérieur
	22-23	Former les professionnels intervenant dans les établissements recevant du public et les professionnels du bâtiment à la qualité de l'air intérieur
Environnements extérieur et sonore	24	Favoriser le changement de comportement pour améliorer la qualité de l'air extérieur
Amélioration des connaissances	27	Disposer d'un système d'information géographique en santé-environnement pour la région
	28	Améliorer les connaissances sur les particules dans l'air

Tableau 6 : axes de travail et actions relatives du PRSE3

Le **Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) interdépartemental du Nord-Pas de Calais** (2017-2025) approuvé le 27 mars 2014 et mise en œuvre signé le 1^{er} juillet 2014 par arrêté inter préfectoral. Le plan d'actions du PPA s'articule autour de 14 mesures réglementaires et de 8 mesures d'accompagnement. Elles couvrent au total les neuf grands domaines d'action suivants :

- Le chauffage au bois, les chaudières, les chaufferies collectives et les installations industrielles : interdiction d'installer des équipements de chauffage au bois non performants, limitation des émissions, information des professionnels du contrôle des chaudières et sensibilisation des particuliers (chauffage au bois)
- Le brûlage des déchets verts et de chantier à l'air libre : rappel de l'interdiction
- La mobilité et le transport : plans de déplacement rendus obligatoires pour les établissements les plus importants (entreprises, administration, établissements scolaires), covoiturage, réduction de la vitesse, flottes de véhicules, modes de déplacements moins polluants, plans de déplacement urbain, charte « CO₂, les transporteurs s'engagent »
- L'aménagement du territoire : prise en compte de la qualité de l'air dans les documents de planification (SCoT, PLU, PDU, PLUi) et les études d'impacts liés aux projets d'aménagement
- L'usage de produits phytosanitaires : dispositif Ecophyto, sensibilisation et formation
- Le réglage des engins de travail du sol (engins agricoles, engins forestiers, engins utilisés pour les espaces verts et la voirie) : passage sur banc d'essai moteur
- Les émissions industrielles : limitation des émissions, amélioration des connaissances et de la surveillance
- Les épisodes de pollution : mise en œuvre de la procédure inter préfectorale d'information d'alerte de la population
- La sensibilisation du grand public sur le long terme

Le **Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) du Nord-Pas-de-Calais** actuellement en vigueur a été approuvé le 20 novembre 2012 par le préfet de région après une phase de consultation et de mise à disposition du public. Il fixe à moyen et long terme 47 orientations stratégiques pour le territoire régional classées en 5 catégories :

- 9 orientations transversales liées à l'aménagement du territoire et aux modes de production et de consommation
- 22 orientations sectorielles relatives au bâtiment, au transport et à la mobilité, à l'industrie, et à l'agriculture
- 4 orientations spécifiques aux énergies renouvelables, en complément des 4 orientations sectorielles qui intègrent leur développement
- 4 orientations spécifiques à l'amélioration de la qualité de l'air et à la réduction de ses impacts, en complément des orientations sectorielles qui intègrent la problématique des émissions de polluants atmosphériques
- 8 orientations liées à l'adaptation des territoires au changement climatique.

Les orientations régionales en matière de qualité de l'air définies dans le SCRAE intègrent les éléments suivants :

- Réduire les déplacements routiers et leurs impacts
- Développer la multimodalité
- Mobiliser le potentiel d'économies d'énergie lié aux usages transversaux dans les industries (chauffage des locaux, production et transport de chaleur, moteurs électriques, pompage...)
- Développer des pratiques agricoles sobres en carbone et peu émettrices de polluants atmosphériques

Les orientations concernant les autres thématiques du SRCAE contiennent également des synergies en lien avec l'amélioration de la qualité de l'air (agriculture, industrie...) :

- Anticiper les effets du changement climatique
- Limiter l'artificialisation des sols liée à l'étalement urbain et à la périurbanisation
- Préserver les puits naturels de carbone
- Améliorer la logistique urbaine
- Améliorer la qualité thermique des bâtiments existants (isolation, chauffage)
- Développer la diffusion des moyens de production de chaleur et d'électricité renouvelable

II.5.3) Les plans à l'échelle locale

Le **Plan de Déplacement Urbains (PDU) de la Métropole Européenne de Lille** adopté en avril 2011, est un document stratégique relatif aux modes de déplacements des personnes et des marchandises. Il traite des politiques de mobilité sur l'ensemble du territoire communautaire, intègre tous les modes de transports (transports collectifs, voitures particulières, deux-roues motorisés, marche et vélo) ainsi que les politiques de stationnement ou encore d'exploitation routière. Pour atteindre les objectifs fixés, le PDU prévoit la mise en œuvre de 22 actions favorisant notamment le développement des transports en commun, des circuits de mobilité douce et de la mobilité partagée.

La loi « Transition Energétique pour la Croissance Verte » du 17 août 2015 a rendu obligatoire la réalisation d'un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) depuis le 1^{er} janvier 2017 dans les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants. Le **PCAET de la Métropole Européenne de Lille (MEL)** a été approuvé en février 2021 : il couvre la période 2021-2026 et 95 communes dont la ville de Mons-en-Barœul dans laquelle se situe l'opération d'aménagement. Il s'appuie sur trois grandes ambitions :

- Accélérer la transition énergétique vers une Métropole neutre en carbone d'ici 2050
- Construire une Métropole résiliente au changement climatique et améliorant la qualité de l'air
- Une Métropole solidaire permettant à tous de bénéficier de la transition écologique et énergétique

Parmi les nombreux objectifs retenus pour les horizons 2030 et 2050, les suivants concernent directement la qualité de l'air sur le territoire métropolitain :

- Réduire les émissions de polluants atmosphériques notamment dans les secteurs du transport routier (44 %), de l'industrie (36 %), du résidentiel (36 %) et du tertiaire (38 %) entre 2012 et 2030.
- Réduire de 45 % les émissions d'oxydes d'azote, 42 % les émissions de particules fines, et 31 % les émissions de composés organiques volatils entre 2012 et 2030.
- Créer une Zone à Faibles Emissions, mettre en œuvre un Plan de Mobilité et un Schéma Directeur des Infrastructures de Transport.
- Réduire les émissions d'ammoniac dans le secteur de l'agriculture.

III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE

III.1 Prélèvement et analyse

III.1.1) Polluants mesurés

La note technique du 22/02/2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact indique que le polluant le plus adapté pour la qualification de l'état initial de la qualité de l'air est le dioxyde d'azote (NO₂).

III.1.2) Prélèvement et analyse

Les mesures du dioxyde d'azote (NO₂) sont réalisées par capteurs à diffusion passive, conformément à la norme NF EN 16339². Le principe du prélèvement est celui de la diffusion naturelle de l'air à travers une cartouche contenant un adsorbant spécifique au NO₂ (triéthanolamine). Le débit de diffusion étant connu, la masse de polluant détectée sur le capteur à l'issue de la période d'exposition permet de calculer sa concentration dans l'air ambiant.

Les capteurs sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent. Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur sur les supports verticaux disponibles sur le domaine public (poteaux, candélabres...). Après une période d'exposition de 2 semaines, les capteurs sont récupérés et envoyés en laboratoire pour extraire la masse piégée et doser le NO₂ par spectrométrie UV.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (STS 149) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie.

Cette méthode de prélèvement et d'analyse permet de mesurer une gamme de concentration en NO₂ de 1 à 200 µg/m³ avec une limite de quantification de 0,6 µg/m³ (pour deux semaines de mesure).



III.2 Plan d'échantillonnage

III.2.1) Points de mesure

Différentes typologies de points de mesure sont définies pour les évaluations de la qualité de l'air :

- Points de trafic (T) : implantés à proximité des voies présentant le trafic routier le plus important. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement (piétons).
- Points de fond (F) : éloignés des principales sources de pollution atmosphérique de proximité. Ils permettent de caractériser l'exposition chronique des populations.

En tenant compte de ces paramètres et de la dimension du projet, l'échantillonnage est établi pour **13 points de mesure du NO₂**.

Par ailleurs, un blanc de terrain (capteur non exposé permettant de contrôler l'absence de contamination durant le transport), un blanc de laboratoire et un point doublé (deux capteurs exposés au même emplacement pour établir la répétabilité) sont intégrés aux analyses du NO₂.

Le tableau et la figure présentés ci-après illustrent la répartition des points de mesure. La localisation précise, les dates de prélèvement et les photographies figurent en annexe 2.

N°	Type	Polluant(s) mesuré(s)	Localisation
P1	Trafic	NO ₂	Avenue Adenauer – Proximité collège François Rabelais
P2	Trafic	NO ₂	Avenue Robert Schuman
P3	Trafic	NO ₂	Avenue Marc Sangnier
P4	Trafic	NO ₂	Avenue René Coty
P5	Trafic	NO ₂	Rue du Général de Gaulle
P6	Fond urbain	NO ₂	Rue Albert Schweitzer
P7	Fond urbain	NO ₂	Rue du Languedoc
P8	Fond urbain	NO ₂	Rue de l'Île-de-France – Ecole maternelle Lamartine
P9	Fond urbain	NO ₂	Rue du Maréchal Lyautey
P10	Fond urbain	NO ₂	Boulevard Pierre Mendès France – école maternelle Le Petit Prince
P11	Fond urbain	NO ₂	Rue de Provence
P12	Fond urbain	NO ₂	Rue de Béarn
P13	Fond urbain	NO ₂	Rue Lucie Aubrac – école primaire Montaigne

Tableau 7 : plan d'échantillonnage

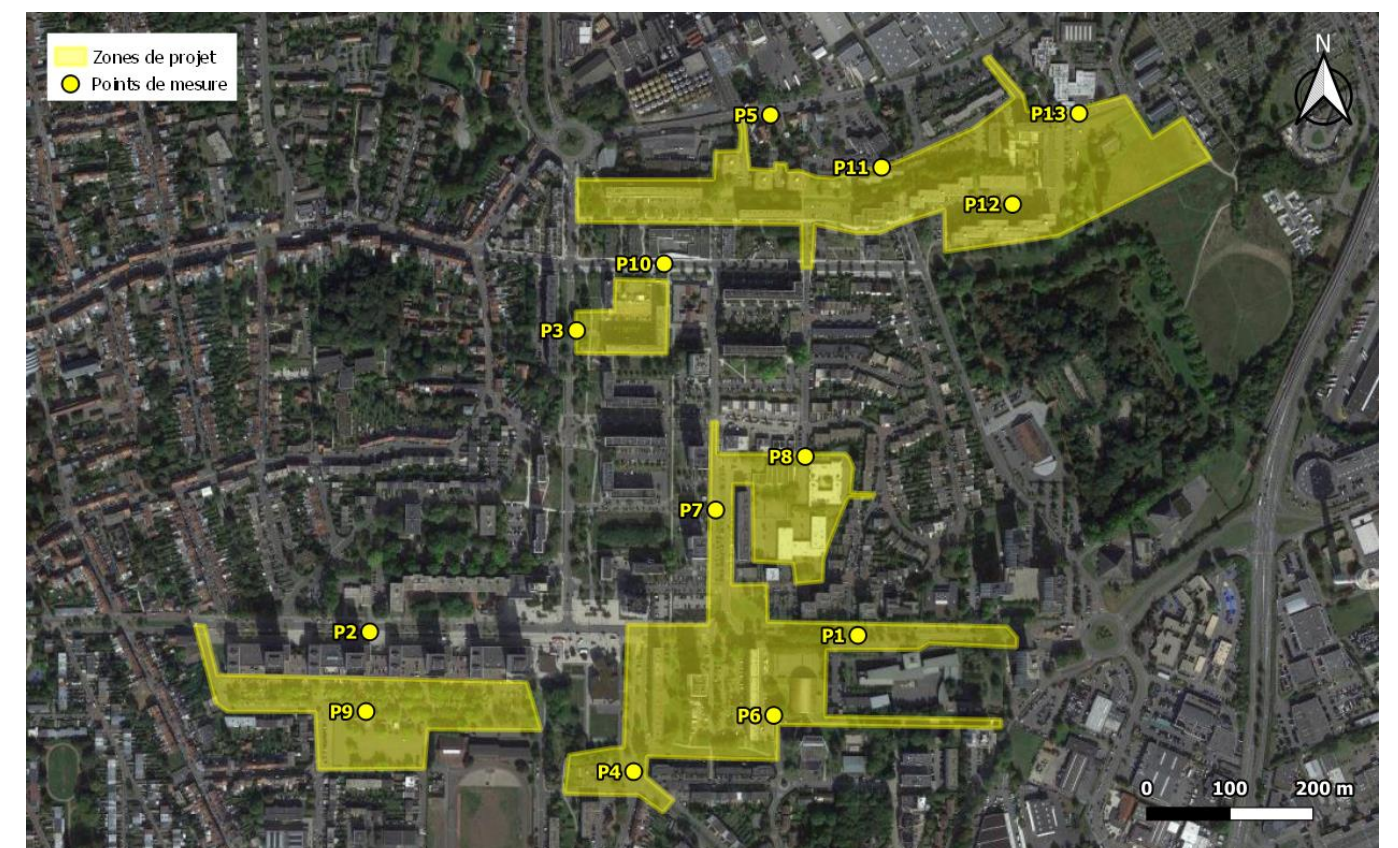


Figure 10 : plan d'échantillonnage

III.2.2) Période de mesure

Les concentrations en polluants atmosphériques présentent un comportement saisonnier marqué ce qui est principalement dû aux variations des sources d'émission et des conditions météorologiques. Dans le cadre de cette étude, **une seule campagne de mesure** est dimensionnée. Néanmoins, l'étude des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique au cours de la campagne permet d'extrapoler les résultats à une situation annuelle. La campagne de mesure est réalisée du **lundi 20 novembre au lundi 4 décembre 2023**.

² Norme NF EN 16339 : Air ambiant - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion.

III.3 Résultats de la campagne

III.3.1) Conditions météorologiques

- Températures et précipitations :

La figure suivante présente la comparaison des températures et précipitations enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales annuelles de la station Météo France de Lille-Lesquin (59) :

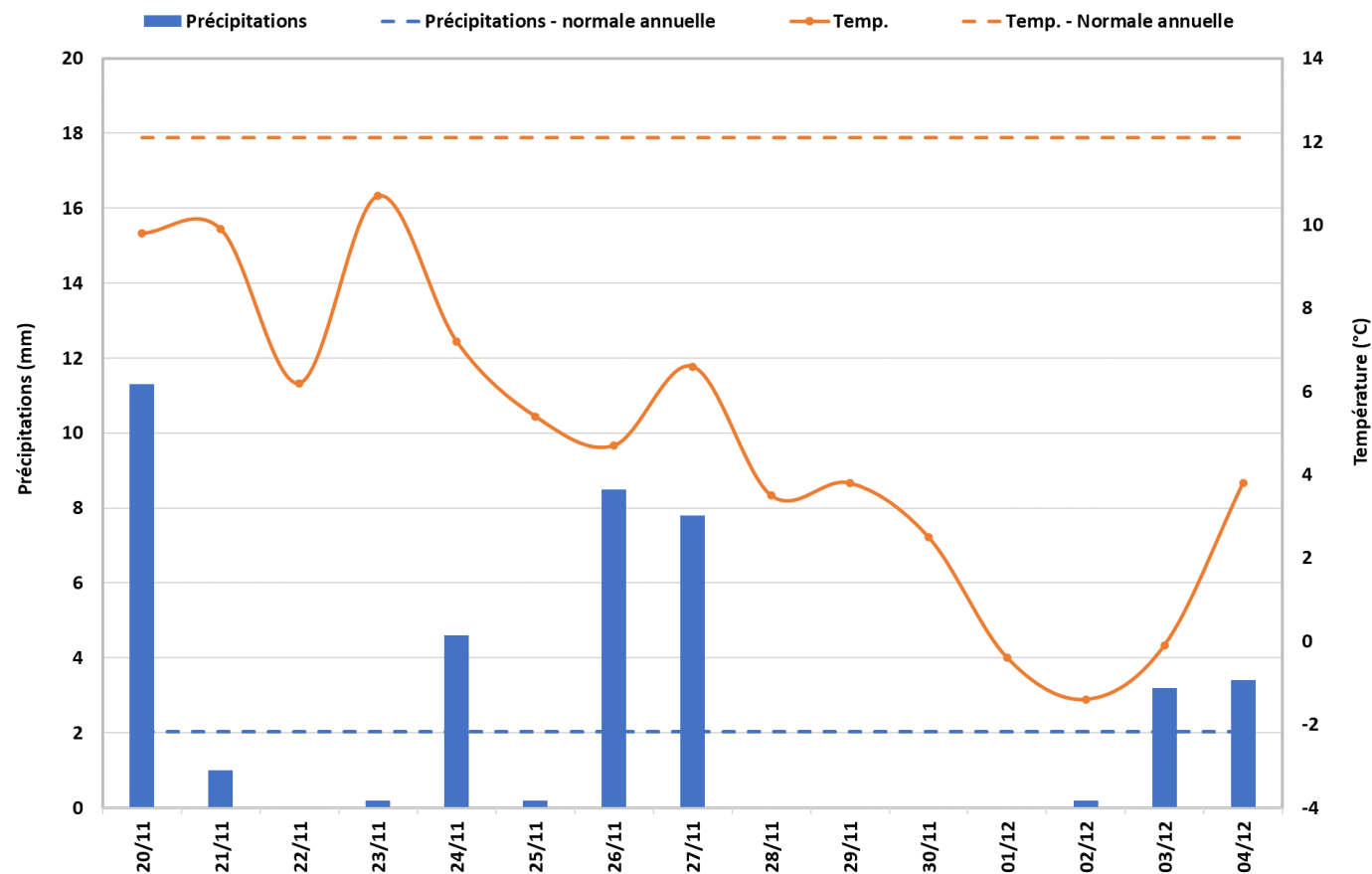


Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont très inférieures à la normale annuelle (4,8°C contre 11,3°C) indiquant des conditions propices à une augmentation des concentrations en NO₂ par rapport à la moyenne annuelle. Les précipitations sont quant à elles plus importantes que la normale (2,7 mm contre 1,9 mm) cependant ce paramètre a peu d'influence sur les concentrations en NO₂.

- Conditions de vent

Les conditions de dispersion sont représentées par la rose des vents au cours des mesures :

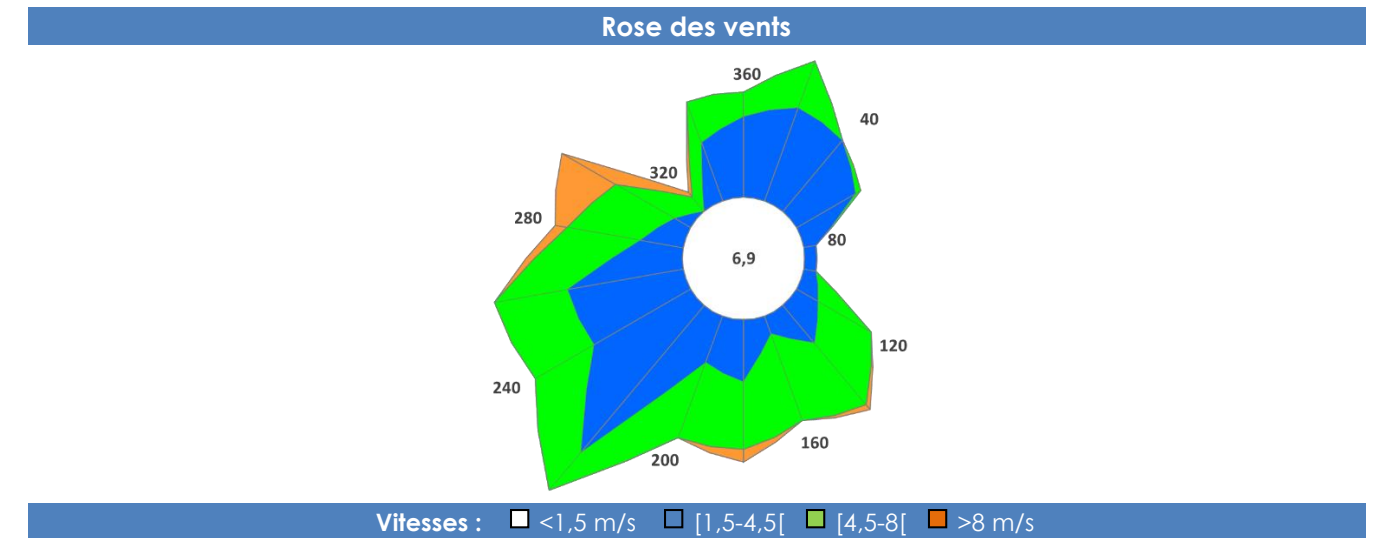


Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents est caractérisée par un large secteur sud-est à nord-ouest et un secteur nord-est secondaire. Ces directions sont globalement représentatives des normales (cf. paragraphe II.3.3) mais n'indiquent pas d'impact plus marqué sur une zone en particulier. Par ailleurs, les vitesses de vents relativement fortes (environ 7 % de vents inférieurs à 1,5 m/s contre 11 % pour les normales) indiquent de bonnes conditions de dispersion au cours de la période de mesure.

III.3.2) Conditions de pollution atmosphérique

Les concentrations en NO₂ enregistrées par Atmo Hauts-de-France au niveau des stations « Lille Leeds » et « Lille Fives » sur l'année 2022 et la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station (typologie)	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2022 (µg/m³)	Ecart (%) Campagne / 2022
Lille Leeds (trafic)	NO ₂	21,7	20,7	+5 %
Halluin Stade (fond)	NO ₂	20,7	14,7	+41 %

Tableau 8 : étude des données Atmo Hauts-de-France

En lien avec les conditions météorologiques (faibles températures), les teneurs en NO₂ relevées lors de la campagne de mesure sont plus élevées qu'en moyenne annuelle, variant de +5 % en typologie de trafic à +41 % en situation de fond.

III.3.3) Validité des mesures par capteurs passif

La validité des mesures par capteurs passifs est établie par les deux facteurs suivants :

- L'analyse d'un capteur non exposé (appelé « blanc ») ayant été transporté avec les échantillons lors de tous les trajets entre le laboratoire et les sites de mesure. L'analyse du blanc permet de quantifier la présence résiduelle de polluants gazeux sur les supports non liée à l'air échantillonné.
- La détermination de la répétabilité par l'exposition de deux cartouches au même point de mesure dans les mêmes conditions. Le résultat du calcul de l'écart standard³ sur les valeurs obtenues permet de situer les mesures par rapport aux biais éventuels engendrés par la méthode de prélèvement et d'analyse.

Facteurs de validité	NO ₂
Concentration du blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,6 µg/m ³
Concentration moyenne doublet	26,2
Ecart standard du doublet	1,0 %
Incertitude théorique élargie (donnée Passam)	20,3 %

Tableau 9 : facteurs de validité des mesures

La concentration en NO₂ mesurée sur le blanc est inférieure à la limite de détection, indiquant l'absence de contamination des supports. L'incertitude élargie représente l'écart maximal pouvant être obtenu sur une mesure en incluant tous les biais potentiels liés au prélèvement et à l'analyse avec un intervalle de confiance de 95 %. L'écart standard calculé sur les résultats du doublet est inférieur à cette incertitude et indique donc une bonne répétabilité de la mesure.

III.3.4) Concentrations en NO₂

Les concentrations en NO₂ mesurées sur chaque point sont récapitulées dans le tableau suivant :

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Typologie	T	T	T	T	T	F	F	F	F	F	F	F	F
NO ₂ (µg/m ³)	29,9	30,4	31,2	28,3	29,2	29,0	29,3	26,2	28,1	30,1	27,1	27,7	26,2

Tableau 10 : résultats des mesures NO₂

III.3.5) Cartographie des résultats

Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en figure 13 :

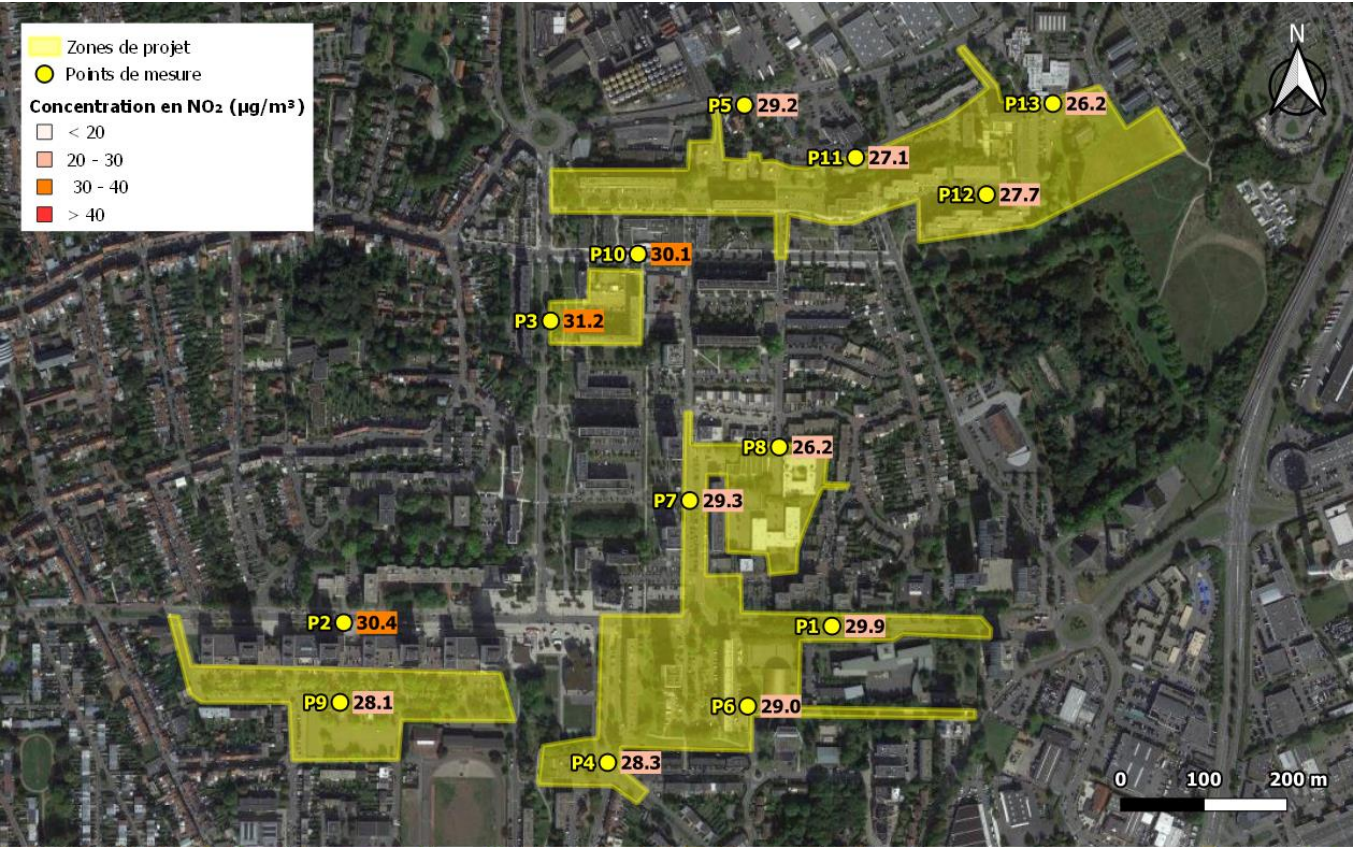


Figure 13 : cartographie des résultats

Les concentrations en NO₂ mesurées dans la zone d'étude sont relativement homogènes avec des valeurs comprises entre 26 et 31 µg/m³. Les teneurs les plus fortes sont relevées au niveau des avenues Robert Schuman (P2) et Marc Sangnier (P3) ainsi qu'au niveau du boulevard Pierre Mendès France (P10), avec des valeurs supérieures à 30 µg/m³, ce qui s'explique par la densité de circulation sur ces axes.

³ Ecart standard : critère de dispersion pour une série de données correspondant à la moyenne des écarts entre les valeurs observées (écart type) et la moyenne des valeurs observées.
Rincént Air

III.4 Comparaison à la réglementation

III.4.1) Cadre réglementaire

Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250 (cf. annexe 1). La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure⁴ et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs⁵.

Le graphique suivant présente les concentrations mesurées au cours de la période de mesure, associées à une barre d'erreur indiquant la valeur attendue en moyenne annuelle d'après les conditions de la campagne observées au niveau des stations du réseau local de la qualité de l'air (cf. paragraphe III.3.2).

III.4.2) Dioxyde d'azote (NO₂)

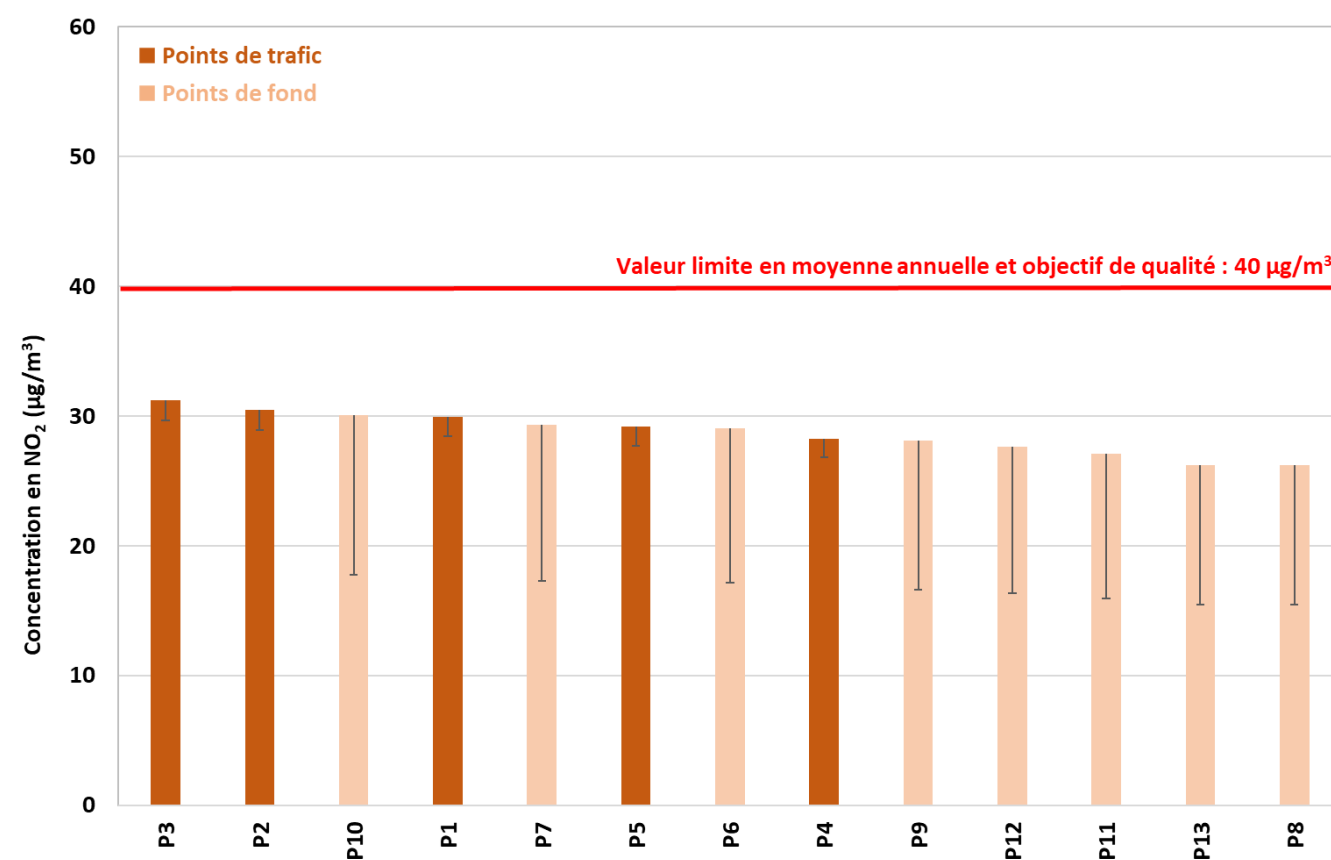


Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO₂ à la réglementation

Aucun point ne présente de concentration supérieure à 40 µg/m³. De plus, la campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO₂ plus fortes d'environ 5 à 41 % par rapport à la moyenne de l'année précédente, ce qui ne laisse envisager aucun dépassement à l'échelle annuelle dans la zone d'étude.

⁴ La directive européenne du 21 mai 2008 qui indique que les mesures de la qualité de l'air par méthode indicative peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.

⁵ Arrêt n°11NC01593 du 7 février 2013 rendu par la Cour Administrative d'Appel de Nancy, qui précise que si les valeurs limites réglementaires constituent un objectif à rechercher dans l'élaboration de tout projet, elles ne constituent pas pour autant une prescription s'imposant en tant que telles à un projet.



IV. EFFETS DU PROJET : ESTIMATION DES EMISSIONS POLLUANTES

IV.1 Méthodologie

IV.1.1) Méthode de calcul

Le modèle de calcul des émissions mis en œuvre est le logiciel **TREFFIC™** (TRaffic Emission Factors Improved Calculation) version 5.1.2 qui utilise les données d'entrée suivantes :

- Le trafic moyen journalier annuel (TMJA) pour les véhicules légers et les poids lourds, ainsi que leur vitesse moyenne sur chaque axe et pour chaque scénario
- La répartition du parc de véhicules pour chaque scénario
- Les facteurs d'émissions polluantes de chaque catégorie de véhicule
- Les conditions météorologiques moyennes sur la zone d'étude (températures et précipitations)

Les résultats présentent les émissions des polluants à effet sanitaire (PES) cités par le guide méthodologique issu de la note technique du 22 février 2019 :

- Oxydes d'azote (NO_x)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Benzo[a]pyrène
- Composés Organiques Volatils (COV)
- Benzène (C₆H₆)
- Particules (PM_{2.5} et PM₁₀)
- Arsenic (As) et nickel (Ni)

En complément, les résultats présentent la consommation énergétique et les émissions des principaux gaz à effet de serre (GES) : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O).

IV.1.2) Parc de véhicules

La répartition du parc automobile est issue des projections de l'Université Gustave Eiffel (ex-IFSTTAR) établies notamment en fonction du type de voie (urbain, route, autoroute), des catégories de véhicules, du carburant/énergie et de la norme Euro. Deux scénarios d'évolution de cette répartition jusqu'en 2050 sont disponibles :

- Scénario « S1-AME » qui intègre uniquement les mesures actuelles portées par l'Etat français sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre.
- Scénario « S2-AMS » qui considère l'atteinte des objectifs énergétiques et climatiques de neutralité carbone en 2050 sur la base de la stratégie nationale bas carbone (SNBC).

Dans une approche majorante, le scénario retenu dans le cadre de cette étude est le scénario **S1-AME**.

IV.1.3) Facteurs d'émissions unitaires

On appelle "facteur d'émission" les quantités de polluants en g/km rejetées par type de véhicule. Pour la consommation, les données sont fournies en tep/km (Tonne Equivalent Pétrole). Les facteurs d'émission proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles. Ils dépendent :

- Des caractéristiques du véhicule (catégorie de véhicule, type de carburant, norme Euro...)
- Du "cycle" (trajet urbain, autoroute, moteur froid/chaud) et de la vitesse du véhicule
- De la température ambiante (pour les émissions à froid)

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux du programme **COPERT 5** (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport) dont le développement technique est financé par l'Agence Européenne de l'Environnement. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. Son utilisation est préconisée par le CEREMA pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

IV.1.4) Scénarios considérés

Trois scénarios d'émissions sont pris en compte pour estimer l'impact du projet :

- La situation actuelle (2023)
- La situation future sans projet (2037)
- La situation future avec projet (2037)

IV.1.5) Données de trafic

Le tableau 11 présente les données de trafic considérées :

N°	Brin routier	Actuel 2023			2037 sans projet			2037 avec projet		
		TMJA	PL	Vit.	TMJA	PL	Vit.	TMJA	PL	Vit.
1	Rue du Baroeul	200	0	27	200	0	27	200	0	27
2	Avenue du Baroeul	10400	177	44	8500	179	44	8700	183	44
3	Rue du Général de Gaulle 1	5400	157	39	4500	162	39	3500	137	39
4	Rue du Général de Gaulle 2	5800	162	50	4700	160	50	4100	152	50
5	Rue du Général de Gaulle 3	6600	238	50	5500	242	50	5200	229	50
6	Rue du Général de Gaulle 4	6300	227	50	5200	229	50	5200	229	50
7	Rue du Général de Gaulle 5	2700	46	30	2200	53	30	2300	53	30
8	Avenue Marc Sangnier 1	8800	167	18	7400	170	18	6800	163	18
9	Rue de Savoie	600	13	29	500	13	29	800	6	22
10	Rue du Dauphiné	600	13	8	500	13	8	2100	46	25
11	Avenue Marc Sangnier 2	9000	180	18	7400	178	18	6300	158	18
12	Rue du Languedoc 1	2900	15	22	2400	14	22	3200	32	22
13	Rue de l'Ile-de-France 1	900	0	22	800	0	22	800	0	22
14	Rue de Normandie 1	1600	27	28	1400	28	28	2300	46	28
15	Avenue du Général de Gaulle	6900	214	11	5700	217	11	5700	217	11
16	Boulevard Pierre Mendès France 1	4500	175	20	3700	181	20	4000	184	20
17	Boulevard Pierre Mendès France 2	5700	171	21	4800	187	21	6000	198	21
18	Boulevard Pierre Mendès France 3	4900	176	23	4100	189	23	5300	201	23
19	Avenue Marc Sangnier 3	6100	116	24	5000	130	24	5100	128	24
20	Rue du Languedoc 2	2100	15	26	1700	14	26	1800	14	26
21	Rue de l'Ile-de-France 2	800	0	26	600	0	26	600	0	26
22	Rue de Normandie 2	5500	198	27	4600	202	27	4600	198	27
23	Avenue de la Liberté	700	0	19	600	0	19	600	0	19
24	Avenue du Président Kennedy	4200	0	20	3500	0	20	3500	0	20
25	Avenue Marc Sangnier 4	5500	132	24	4500	131	24	4500	126	24
26	Rue du Languedoc 3	2400	19	26	2000	20	26	2100	25	26
27	Avenue Robert Schuman 1	11400	182	30	9400	197	30	10400	187	30
28	Avenue Robert Schuman 2	11400	171	30	9400	188	30	10000	190	30
29	Avenue Robert Schuman 3	8900	169	26	7400	178	26	8000	176	26
30	Avenue Robert Schuman 4	12100	242	8	10000	250	8	10400	239	8
31	Avenue Robert Schuman 5	8100	292	17	6800	306	17	7100	298	17
32	Avenue Adenauer	7700	285	28	6400	294	28	6600	277	28
33	Rue du Maréchal Lyautey 1	500	7	15	400	6	15	2000	12	25
34	Avenue René Coty 1	7000	287	21	5800	302	21	5600	302	21
35	Rue du Maréchal Lyautey 2	3600	0	28	2900	0	28	2800	14	28
36	Rue du Maréchal Lyautey 3	2000	6	29	1600	6	29	0	0	25
37	Rue Lacordaire 1	2900	15	25	2300	14	25	2800	14	25
38	Rue Lacordaire 2	2900	15	25	2300	14	25	2800	14	25
39	Rue du Maréchal Lyautey 4	2300	7	28	1900	8	28	1900	6	28
40	Rue des Prévoyants	200	0	30	200	0	30	200	0	30
41	Rue Pierre de Coubertin	400	7	22	300	6	22	300	6	22
42	Rue du Docteur Calmette 1	2600	13	18	2200	13	18	2100	13	18
43	Rue Lacordaire 3	2700	22	23	2200	20	23	2400	22	23
44	Rue du Docteur Calmette 2	1500	8	27	1200	7	27	1200	7	27
45	Avenue René Coty 2	6500	293	30	5400	308	30	5500	308	30

Tableau 11 : données de trafic

IV.1.6) Bande d'étude

Les données de trafic permettent de définir la bande d'étude conformément au tableau 12 :

TMJA à l'horizon d'étude (véh/jour)	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie (m)
T > 50 000	600
25 000 > T ≤ 50 000	400
10 000 > T ≤ 25 000	300
≤ 10 000	200

Tableau 12 : définition de la bande d'étude (note technique du 22/02/2019)

La figure 15 présente la bande d'étude du projet :

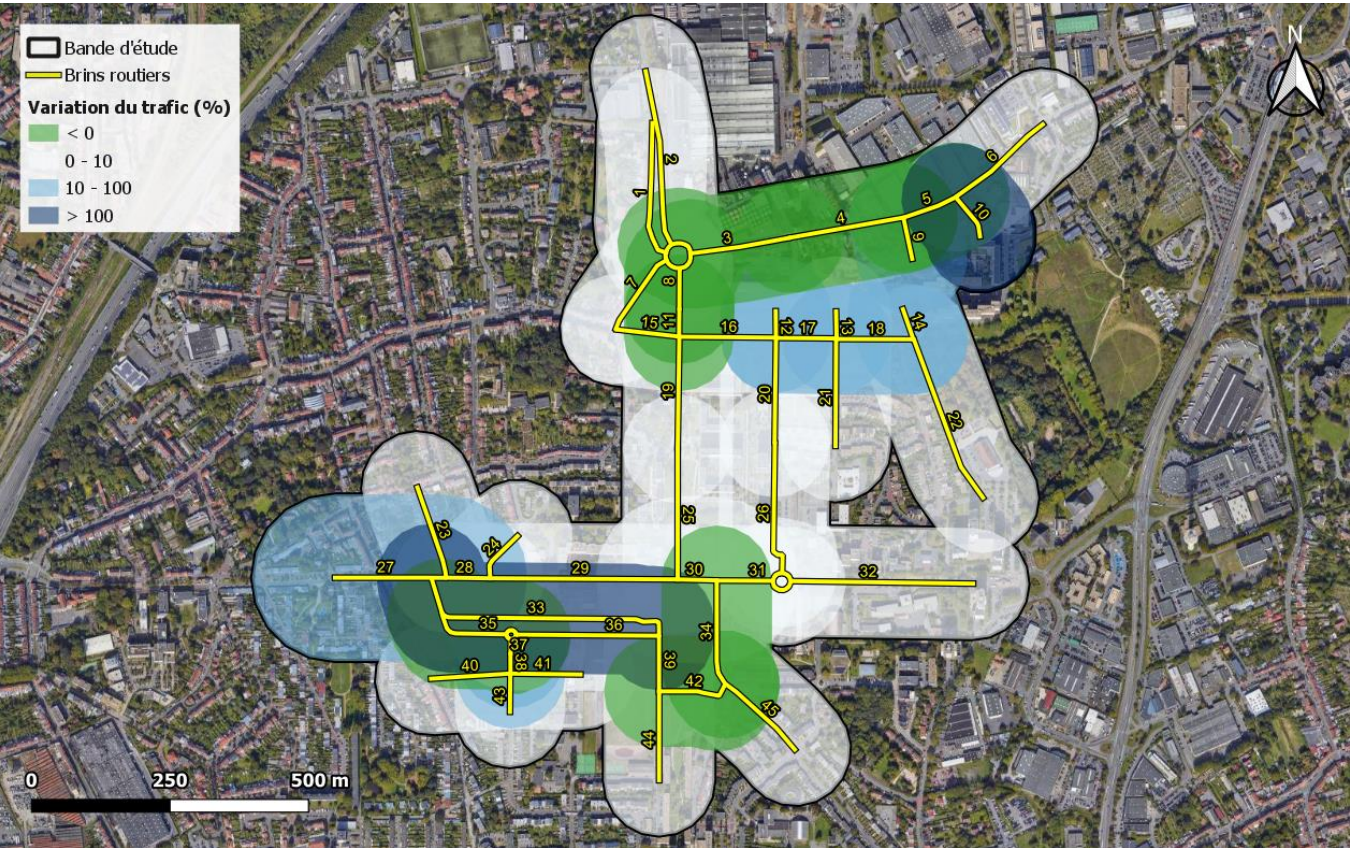


Figure 15 : bande d'étude

IV.2 Résultats du calcul des émissions polluantes

IV.2.1) Emissions polluantes globales

Les tableaux ci-dessous présentent les variations des émissions totales sur l'ensemble du réseau routier considéré pour les polluants à effets sanitaires (PES) et les gaz à effet de serre (GES) :

Emissions	Unité	Actuel	Futur sans projet	Variation Futur sans projet / Actuel	Futur avec projet	Variation Futur avec projet / Actuel	Variation Futur avec projet / sans projet
CO	kg/j	11,42	7,02	-39%	7,27	-36%	4%
Benzène	g/j	23,73	5,50	-77%	5,72	-76%	4%
Benzo[a]pyrène	g/j	0,03	0,02	-49%	0,02	-47%	4%
Arsenic	mg/j	0,46	0,41	-11%	0,43	-8%	4%
SO ₂	g/j	109,04	101,43	-7%	105,37	-3%	4%
Nickel	mg/j	2,79	2,73	-2%	2,83	2%	4%
COVNM	kg/j	0,62	0,30	-52%	0,30	-51%	1%
NO _x	kg/j	14,84	4,75	-68%	4,90	-67%	3%
PM _{2,5}	kg/j	1,22	0,82	-33%	0,84	-31%	3%
PM ₁₀	kg/j	1,88	1,37	-27%	1,42	-25%	3%

Tableau 13 : bilan des émissions de PES

Emissions	Unité	Actuel	Futur sans projet	Variation Futur sans projet / Actuel	Futur avec projet	Variation Futur avec projet / Actuel	Variation Futur avec projet / sans projet
Consommation	tep/j	2,5	1,9	-22%	2,0	-20%	3%
CO ₂	t/j	7,8	6,0	-22%	6,2	-20%	3%
N ₂ O	t/j	332,6	219,3	-34%	225,3	-32%	3%
CH ₄	t/j	140,1	83,5	-40%	86,1	-39%	3%

Tableau 14 : bilan des émissions de GES

Une baisse globale des émissions de PES peut être constatée entre le scénario futur sans projet et le scénario actuel (ex : -68 % pour les NO_x, -27 % pour les PM₁₀ et -77 % pour le benzène). Celle-ci s'explique par les hypothèses de mise en circulation de véhicules moins polluants à l'horizon de mise en service du projet d'après les données de l'Université Gustave Eiffel.

En considérant les NO_x comme polluant traceur des PES, la variation du trafic routier entre les scénarios futurs avec et sans projet entraîne une augmentation d'environ 3 % des émissions. Par rapport au scénario actuel, il en résulte une diminution d'environ 67 % lors de la mise en service du projet.

Pour le CO₂, principal composé traceur des GES, le projet entraîne également une augmentation d'environ 3 % des émissions. Il en résulte une diminution d'environ 20 % par rapport à l'état actuel.

Le projet entraîne une **augmentation d'environ 3 % des émissions de NO_x** par rapport au scénario sans projet, et une diminution de 67 % par rapport à l'état actuel.

IV.2.2) Cartographie des émissions

En retenant les NO_x comme les polluants les plus représentatifs de la pollution routière, les figures suivantes permettent de visualiser les émissions en gramme par jour et par mètre pour chaque scénario :

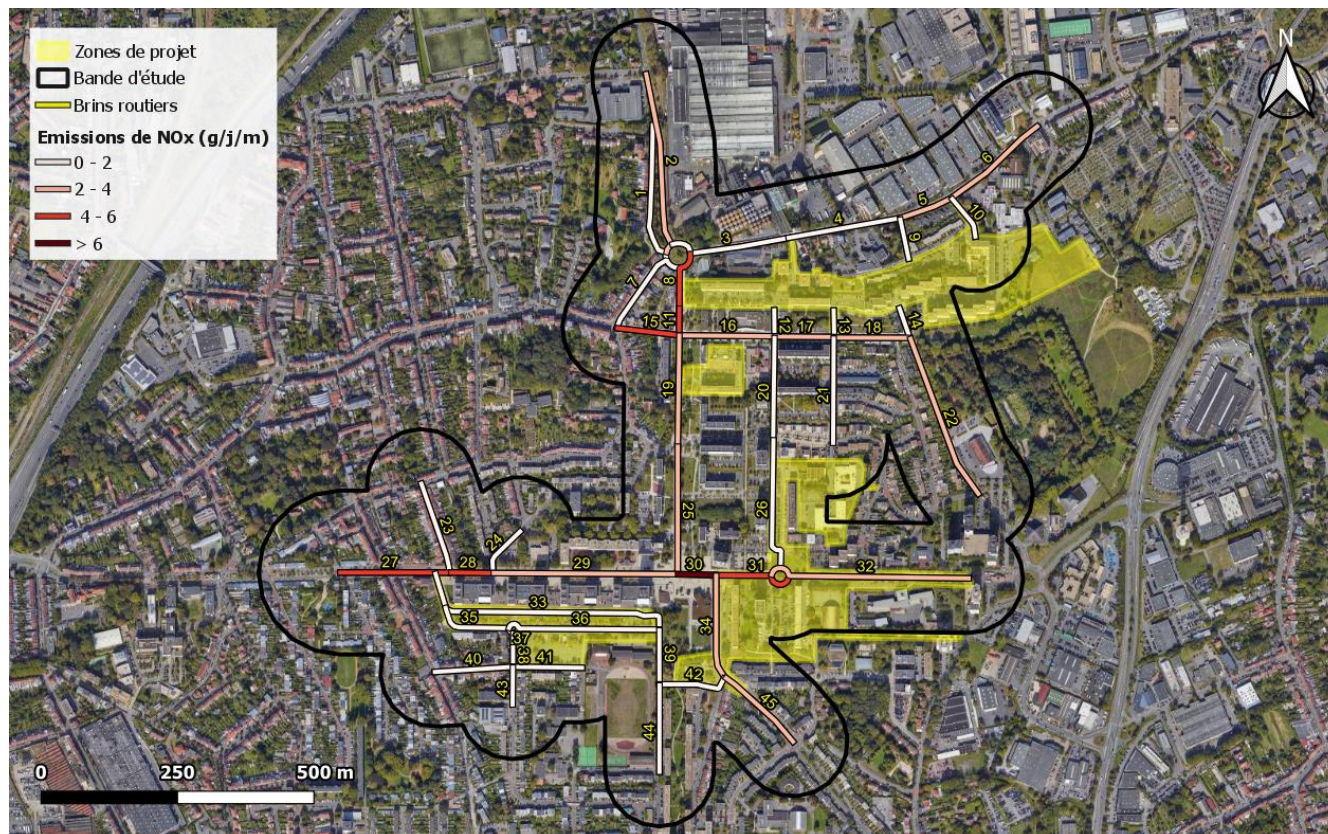


Figure 16 : émissions de NO_x – scénario actuel

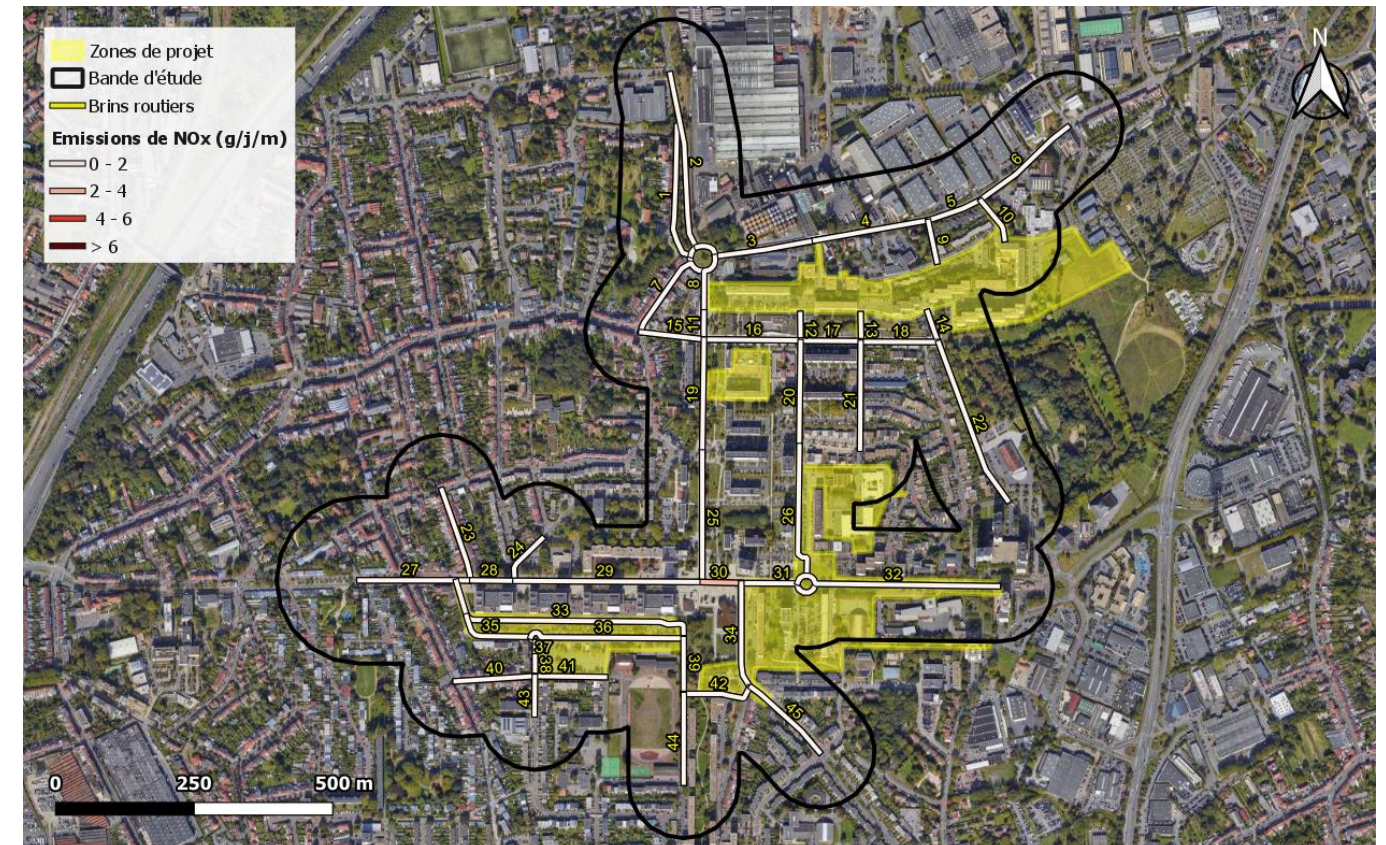


Figure 18 : émissions de NO_x – scénario futur avec projet

IV.2.3) Etude des variations liées au projet

La figure suivante présente les variations des émissions de NO_x entre les scénarios futurs avec et sans projet :



Figure 19 : variation émissions de NO_x avec / sans projet

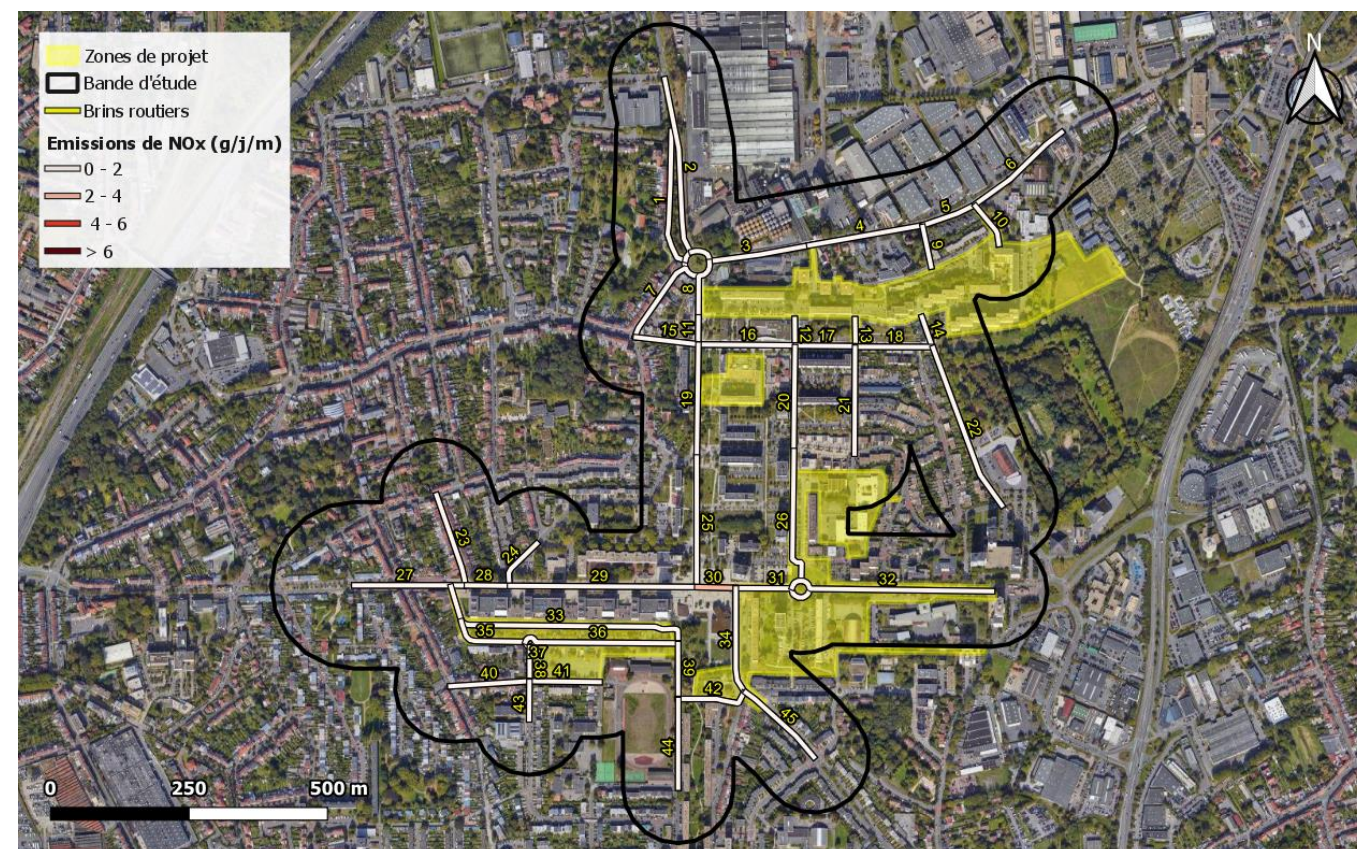


Figure 17 : émissions de NO_x – scénario futur sans projet



Le tableau ci-dessous reprend les valeurs numériques des émissions de NOx par jour et par mètre sur chaque axe :

N°	Brin routier	Emissions de NOx (g/j/m)			Variation Futur avec/sans projet (%)
		Actuel	Sans projet	Avec projet	
1	Rue du Baroeul	0,07	0,03	0,03	0
2	Avenue du Baroeul	3,22	1,05	1,07	2
3	Rue du Général de Gaulle 1	1,91	0,62	0,48	-21
4	Rue du Général de Gaulle 2	1,78	0,56	0,50	-12
5	Rue du Général de Gaulle 3	2,10	0,68	0,64	-5
6	Rue du Général de Gaulle 4	2,01	0,64	0,64	0
7	Rue du Général de Gaulle 5	1,02	0,33	0,34	4
8	Avenue Marc Sangnier 1	4,32	1,39	1,28	-8
9	Rue de Savoie	0,23	0,08	0,12	65
10	Rue du Dauphiné	0,51	0,17	0,33	97
11	Avenue Marc Sangnier 2	4,46	1,40	1,19	-14
12	Rue du Languedoc 1	1,15	0,38	0,51	36
13	Rue de l'Ile-de-France 1	0,34	0,12	0,12	0
14	Rue de Normandie 1	0,62	0,21	0,34	64
15	Avenue du Général de Gaulle	4,63	1,47	1,47	0
16	Boulevard Pierre Mendès France 1	2,39	0,73	0,78	7
17	Boulevard Pierre Mendès France 2	2,79	0,89	1,09	22
18	Boulevard Pierre Mendès France 3	2,38	0,75	0,94	25
19	Avenue Marc Sangnier 3	2,59	0,83	0,84	2
20	Rue du Languedoc 2	0,79	0,25	0,27	6
21	Rue de l'Ile-de-France 2	0,28	0,09	0,09	0
22	Rue de Normandie 2	2,47	0,78	0,78	0
23	Avenue de la Liberté	0,28	0,10	0,10	0
24	Avenue du Président Kennedy	1,65	0,55	0,55	0
25	Avenue Marc Sangnier 4	2,42	0,76	0,75	0
26	Rue du Languedoc 3	0,91	0,30	0,32	6
27	Avenue Robert Schuman 1	4,28	1,39	1,52	9
28	Avenue Robert Schuman 2	4,23	1,38	1,46	6
29	Avenue Robert Schuman 3	3,65	1,18	1,26	7
30	Avenue Robert Schuman 4	9,99	3,36	3,42	2
31	Avenue Robert Schuman 5	4,79	1,50	1,54	3
32	Avenue Adenauer	3,41	1,07	1,09	2
33	Rue du Maréchal Lyautey 1	0,26	0,08	0,30	278
34	Avenue René Coty 1	3,69	1,14	1,11	-3
35	Rue du Maréchal Lyautey 2	1,28	0,42	0,41	-1
36	Rue du Maréchal Lyautey 3	0,70	0,22	0,00	-100
37	Rue Lacordaire 1	1,09	0,34	0,41	21
38	Rue Lacordaire 2	1,07	0,34	0,41	21
39	Rue du Maréchal Lyautey 4	0,81	0,27	0,27	0
40	Rue des Prévoyants	0,07	0,03	0,03	0
41	Rue Pierre de Coubertin	0,17	0,05	0,05	0
42	Rue du Docteur Calmette 1	1,12	0,37	0,36	-4
43	Rue Lacordaire 3	1,07	0,34	0,37	9
44	Rue du Docteur Calmette 2	0,55	0,17	0,17	0
45	Avenue René Coty 2	2,89	0,90	0,92	1

Tableau 15 : récapitulatif des émissions de NOx par brins routiers

A l'état actuel, les émissions les plus importantes de la zone d'étude sont localisées au niveau de l'avenue Robert Schumann (brins °27 et 28 à l'ouest et brins n°30 et 31 au centre du projet), ainsi qu'à l'intersection entre l'avenue Général de Gaulle (brin n°15) et l'avenue Marc Sangnier (brin n°11).

A l'horizon 2037, les augmentations d'émissions polluantes les plus importantes liées au projet sont observées au niveau de la rue du Maréchal Lyautey (section nord) (+278 %) du Dauphiné (+97 %), de Savoie (+65 %) et de la rue de Normandie (+64 %). Ces émissions restent parmi les plus faibles de la zone d'étude (inférieures à 1 g/jour/m). Les émissions les plus importantes sont quant à elles constatées sur l'avenue Robert Schuman, sur lequel le projet entraîne des augmentations plus faibles, de l'ordre de 3 à 9 %.

Les diminutions d'émissions polluantes les plus importantes sont observées au niveau de la rue du Maréchal Lyautey (section sud) du fait de sa piétonisation dans le scénario futur avec projet (report sur la section nord de la rue du Maréchal Lyautey).



IV.3 Monétarisation des coûts

IV.3.1) Coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

L'analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité dans les études d'impact a été introduite via le décret n°2003-767 du 1^{er} août 2003. La commission présidée par Emile Quinet a réévalué les valeurs utilisées pour calculer ces coûts en 2013. Celles-ci sont décrites dans le rapport du Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective (CGSP) intitulé « Évaluation socioéconomique des investissements publics » de septembre 2013.

Le rapport évalue le coût des impacts sanitaires des principaux polluants émis par la circulation routière (PM_{2.5}, NO_x, COVNM et SO₂) pour l'année de référence 2010. Ce coût varie selon la catégorie de véhicules (véhicules particuliers ou poids lourds) ainsi que selon la densité urbaine. Le tableau 16 présente les valeurs tutélaires fixées selon ces paramètres :

Typologie	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Plage de densité (hab./km ²)	0-37	37-450	450-1500	1500-4500	>4500
Coût VP (€/100 Véh.km)	0,9	1,0	1,3	3,1	11,1
Coût PL (€/100 Véh.km)	6,4	9,4	17,7	37,0	186,6

Tableau 16 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier

La densité de population dans la zone d'étude est prise égale à la densité de population de la ville de Mons-en-Barœul avec 7 514 habitants/km² (données Insee 2020). Les valeurs tutélaires sont donc sélectionnées sur la gamme « urbain très dense ».

Le rapport de la commission Quinet précise qu'il est nécessaire de « faire évoluer les valeurs de la pollution atmosphérique en tenant compte, d'une part, de l'évolution du PIB par tête et d'autre part, de l'évolution du parc circulant et de l'évolution des émissions individuelles ». Les hypothèses d'évolution considérées pour le calcul des coûts collectifs sont décrites ci-dessous :

- Le PIB par habitant n'est connu qu'à échéance de l'année civile. La dernière donnée disponible est celle de l'année 2022. Entre 2010 et 2022, la moyenne annuelle de l'évolution du PIB par habitant est de 0,68 % en France selon les chiffres de la Banque Mondiale⁶. Ce chiffre est utilisé pour estimer l'évolution annuelle du PIB jusqu'à l'horizon de mise en service du projet.
- L'évolution du parc circulant entre 2010 et 2022 est de 0,87 % en moyenne annuelle d'après les statistiques du ministère de la Transition écologique et solidaire⁷. L'évolution du trafic entre le scénario actuel et le scénario futur est prise d'après les données de l'étude de circulation.
- L'évolution des émissions polluantes des véhicules depuis 2010 est prise à -6 % en moyenne annuelle conformément à la valeur proposée par le rapport Quinet. L'évolution entre le scénario actuel et les scénarios futurs est reprise des calculs effectués dans le paragraphe IV.2.1)⁸.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des valeurs considérées pour l'évolution des valeurs tutélaires :

	Actuel		Futur sans projet		Futur avec projet	
	Brut	Evolution / 2010	Brut	Evolution / 2010	Brut	Evolution / 2010
PIB par habitant (€)	35 222	9,4%	38 712	20,3%	38 712	20,3%
TMJA total du projet (véh/j)	205 800	11,9%	170 100	-7,5%	177 400	-3,5%
Emissions PM _{2.5} + NO _x + COVNM + SO ₂ (kg/j)	2,0	-55,3%	1,2	-72,1%	1,3	-71,3%
Evolution globale		-45,2%		-69,0%		-66,7%

Tableau 17 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs tutélaires retenues avant et après ajustement des coûts à l'horizon de la mise en service du projet :

Scénario	2010	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet
Evolution globale depuis 2010	0,0%	-45,2%	-69,0%	-66,7%
Valeur tutélaire VP (€/100 véh.km)	11,1	6,1	3,4	3,7
Valeur tutélaire PL (€/100 véh.km)	186,6	102,3	57,8	62,1

Tableau 18 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution

A partir des données de circulation et de la longueur de chacun des brins routiers impactés par le projet, la quantité de trafic est exprimée en véhicules.km pour chaque scénario. Les résultats sont multipliés par les valeurs tutélaires pour calculer les coûts collectifs.

Scénario	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet
Trafic VP (véh.km) / jour	34 041	27 950	29 109
Trafic PL (véh.km) / jour	845	875	865
Coût VP (€/jour)	2 071	962	1 075
Coût PL (€/jour)	864	506	537
Coût total (€/jour)	2 935	1 468	1 613

Tableau 19 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

A l'horizon 2037, les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique **augmentent d'environ 9,8 %** avec la mise en place du projet, passant de 1468 €/jour à 1613 €/jour.

IV.3.2) Coûts collectifs liés à l'effet de serre

La valeur tutélaire du carbone est fixée par le rapport de la commission présidée par Alain Quinet publié en 2019⁹. Ce rapport prévoit une évolution linéaire de la tonne de CO₂ de 32 € en 2010 jusqu'à 250 € en 2030, correspondant à une évolution annuelle d'environ 13,6 %. Il prévoit également une évolution linéaire de la tonne de CO₂ de 500 € en 2040 à 775 € en 2050, correspondant à une évolution annuelle d'environ 4,5 %. Le tableau suivant présente les coûts correspondant à chaque scénario du projet.

	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet
Coût de la tonne de CO ₂ (€/t)	173,7	425,0	425,0
CO ₂ émis (t/jour)	7,8	6,0	6,2
Coût CO ₂ émis (€/jour)	1350,9	2565,9	2652,7

Tableau 20 : coûts collectifs liés à l'effet de serre

A l'horizon 2037, les coûts collectifs liés à l'effet de serre **augmentent d'environ 3,4 %** avec la mise en place du projet.

⁶ La Banque Mondiale. Croissance du PIB par habitant entre 2010 et 2019.

⁷ Service de la donnée et des études statistiques. Développement Durable. Données sur le parc des véhicules au 1^{er} janvier 2020.

⁸ A l'exception des particules PM_{2.5} qui ne figurent pas dans le bilan des émissions car cette fraction granulométrique est déjà comprise dans les PM₁₀. Les données pour les PM_{2.5} sont reprises des résultats des calculs d'émissions par le logiciel TREFFIC™.

⁹ La valeur de l'action pour le climat. Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Fév. 2019. Centre d'analyse stratégique. La Documentation française.

V. EFFETS DU PROJET : MODELISATION DES CONCENTRATIONS

V.1 Méthodologie

V.1.1) Modèle

La modélisation des concentrations est réalisée à l'aide du logiciel **AMDS-Roads** (Atmospheric Dispersion Modelling System) version 5.0.1.3. Ce modèle de dispersion atmosphérique 2D de type gaussien de seconde génération est développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants). Il intègre des modules de traitement des données météorologiques et topographiques, ainsi que de prise en compte des rues « canyon » et des murs « antibruit » selon les cas d'étude.

Les concentrations en polluants sont modélisées sur des mailles de calcul de 15 mètres à partir des sources d'émissions linéiques issues du trafic routier qui sont ensuite additionnées aux concentrations de fond dans la zone d'étude pour évaluer l'exposition des populations. Les données d'entrée utilisées sont détaillées ci-après.

V.1.2) Emissions polluantes

Les émissions de polluants atmosphériques liées au trafic routier sont issues du logiciel TREFFIC™ dont les résultats sont présentés dans le chapitre précédent.

Les émissions calculées pour les NOx sont converties en NO₂ selon la formule de Middleton :

$$[NO_2] = 2,166 - [NO_x](1,236 - 3,348 \times \log([NO_x]) + 1,933 \times \log([NO_x])^2 - 0,326 \times \log([NO_x])^3)$$

$$[NO] = [NO_x] - [NO_2] \quad \text{où } [NO], [NO_2] \text{ et } [NO_x] \text{ sont les concentrations en ppb}$$

V.1.3) Météorologie

La dispersion est modélisée avec les données horaires de vent sur 1 an (2023) acquises auprès de la station Météo France de Lille-Lesquin (59). La figure 20 présente la rose des vents des données utilisées. La rose des vents est majoritairement caractérisée par des secteurs sud/sud-ouest et nord-est.

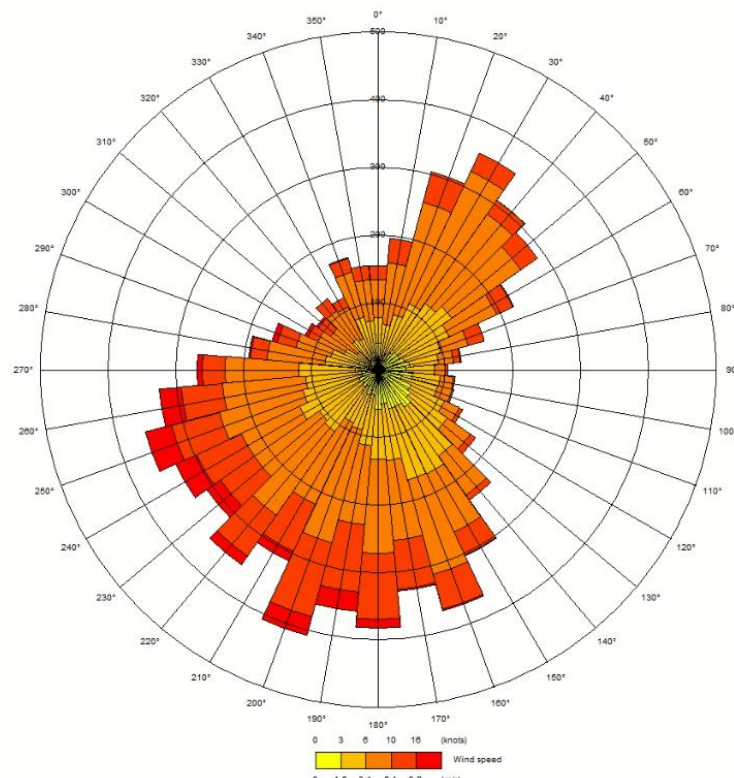


Figure 20 : rose de vents utilisée pour la modélisation

V.1.4) Topographie

La topographie est issue du modèle numérique de terrain (MNT) RGE ALTI® produit par l'IGN avec une résolution de 5 mètres. Ce dernier est mis à jour à partir des relevés obtenus par LIDAR aéroporté ou par corrélation d'images aériennes. La figure 21 présente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude indiquant un relief peu marqué ne laissant pas envisager d'effets significatifs sur la dispersion des polluants.

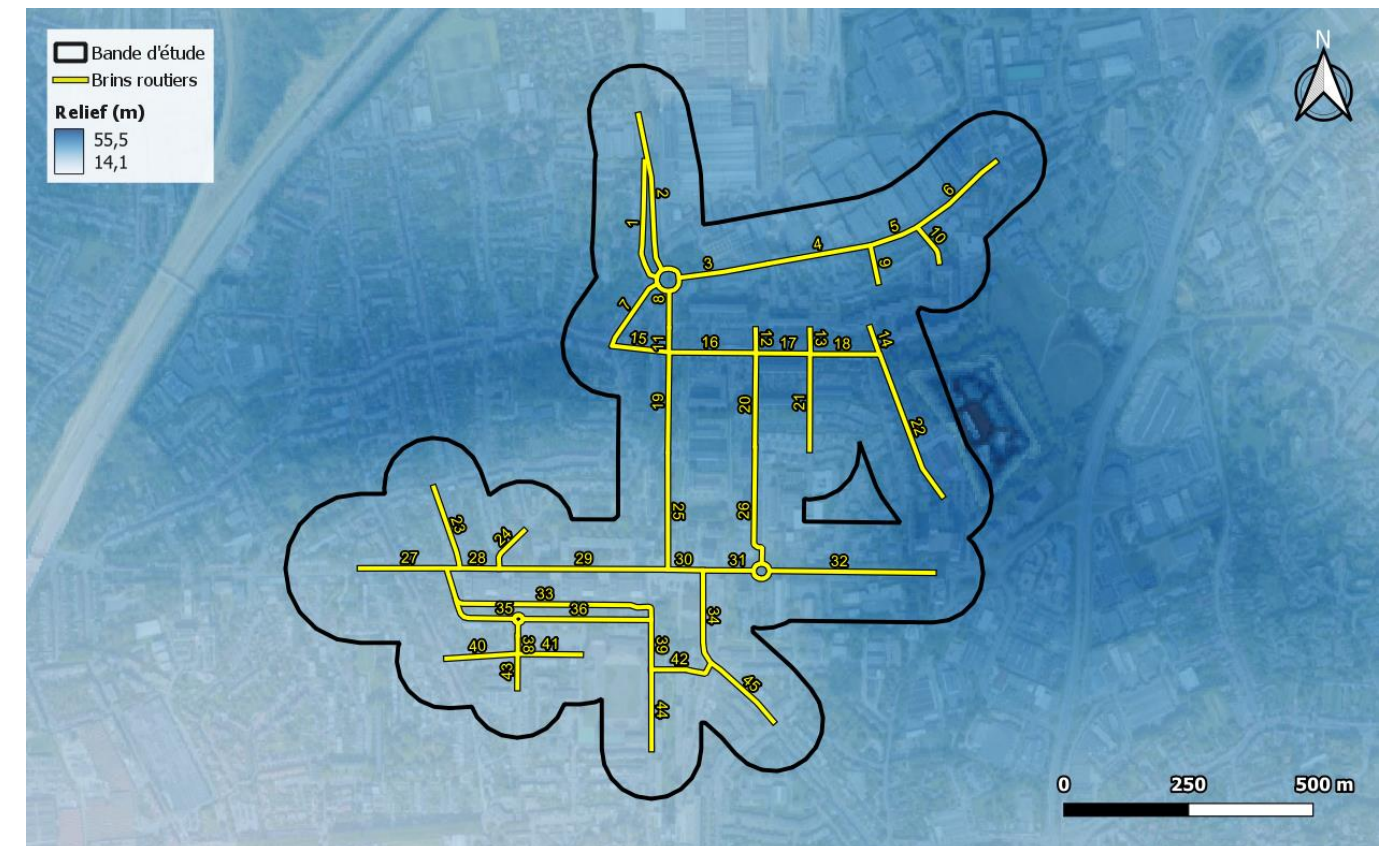


Figure 21 : représentation du relief en vue 2D

V.1.5) Pollution de fond

Les valeurs utilisées pour caractériser les concentrations de fond sont prises d'après les sources suivantes :

Polluant	Source
NO ₂	Moyenne des concentrations mesurées au niveau des points de fond lors de la campagne réalisée par Rincet Air en novembre/décembre 2023, rationalisée par rapport à la moyenne annuelle (ratio campagne / moyenne 2023 de la station de fond Atmo Hauts-de-France la plus proche)
PM ₁₀ PM _{2.5}	Moyenne annuelle de la dernière année disponible (2023) de la station Atmo Hauts-de-France de fond la plus proche (« Tourcoing Houpline »)
Benzène	Moyenne annuelle de la dernière année disponible (2021) de la station Atmo Hauts-de-France la plus proche (« Lille Leeds »)
2 ETM (As, Ni)	Moyenne annuelle de la dernière année disponible (2022) de la station Atmo Hauts-de-France de fond la plus proche (« Marc-en-Barœul »)
BaP	Moyenne annuelle sur la dernière année disponible (2021) au niveau des deux stations de fond qui mesurent ce composé dans la région Hauts-de-France (« St-Laurent-Blangy » et « Malo-les-Bains »)
Autres ETM Autres HAP 1,3 butadiène	Médiane des concentrations de fond en France d'après la base de données Ineris ¹⁰ NB : la valeur pour le chrome VI est estimée à partir des concentrations de fond en chrome total d'après le ratio maximal déterminé par les études bibliographiques disponibles ¹¹

Tableau 21 : sources utilisées pour le bruit de fond

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des valeurs utilisées pour caractériser le bruit de fond :

Polluant	[C] µg/m³	Polluant	[C] µg/m³	Polluant	[C] µg/m³
NO ₂	16,5	Anthracène	0,00030	Dibenzo(a,h)anthracène	0,00004
Particules PM ₁₀	15,9	Benzo(a)anthracène	0,00020	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,00030
Particules PM _{2.5}	10,8	Benzo(a)pyrène	0,00014	Acénaphène	0,00030
Benzène	0,4	Benzo(b)fluoranthène	0,00040	Acénaphthylène	0,00030
1,3-butadiène	0,2	Benzo(k)fluoranthène	0,00020	Fluorène	0,00150
Arsenic	0,00039	Benzo(j)fluoranthène	0,00020	Fluoranthène	0,00180
Chrome VI	0,0000525	Benzo(ghi)pérylène	0,00040	Phénanthrène	0,00510
Nickel	0,00083	Chrysène	0,00040	Pyrène	0,00130

Tableau 22 : concentrations de fond utilisées

V.2 Résultats de la modélisation

V.2.1) Cartographies des concentrations

Les résultats sont présentés pour le NO₂, polluant le plus représentatif de la pollution liée au trafic routier :

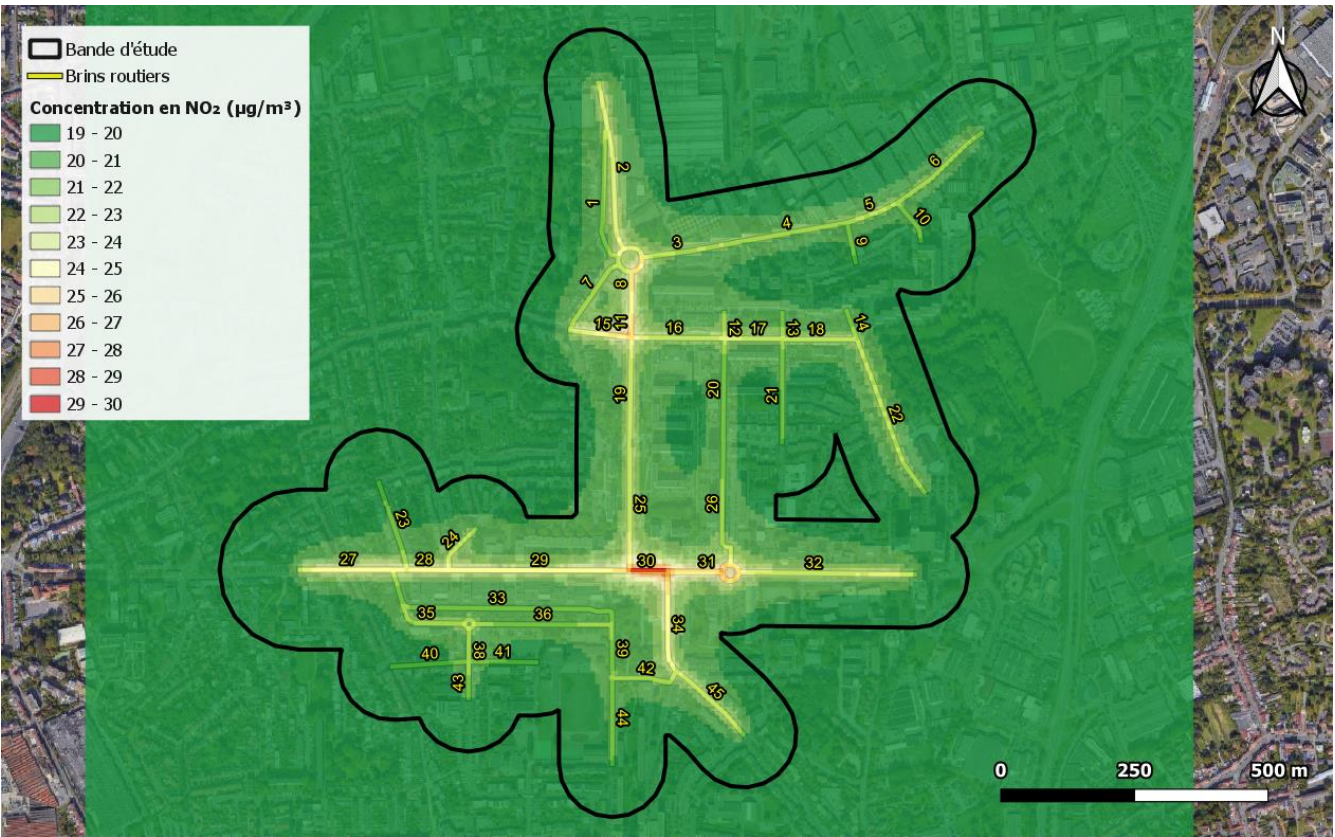


Figure 22 : concentration moyenne journalière en NO₂ – scénario actuel

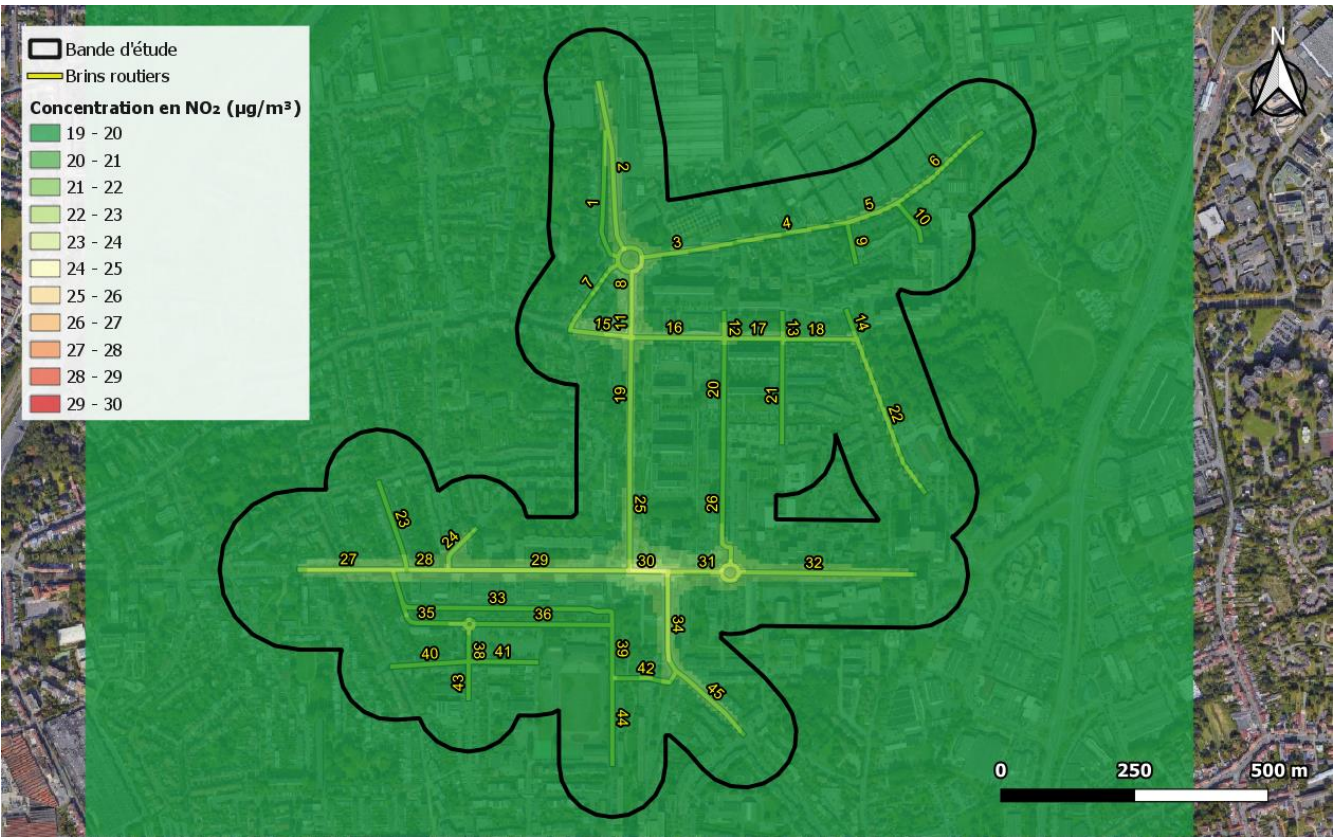


Figure 23 : concentration moyenne journalière en NO₂ – scénario futur sans projet

¹⁰ INERIS – Rapport d'étude n°DRC-08-94882-15772A – 10/04/2009 : Inventaire des données de bruit de fond dans l'air ambiant, l'air intérieur, les eaux de surface et les produits destinés à l'alimentation humaine en France.

¹¹ Tirez et al. (2011) : ratios CrVI/Cr de 2,6 à 3,5 % mesuré à proximité et à distance de sources anthropogéniques en région flamande, Belgique.

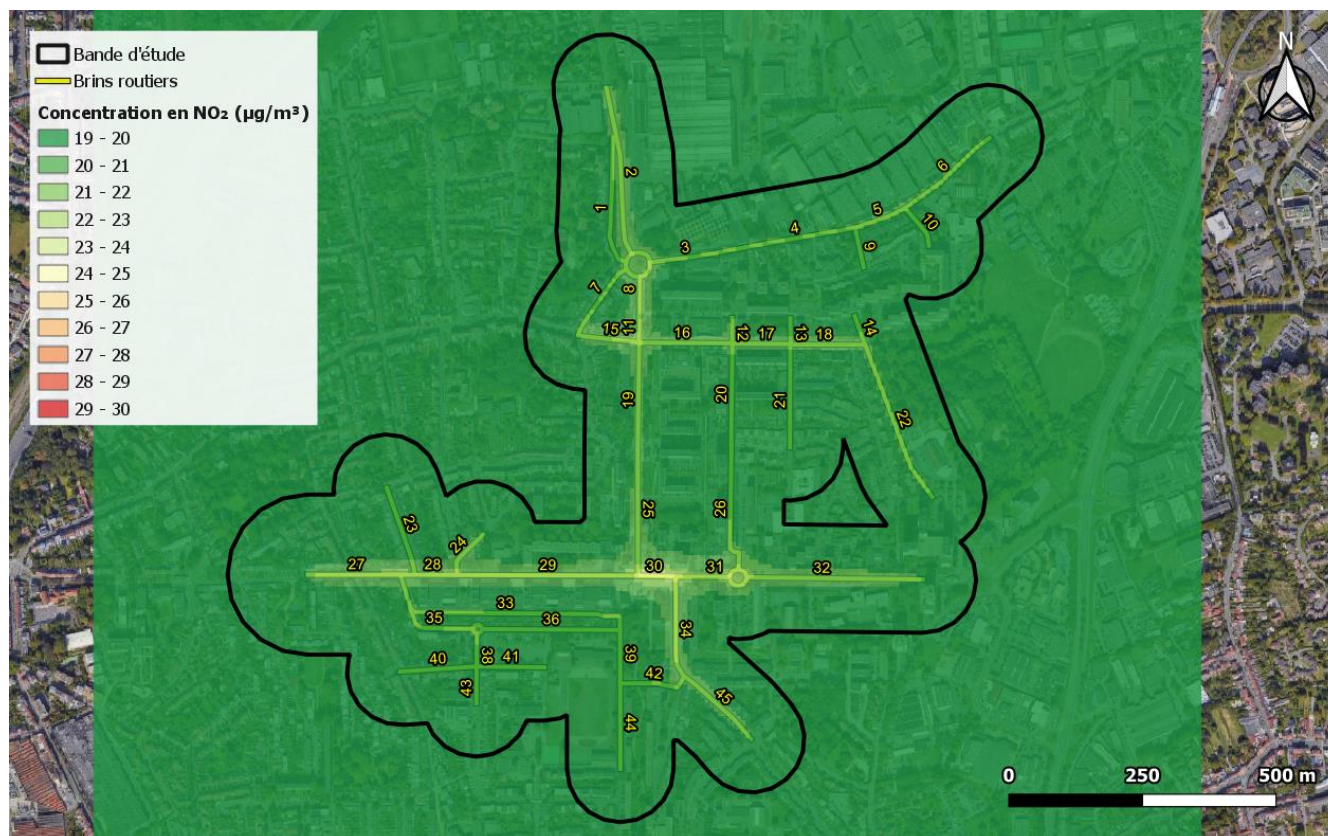


Figure 24 : concentration future moyenne journalière en NO₂ – scénario futur avec projet

A l'horizon 2037, les augmentations de concentrations en NO₂ les plus importantes entraînées par le projet sont observées au niveau de la rue du Maréchal Lyautey (section nord), au droit du boulevard Pierre Mendès France ou encore à l'intersection entre l'avenue Général de Gaulle et l'avenue Marc Sangnier. Les diminutions de concentrations les plus importantes sont observées au niveau de la rue du Maréchal Lyautey (section sud) du fait de sa piétonisation dans le scénario futur avec projet (report sur la section nord de la rue du Maréchal Lyautey).

V.2.2) Concentrations sur les points d'intérêt

Le tableau suivant présente les concentrations annuelles en NO₂ modélisées au niveau des différents points d'intérêts dans la bande d'étude :

Point d'intérêt	Concentration annuelle NO ₂ (µg/m³)			Variation (%)	
	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet	Actuel / futur avec projet	Futur avec / sans projet
Moyenne dans la bande d'étude	20,31	19,62	19,63	-3,3%	0,1%
Point le moins exposé (min)	19,41	19,32	19,32	-0,5%	0,0%
Point le plus exposé (max)	29,85	23,56	23,63	-20,8%	0,3%

Tableau 23 : concentrations moyennes en NO₂ sur les points d'intérêt

En moyenne dans la bande d'étude du projet, les données fournies par le tableau 23 indiquent une variation non significative des concentrations de NO₂ entre les scénarios futurs avec et sans projet (+0,1 %). Le point d'exposition minimale dans la bande d'étude présente une variation nulle, tandis que le point d'exposition maximale présente une légère augmentation de +0,3 % entre les deux scénarios futurs.

En revanche, il est constaté une diminution significative d'environ 21 % au niveau du point d'exposition maximal entre le scénario actuel et le scénario futur avec projet (et une diminution moyenne d'environ 3 % dans la bande d'étude).

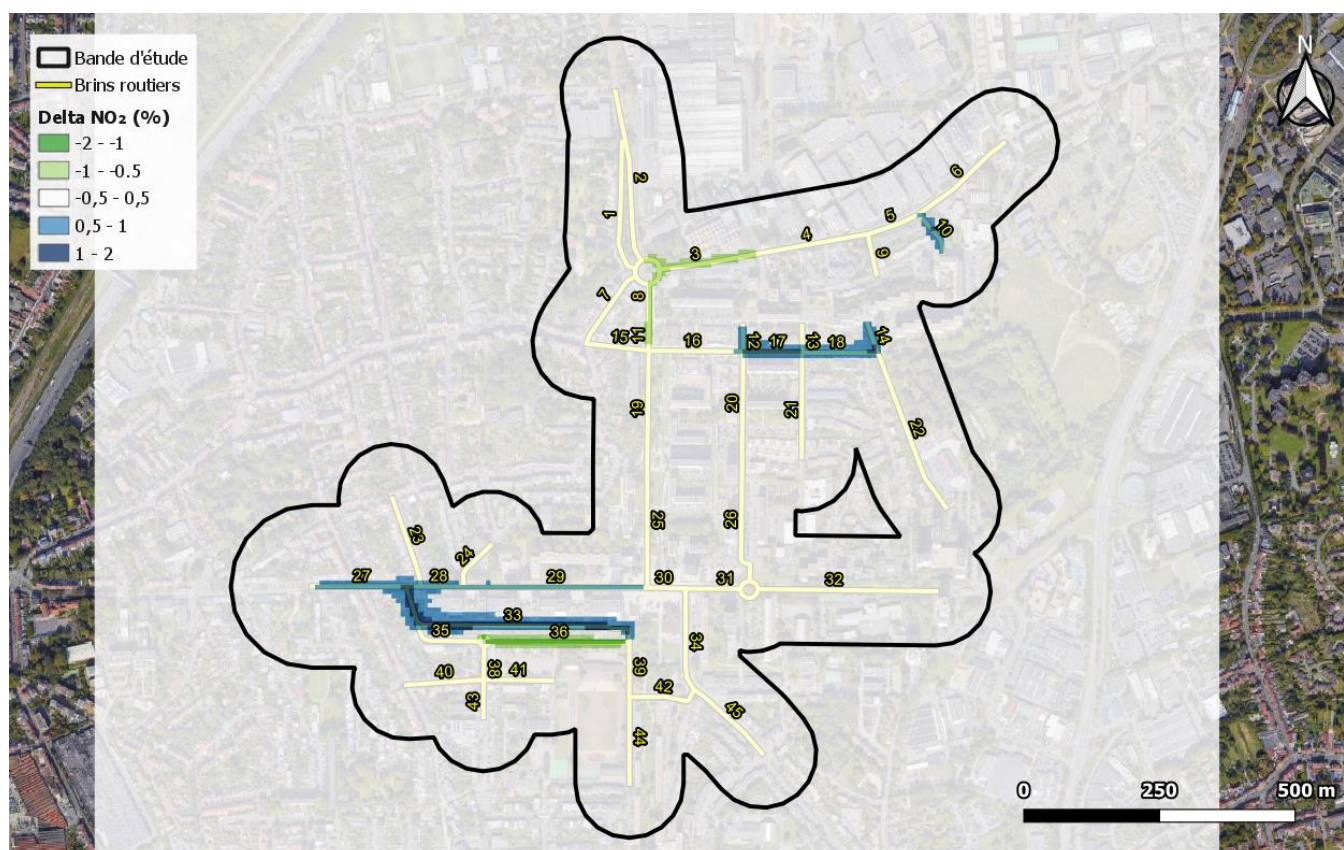


Figure 25 : variation des concentrations en NO₂ entre les scénarios futurs avec et sans projet

V.2.3) Indice IPP

Pour évaluer l'impact d'un projet sur les populations, le Cerema a développé une méthode qui consiste à croiser les concentrations modélisées et le nombre d'habitants sur la bande d'étude. Le produit « population x concentration » fournit ainsi un indicateur appelé IPP (indice pollution population) qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique. Cet indice est calculé pour le NO₂, conformément à la note technique du 22 février 2019, selon la formule suivante :

$$IPP = \sum_i IPP_i = \sum_i C_i \times P_i$$

Où : IPP_i est l'IPP à l'échelle d'une maille i ou d'un bâtiment i
 C_i est la concentration en NO₂ pour la maille élémentaire i ou pour le bâtiment i
 P_i est la population présente sur la maille élémentaire i ou dans le bâtiment i

L'INSEE met à disposition les données de population issues du dernier recensement (2019) à l'échelle de carreaux de 200 m de côté. Cette population est attribuée de façon homogène à chaque bâtiment présent dans la maille d'après la BD TOPO® IGN (2020). La population pour le scénario actuel et le scénario futur sans projet est considérée comme identique. Pour le scénario futur avec projet, la population est complétée par le nombre d'habitants supplémentaires au droit du projet.

Le projet est constitué de plusieurs ilots comprenant différents types d'habitation résidentielle, de la maison individuelle au logement collectif. Au total, il est attendu 353 logements (environ 171 logements au niveau de l'îlot Lyautey, 68 au niveau de l'îlot Coty, 46 au niveau de l'îlot Adenauer, 54 logements au niveau de l'îlot Brune et 14 au niveau de l'îlot Barry 2) pour une estimation de 777 habitants, d'après le ratio moyen de 2,2 habitants/logement de la ville de Mons-en-Barœul (source : INSEE 2020). Cette population supplémentaire est attribuée de façon homogène aux bâtiments à usage de logement prévus par le projet d'après le plan de masse fourni.

Le tableau suivant présente les valeurs de l'indice pollution/population, qui correspond à la somme des IPP sur l'ensemble du domaine d'étude :

	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet	Δ avec/sans projet
IPP NO ₂	306 578	299 231	303 588	+1,5 %

Tableau 24 : IPP selon les scénarios considérés

Le projet entraîne une **faible augmentation de l'IPP dans la bande d'étude (environ +1,5 %)**. Etant donné la faible variation des concentrations entre les scénarios futurs avec et sans projet, cette augmentation peut être majoritairement imputée à celle de la population (augmentation de la population due à la création de résidences sur des parcelles en majorité nues).

Pour illustrer la variation de l'IPP global, la figure suivante illustre le nombre d'habitants exposés par classe de concentration de NO₂ selon les scénarios considérés. Les classes de concentrations présentées correspondent aux centiles de 0 % (concentration minimale sur la zone d'étude) à 100 % (concentration maximale sur la zone d'étude) tous les 20 %.

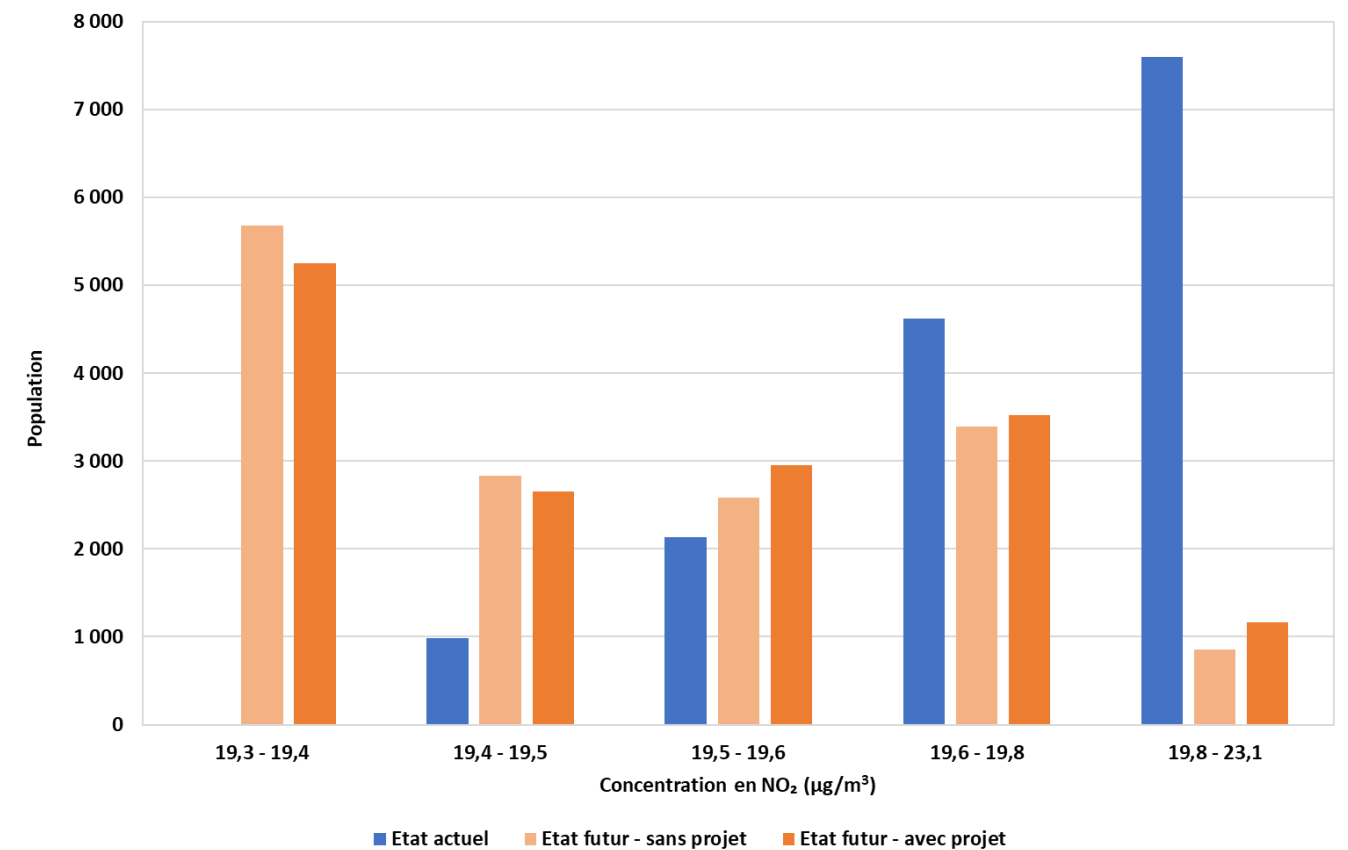


Figure 26 : histogrammes de distribution concentration/population pour le NO₂

Par rapport à la situation actuelle, les scénarios futurs sans projet et avec projet sont associés à une diminution significative du nombre de personnes exposées aux concentrations les plus fortes dans la zone d'étude (19,8 – 23,1 µg/m³) qui se reporte sur la classe de concentration la plus faible (19,3 – 19,4 µg/m³).

Par rapport au fil de l'eau à l'horizon 2037, le projet entraîne une légère augmentation du nombre d'habitants exposés aux classes de concentrations les plus fortes et une légère diminution sur les classes les plus faibles.

Ces populations restent exposées à des concentrations en NO₂ largement inférieures à la valeur réglementaire (40 µg/m³ en moyenne annuelle).

VI. EFFETS DU PROJET : EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

VI.1 Méthodologie

VI.1.1) Sites étudiés

Pour une étude de niveau II ou supérieur, le risque sanitaire de l'exposition par inhalation aux polluants atmosphériques est évalué au droit des sites vulnérables présents dans la bande d'étude. Les sites identifiés pour l'exposition par inhalation sont les suivants :

- 1) Crèche de l'Europe

2) Collège Francois Rabelais

3) Ecole Helene Boucher

4) Ecole des Provinces

5) Ecole Ronsard

6) Ecole maternelle Anne Frank

7) Ecole maternelle Lamartine
- 8) Ecole maternelle Le Petit Prince

9) Ecole maternelle Montaigne

10) Ecole maternelle Reine Astrid

11) Accueil de jour les Charmilles

12) Crèche Rigolo Comme La Vie

13) Crèche Joséphine Baker

14) Maison de la Petite Enfance

La figure suivante indique la localisation de ces sites par rapport à la bande d'étude :



Figure 27 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude

VI.1.2) Etapes de l'évaluation des risques sanitaires

Conformément aux préconisations de l'Institut National de Veille des risques Sanitaires (InVS) l'évaluation des risques sanitaires comprend quatre étapes :

- Identification des dangers par sélection des substances pouvant avoir un impact sur la santé ;
- Relation dose-réponse par recensement des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ;
- Estimation des expositions selon la voie, le temps et la concentration afin de calculer la concentration moyenne inhalée (CI) ;
- Caractérisation des risques par calcul d'indicateurs à comparer aux valeurs seuils afin de déterminer l'acceptabilité ou non du risque auquel la population est susceptible d'être soumise.

VI.1.3) Identification des dangers

La relation entre la dose d'exposition à la pollution et le risque sanitaire est établie à partir de valeurs toxicologiques de référence (VTR). Trois types de valeurs sont prises en compte :

- Pour les substances avec un **effet à seuil** (AS) : une VTR à la concentration en dessous de laquelle la survenue d'un effet n'est pas attendue (quotient de danger : QD).
- Pour les substances avec un **effet sans seuil** (SS) : une VTR désignant la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet par rapport à un individu non exposé (excès de risque unitaire : ERI).
- Pour les substances ne disposant de pas de VTR : la **valeur guide** (réglementaire ou sanitaire) correspondant à différentes durées d'exposition (cf. note méthodologique du 22/02/2019).

Le tableau ci-dessous présente le type de valeurs disponibles pour les polluants émis par le trafic routier selon la note technique du Cerema du 22 février 2019 :

Type d'exposition	Inhalation		
Type de valeur	VTR effet à seuil	VTR effet sans seuil	Valeur guide
Dioxyde d'azote			✓
PM ₁₀		✓	
PM _{2.5}		✓	
Benzène	✓	✓	
1,3 butadiène	✓	✓	
Chrome VI	✓	✓	
Nickel	✓	✓	
Arsenic	✓	✓	
Naphtalène	✓	✓	
Acénaphène		✓	
Acénaphtylène		✓	
Anthracène		✓	
Fluorène		✓	
Fluoranthène		✓	
Phénanthrène		✓	
Pyrène		✓	
Benzo(a)pyrène	✓	✓	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		✓	
Benzo(a)anthracène		✓	
Benzo(b)fluoranthène		✓	
Benzo(k)fluoranthène		✓	
Benzo(ghi)pérylène		✓	
Chrysène		✓	
Dibenzo(a,h)anthracène		✓	

Tableau 25 : recensement des valeurs disponibles

Les valeurs disponibles sont recherchées parmi les plus récentes dans les bases de données toxicologiques de l'INERIS, de l'agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) ainsi que des principaux organismes de référence internationaux. Les valeurs retenues sont présentées avant l'estimation des expositions et la caractérisation des risques pour chaque type de substances (sans seuil, à seuil et sans VTR).



VI.2 Caractérisation du risque par inhalation – substances à effet de seuil

VI.2.1) Principe

L'exposition par inhalation aux substances à effet de seuil est estimée à partir de la concentration moyenne inhalée selon la formule suivante : **CI = Ci x ti x F**

Avec :

- o Ci la concentration de polluant dans l'air inhalé correspondant à la concentration modélisée au droit de chaque site
- o ti la fraction du temps d'exposition pendant une journée dépendant du scénario d'exposition
- o F la fréquence d'exposition à la concentration Ci en nombre de jours par an dépendant du scénario d'exposition

En fonction du type de lieux, les paramètres d'exposition suivants sont considérés :

Type d'établissement	ti	F
Crèche ou lycée	0,3333 (8h/jour)	0,6923 (16 semaines de vacances)
Maternelle		
Elémentaire		
Collège		
Etablissement personnes âgées	1 (24h/jour)	1
Etablissement de santé		0,0153 (séjour moyen de 5,6 j/an) ¹²
Résidentiel		1

Tableau 26 : paramètres d'exposition

Le quotient de danger (QD) peut ainsi être calculé d'après le ratio entre la concentration d'exposition et la valeur toxicologique de référence, soit : **QD = CI / VTR**

Les VTR pour les substances à effet de seuil pour l'exposition par inhalation sont présentées dans le tableau suivant :

Substance	Valeur (µg/m³)	Organe cible	Source (date)
1,3-butadiène	2,00E+00	Reproducteur	ANSES (2020)
Benzène	1,00E+01	Immunitaire	ANSES (2008)
Chrome VI	3,00E-02	Respiratoire	OMS (2013)
Nickel	9,00E-02	Respiratoire	ATSDR (2005)
Naphtalène	3,70E-01	Respiratoire	ANSES (2013)
Arsenic	1,50E-02	Cerveau	OEHHA (2008)
Benzo(a)pyrène	2,00E-03	Fœtus	US-EPA (2017)

Tableau 27 : VTR à effets de seuil pour l'exposition par inhalation

Le risque sanitaire par exposition aux substances à effet de seuil est établi à partir du dépassement de la valeur limite de 1 : **QD > 1**

VI.2.2) Résultats

Le tableau ci-dessous présente les QD regroupés par organes cibles au droit de chaque site vulnérable considéré :

Site vulnérable		1		2		3		4		5	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	9,25E-03	9,25E-03	9,24E-03	9,24E-03	9,23E-03	9,23E-03	9,24E-03	9,24E-03	9,23E-03	9,23E-03
Reproducteur	1,3-butadiène	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02
Cerveau	Arsenic	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03
Fœtus	B(a)P	1,64E-02	1,65E-02	1,63E-02	1,63E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,63E-02	1,63E-02	1,62E-02	1,62E-02
Respiratoire	Chrome VI	5,72E-03	5,95E-03	4,76E-03	4,60E-03	1,53E-03	1,52E-03	4,93E-03	4,85E-03	1,65E-03	1,65E-03
	Nickel	2,14E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,13E-03	2,13E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,13E-03	2,13E-03
	Naphtalène	2,09E-05	2,35E-05	1,23E-05	1,26E-05	6,90E-06	6,96E-06	1,28E-05	1,31E-05	8,03E-06	8,13E-06
	Total	7,88E-03	8,11E-03	6,91E-03	6,75E-03	3,67E-03	3,66E-03	7,08E-03	7,00E-03	3,80E-03	3,79E-03
Delta projet		0,43%		-0,25%		-0,01%		-0,11%		-0,01%	

Site vulnérable		6		7		8		9		10	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	9,23E-03	9,23E-03	9,24E-03	9,24E-03	9,25E-03	9,25E-03	9,23E-03	9,24E-03	9,23E-03	9,23E-03
Reproducteur	1,3-butadiène	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02
Cerveau	Arsenic	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03
Fœtus	B(a)P	1,62E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,64E-02	1,64E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,62E-02
Respiratoire	Chrome VI	1,20E-03	1,20E-03	3,17E-03	3,15E-03	8,81E-03	9,20E-03	1,90E-03	1,96E-03	1,37E-03	1,37E-03
	Nickel	2,13E-03	2,13E-03	2,13E-03	2,13E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,13E-03	2,13E-03	2,13E-03	2,13E-03
	Naphtalène	6,41E-06	6,45E-06	1,01E-05	1,03E-05	2,03E-05	2,18E-05	8,26E-06	8,71E-06	7,26E-06	7,35E-06
	Total	3,34E-03	3,34E-03	5,32E-03	5,30E-03	1,10E-02	1,14E-02	4,04E-03	4,10E-03	3,51E-03	3,51E-03
Delta projet		-0,01%		-0,03%		0,63%		0,11%		0,00%	

Site vulnérable		11		12		13		14	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	9,23E-03	9,23E-03	9,24E-03	9,24E-03	9,25E-03	9,25E-03	9,26E-03	9,26E-03
Reproducteur	1,3-butadiène	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02
Cerveau	Arsenic	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03	6,00E-03
Fœtus	B(a)P	1,62E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,63E-02	1,64E-02	1,64E-02	1,65E-02	1,65E-02
Respiratoire	Chrome VI	1,38E-03	1,37E-03	3,13E-03	3,11E-03	6,62E-03	6,86E-03	1,30E-02	1,29E-02
	Nickel	2,13E-03	2,13E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,14E-03	2,14E-03
	Naphtalène	7,28E-06	7,35E-06	1,07E-05	1,08E-05	1,75E-05	1,85E-05	2,41E-05	2,38E-05
	Total	3,52E-03	3,52E-03	5,28E-03	5,25E-03	8,78E-03	9,01E-03	1,52E-02	1,51E-02
Delta projet		-0,01%		-0,04%		0,40%		-0,10%	

Tableau 28 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste

Le projet entraîne une variation de la somme des QD allant de -0,25 à +0,63 % selon les sites considérés. Aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1, indiquant **l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil** sur tous les sites vulnérables exposés.

¹² OCDE (2019). Panorama de la santé 2019 : Les indicateurs de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris.

¹³ Institut de Veille Sanitaire - Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement.



VI.3 Caractérisation du risque par inhalation – substances sans effet de seuil

VI.3.1) Principe

L'exposition par inhalation aux substances sans effet de seuil est estimée à partir de la concentration moyenne inhalée (CI) selon la formule suivante : $CI = C_i \times t_i \times F \times T / T_m$

Avec :
 C_i la concentration de polluant dans l'air inhalé correspondant à la concentration modélisée au droit de chaque site vulnérable
 t_i la fraction du temps d'exposition pendant une journée dépendant du scénario d'exposition
 F la fréquence d'exposition à la concentration C_i en nombre de jours par an dépendant du scénario d'exposition
 T la durée d'exposition à la concentration C_i dépendant du type d'effet
 T_m la durée sur laquelle l'exposition est moyennée dépendant du type d'effet, prise par convention égale à 70 ans

En fonction du type de lieux, les paramètres d'exposition suivants sont considérés :

Type d'établissement	t_i	F	T	T_m
Crèche ou lycée	0,3333 (8h/jour)	0,6923 (16 semaines de vacances)	3	70
Maternelle			5	
Elémentaire			4	
Collège			3 ¹⁴	
Etablissement personnes âgées	1 (24h/jour)	1	70	
Etablissement de santé		0,0153 (séjour moyen de 5,6 par an) ¹⁵	70	
Résidentiel	0,67 (16h/jour) ¹⁶	1	16,7 ¹⁷	

Tableau 29 : paramètres d'exposition

L'excès de risque individuel (ERI), correspondant à la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, peut ainsi être calculé d'après le produit de la concentration d'exposition et de la valeur toxicologique, soit : $ERI = CI \times VTR$. Les valeurs retenues pour les substances sans effet de seuil sont présentées dans le tableau suivant :

Substance	Valeur (µg/m³) ⁻¹	Source	Substance	Valeur (µg/m³) ⁻¹	Source
Particules PM ₁₀	1,88E-02 ¹⁸	ANSES (2023)	Fluoranthène	6,00E-07	INERIS (2018)
Particules PM _{2,5}	1,28E-02	ANSES (2023)	Phénanthrène	6,00E-07	INERIS (2018)
Benzène	2,60E-05	ANSES (2014)	Pyrène	6,00E-07	INERIS (2018)
1,3 butadiène	7,50E-07	ANSES (2023)	Benzo(a)pyrène	6,00E-04	INERIS (2018)
Chrome VI	4,00E-02	IPCS (2013)	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,20E-03	INERIS (2018)
Nickel	1,70E-04	TCEQ (2011)	Benzo(a)anthracène	6,00E-05	INERIS (2018)
Arsenic	1,50E-04	TCEQ (2012)	Benzo(b)fluoranthène	6,00E-05	INERIS (2018)
Naphtalène	5,60E-06	INERIS (2018)	Benzo(k)fluoranthène	6,00E-05	INERIS (2018)
Acénaphthène	6,00E-07	INERIS (2018)	Benzo(ghi)pérylène	6,00E-06	INERIS (2018)
Acénaphthylène	6,00E-07	INERIS (2018)	Chrysène	6,00E-06	INERIS (2018)
Anthracène	6,00E-06	INERIS (2018)	Dibenzo(a,h)anthracène	6,00E-04	INERIS (2018)
Fluorène	6,00E-07	INERIS (2018)			

Tableau 30 : VTR sans effet de seuil pour l'exposition par inhalation

Le risque sanitaire par exposition aux substances sans effet de seuil est établi à partir du dépassement de la valeur limite de 1.10^{-5} : $ERI > 1.10^{-5}$ pour la somme de l'ensemble des composés.

Pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, Il n'existe pas à ce jour de consensus ou recommandations sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant¹⁹. L'acceptabilité est définie à partir de l'ERI correspondant aux valeurs guides OMS (15 µg/m³ pour les PM₁₀ et 5 µg/m³ pour les PM_{2,5}), soit $ERI > 3,5.10^{-1}$ dans le cadre de cette étude.

¹⁴ DREES (2018). Etudes et résultats – L'EHPAD, dernier lieu de vie pour un quart des personnes décédées en France en 2015.
¹⁵ OCDE (2019). Panorama de la santé 2019 : Les indicateurs de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris.
¹⁶ InVS (2010). Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement.
¹⁷ INSEE (2017). Les conditions de logement en France.
¹⁸ Conformément à l'avis de l'ANSES du 12/01/2023 relatif à la recommandation de VTR par voie respiratoire pour l'exposition à long terme aux particules de l'air ambiant extérieur (PM_{2,5}), la VTR applicable aux PM₁₀ est prise d'après le ratio « PM₁₀/PM_{2,5} » déterminé sur les concentrations de fond au niveau de la zone d'étude.
¹⁹ ANSES. Valeurs toxicologiques de référence, les particules de l'air ambiant extérieur, rapport d'expertise collective, janvier 2023.

VI.3.2) Résultats

Les tableaux ci-dessous présentent les ERI pour chaque polluant ainsi que leur somme en fonction des niveaux d'acceptabilité du risque :

Site vulnérable	1		2		3		4		5	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	1,03E-07	1,03E-07	1,37E-07	1,37E-07	1,71E-07	1,71E-07	1,72E-07	1,72E-07	1,71E-07	1,71E-07
1,3 butadiène	1,48E-09	1,48E-09	1,98E-09	1,98E-09	2,47E-09	2,47E-09	2,47E-09	2,47E-09	2,47E-09	2,47E-09
Chrome VI	2,94E-07	3,06E-07	3,26E-07	3,16E-07	1,31E-07	1,30E-07	4,22E-07	4,16E-07	1,42E-07	1,41E-07
Nickel	1,40E-09	1,40E-09	1,87E-09	1,87E-09	2,33E-09	2,33E-09	2,33E-09	2,33E-09	2,33E-09	2,33E-09
Arsenic	5,79E-10	5,79E-10	7,71E-10	7,71E-10	9,64E-10	9,64E-10	9,64E-10	9,64E-10	9,64E-10	9,64E-10
Naphtalène	1,86E-10	2,09E-10	1,46E-10	1,49E-10	1,02E-10	1,03E-10	1,89E-10	1,94E-10	1,19E-10	1,20E-10
Acénaphthène	1,89E-12	1,91E-12	2,44E-12	2,44E-12	2,99E-12	2,99E-12	3,06E-12	3,06E-12	3,00E-12	3,00E-12
Acénaphthylène	1,86E-12	1,88E-12	2,42E-12	2,43E-12	2,98E-12	2,98E-12	3,03E-12	3,04E-12	2,99E-12	2,99E-12
Anthracène	1,84E-11	1,85E-11	2,41E-11	2,41E-11	2,98E-11	2,98E-11	3,01E-11	3,02E-11	2,99E-11	2,99E-11
Fluorène	8,93E-12	8,94E-12	1,19E-11	1,19E-11	1,48E-11	1,48E-11	1,49E-11	1,49E-11	1,48E-11	1,48E-11
Fluoranthène	1,09E-11	1,09E-11	1,44E-11	1,44E-11	1,78E-11	1,78E-11	1,80E-11	1,80E-11	1,79E-11	1,79E-11
Phénanthrène	3,08E-11	3,09E-11	4,07E-11	4,07E-11	5,05E-11	5,05E-11	5,09E-11	5,09E-11	5,06E-11	5,06E-11
Pyrène	7,87E-12	7,90E-12	1,04E-11	1,04E-11	1,29E-11	1,29E-11	1,30E-11	1,30E-11	1,29E-11	1,29E-11
Benzo(a)pyrène	8,44E-10	8,46E-10	1,12E-09	1,12E-09	1,39E-09	1,39E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,39E-09	1,39E-09
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3,59E-09	3,60E-09	4,77E-09	4,77E-09	5,94E-09	5,94E-09	5,96E-09	5,96E-09	5,94E-09	5,95E-09
Benzo(a)anthracène	1,21E-10	1,21E-10	1,60E-10	1,60E-10	1,98E-10	1,98E-10	2,00E-10	2,00E-10	1,98E-10	1,99E-10
Benzo(b)fluoranthène	2,39E-10	2,40E-10	3,18E-10	3,18E-10	3,96E-10	3,96E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,96E-10	3,96E-10
Benzo(k)fluoranthène	1,20E-10	1,20E-10	1,59E-10	1,59E-10	1,98E-10	1,98E-10	1,99E-10	1,99E-10	1,98E-10	1,98E-10
Benzo(ghi)pérylène	2,41E-11	2,41E-11	3,19E-11	3,19E-11	3,96E-11	3,96E-11	3,98E-11	3,98E-11	3,97E-11	3,97E-11
Chrysène	2,41E-11	2,42E-11	3,19E-11	3,19E-11	3,96E-11	3,96E-11	3,99E-11	3,99E-11	3,97E-11	3,97E-11
Dibenzo(a,h)anthracène	2,39E-10	2,40E-10	3,18E-10	3,18E-10	3,96E-10	3,96E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,96E-10	3,96E-10
Total	4,06E-07	4,18E-07	4,75E-07	4,65E-07	3,17E-07	3,16E-07	6,09E-07	6,02E-07	3,28E-07	3,27E-07
Delta projet	2,83%		-2,28%		-0,20%		-1,03%		-0,15%	

Site vulnérable	6		7		8		9		10	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07
1,3 butadiène	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09
Chrome VI	6,19E-08	6,16E-08	1,63E-07	1,62E-07	4,53E-07	4,73E-07	9,76E-08	1,01E-07	7,05E-08	7,04E-08
Nickel	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09
Arsenic	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10
Naphtalène	5,69E-11	5,73E-11	8,98E-11	9,19E-11	1,80E-10	1,93E-10	7,34E-11	7,74E-11	6,45E-11	6,53E-11
Acénaphthène	1,79E-12	1,79E-12	1,82E-12	1,82E-12	1,89E-12	1,90E-12	1,80E-12	1,81E-12	1,80E-12	1,80E-12
Acénaphthylène	1,79E-12	1,79E-12	1,81E-12	1,81E-12	1,86E-12	1,87E-12	1,80E-12	1,80E-12	1,79E-12	1,79E-12
Anthracène	1,79E-11	1,79E-11	1,80E-11	1,80E-11	1,83E-11	1,84E-11	1,79E-11	1,79E-11	1,79E-11	1,79E-11
Fluorène	8,90E-12	8,90E-12	8,91E-12	8,91E-12	8,93E-12	8,93E-12	8,91E-12	8,91E-12	8,91E-12	8,91E-12
Fluoranthène	1,07E-11	1,07E-11	1,08E-11	1,08E-11	1,09E-11	1,09E-11	1,07E-11	1,07E-11	1,07E-11	1,07E-11
Phénanthrène	3,03E-11	3,03E-11	3,04E-11	3,04E-11	3,08E-11	3,08E-11	3,04E-11	3,04E-11	3,03E-11	3,03E-11
Pyrène	7,73E-12	7,73E-12	7,77E-12	7,77E-12	7,87E-12	7,88E-12	7,75E-12	7,75E-12	7,74E-12	7,74E-12
Benzo(a)pyrène	8,32E-10	8,32E-10	8,35E-10	8,35E-10	8,44E-10	8,45E-10	8,34E-10	8,34E-10	8,33E-10	8,33E-10
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3,56E-09	3,56E-09	3,57E-09	3,57E-09	3,59E-09	3,60E-09	3,57E-09	3,57E-09	3,57E-09	3,57E-09
Benzo(a)anthracène	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,21E-10	1,21E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10
Benzo(b)fluoranthène	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,39E-10	2,39E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10
Benzo(k)fluoranthène	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,20E-10	1,20E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10
Benzo(ghi)pérylène	2,38E-11	2,38E-11	2,38E-11	2,38E-11	2,40E-11	2,41E-11	2,38E-11	2,38E-11	2,38E-11	2,38E-11
Chrysène	2,38E-11	2,38E-11	2,39E-11	2,39E-11	2,41E-11	2,41E-11	2,38E-11	2,38E-11	2,38E-11	2,38E-11
Dibenzo(a,h)anthracène	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,39E-10	2,40E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10
Total	1,74E-07	1,73E-07	2,75E-07	2,74E-07	5,65E-07	5,85E-07	2,09E-07	2,12E-07	1,82E-07	1,82E-07
Delta projet	-0,18%		-0,38%		3,51%		1,44%		-0,07%	



Site vulnérable	11		12		13		14	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07	1,03E-07
1,3 butadiène	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09
Chrome VI	7,10E-08	7,07E-08	1,61E-07	1,60E-07	3,41E-07	3,53E-07	6,68E-07	6,65E-07
Nickel	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,40E-09
Arsenic	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10	5,79E-10
Naphtalène	6,46E-11	6,53E-11	9,51E-11	9,63E-11	1,55E-10	1,65E-10	2,14E-10	2,12E-10
Acénaphène	1,80E-12	1,80E-12	1,82E-12	1,82E-12	1,87E-12	1,87E-12	1,91E-12	1,91E-12
Acénaphthylène	1,79E-12	1,79E-12	1,81E-12	1,81E-12	1,84E-12	1,85E-12	1,88E-12	1,88E-12
Anthracène	1,79E-11	1,79E-11	1,80E-11	1,80E-11	1,82E-11	1,83E-11	1,85E-11	1,85E-11
Fluorène	8,91E-12	8,91E-12	8,91E-12	8,91E-12	8,93E-12	8,93E-12	8,94E-12	8,94E-12
Fluoranthène	1,07E-11	1,07E-11	1,08E-11	1,08E-11	1,09E-11	1,09E-11	1,09E-11	1,09E-11
Phénanthrène	3,03E-11	3,03E-11	3,04E-11	3,05E-11	3,07E-11	3,07E-11	3,09E-11	3,09E-11
Pyrène	7,74E-12	7,74E-12	7,77E-12	7,77E-12	7,84E-12	7,85E-12	7,91E-12	7,90E-12
Benzo(a)pyrène	8,33E-10	8,33E-10	8,36E-10	8,36E-10	8,41E-10	8,42E-10	8,47E-10	8,47E-10
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3,57E-09	3,57E-09	3,57E-09	3,57E-09	3,59E-09	3,59E-09	3,60E-09	3,60E-09
Benzo(a)anthracène	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,20E-10	1,21E-10	1,21E-10	1,21E-10
Benzo(b)fluoranthène	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,39E-10	2,39E-10	2,40E-10	2,40E-10
Benzo(k)fluoranthène	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,19E-10	1,20E-10	1,20E-10	1,21E-10	1,20E-10
Benzo(ghi)peryène	2,38E-11	2,38E-11	2,39E-11	2,39E-11	2,40E-11	2,40E-11	2,41E-11	2,41E-11
Chrysène	2,38E-11	2,38E-11	2,39E-11	2,39E-11	2,40E-11	2,41E-11	2,42E-11	2,42E-11
Dibenzo(a,h)anthracène	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,38E-10	2,39E-10	2,39E-10	2,40E-10	2,40E-10
Total	1,83E-07	1,82E-07	2,73E-07	2,72E-07	4,53E-07	4,65E-07	7,81E-07	7,77E-07
Delta projet	-0,17%		-0,45%		2,66%		-0,43%	

Tableau 31 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable de 1.10^{-5}

Le projet entraîne une variation des ERI allant de -2,3 % à +3,5 % selon les sites considérés. **Le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de 1.10^{-5} est respecté au niveau de tous les sites et pour tous les scénarios.**

Site	1		2		3		4		5	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
PM ₁₀	3,00E-03	3,01E-03	3,97E-03	3,97E-03	4,95E-03	4,95E-03	4,97E-03	4,97E-03	4,95E-03	4,95E-03
PM _{2,5}	1,38E-03	1,38E-03	1,83E-03	1,83E-03	2,28E-03	2,28E-03	2,29E-03	2,29E-03	2,28E-03	2,28E-03
Total	4,38E-03	4,39E-03	5,81E-03	5,81E-03	7,23E-03	7,23E-03	7,27E-03	7,27E-03	7,24E-03	7,24E-03
Delta projet	0,16%		0,01%		0,00%		0,02%		0,01%	

Site	6		7		8		9		10	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
PM ₁₀	2,97E-03	2,97E-03	2,98E-03	2,98E-03	3,01E-03	3,01E-03	2,97E-03	2,97E-03	2,97E-03	2,97E-03
PM _{2,5}	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,38E-03	1,39E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03
Total	4,34E-03	4,34E-03	4,35E-03	4,35E-03	4,39E-03	4,40E-03	4,34E-03	4,34E-03	4,34E-03	4,34E-03
Delta projet	0,00%		0,02%		0,13%		0,02%		0,01%	

Site	11		12		13		14	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
PM ₁₀	2,97E-03	2,97E-03	2,98E-03	2,98E-03	3,00E-03	3,00E-03	3,02E-03	3,02E-03
PM _{2,5}	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,37E-03	1,38E-03	1,38E-03	1,39E-03	1,39E-03
Total	4,34E-03	4,34E-03	4,35E-03	4,35E-03	4,38E-03	4,38E-03	4,41E-03	4,41E-03
Delta projet	0,00%		0,01%		0,09%		-0,03%	

Tableau 32 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}

Le projet entraîne une variation des ERI allant de -0,03 à +0,16 % selon les sites considérés. **Le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de $3,5 \cdot 10^{-1}$, établi d'après les valeurs OMS pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, est respecté sur tous les sites et pour tous les scénarios.**

VI.4 Caractérisation du risque par inhalation – substances sans VTR

VI.4.1) Principe

Le dioxyde d'azote (NO₂) ne présente pas de VTR. Conformément à la note technique du 22/02/2019, les effets sanitaires de ce polluant sont évalués par comparaison directe des concentrations modélisées aux valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Les valeurs disponibles sont présentées dans le tableau suivant :

Période d'exposition	Valeur limite (µg/m³)
1 an	10
1 jour	25
1 heure	200

Tableau 33 : valeurs guides pour le NO₂ (expositions chronique et aigue)

Les concentrations en moyenne annuelle sont issues des résultats modélisés en considérant une exposition continue sur chaque site. Les concentrations en moyenne journalière et en moyenne horaire sont prises d'après la valeur maximale modélisée sur chacun de ces pas de temps.

VI.4.2) Résultats

NO ₂ (µg/m³)	1		2		3		4		5		Valeur OMS 2021	Valeur limite réglementaire
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet		
1 an	19,7	19,8	19,5	19,5	19,3	19,3	19,5	19,5	19,4	19,4	10	40
1 jour	20,4	20,6	20,2	20,2	19,9	19,9	20,0	20,0	19,6	19,7	25	-
1 heure	21,4	21,5	20,8	20,9	20,4	20,5	20,8	20,8	20,1	20,2	200	200

NO ₂ (µg/m³)	6		7		8		9		10		Valeur OMS 2021	Valeur limite réglementaire
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet		
1 an	19,3	19,3	19,4	19,4	19,8	19,8	19,4	19,4	19,3	19,3	10	40
1 jour	19,7	19,7	19,7	19,7	20,6	20,8	19,6	19,6	19,6	19,6	25	-
1 heure	20,1	20,1	20,2	20,2	21,2	21,5	20,0	20,1	20,1	20,1	200	200

NO ₂ (µg/m³)	11		12		13		14		Valeur OMS 2021	Valeur limite réglementaire
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet		
1 an	19,3	19,3	19,5	19,5	19,7	19,7	19,9	19,9	10	40
1 jour	19,6	19,6	19,8	19,8	20,2	20,3	21,1	21,0	25	-
1 heure	20,0	20,0	20,4	20,3	21,2	21,3	22,2	22,2	200	200

Tableau 34 : comparaison des concentrations aux valeurs guides et réglementaires

La mise en service du projet entraîne de faibles variations des concentrations en NO₂ estimées au droit de chaque site vulnérable par rapport au fil de l'eau. Néanmoins un **dépassement de la recommandation annuelle de l'OMS** (10 µg/m³) est observé sur tous les sites quel que soit le scénario. Ce dépassement est lié au bruit de fond considéré dans la zone d'étude (16,5 µg/m³) qui dépasse à lui seul la valeur guide. En effet, un dépassement systématique de cette valeur peut être attendu sur tous les projets en zone urbanisée (d'après les données Atmo Hauts-de-France, la moyenne des concentrations en NO₂ au niveau des stations de fond urbain en Hauts-de-France pour l'année 2023 est de 12,1 µg/m³).

En revanche, **aucun dépassement des valeurs OMS horaires et quotidiennes, ni de la valeur réglementaire** n'est observé.

VII. MESURES D'EVITEMENT DE REDUCTION OU DE COMPENSATION

VII.1 En phase programmation/conception de projet

La pollution atmosphérique émise par le trafic routier est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Plusieurs types d'actions ont été envisagées pour limiter la pollution à proximité d'une voie donnée : haies végétales, murs anti-bruit, revêtements photocatalytiques... Cependant le retour d'expérience sur leur mise en œuvre²⁰ n'indique pas d'effets certains ou systématiques sur la qualité de l'air au niveau des populations exposées, c'est pourquoi ce type d'aménagement seul ne peut être recommandé comme moyen efficace de lutte contre la pollution atmosphérique. Afin de réduire globalement l'exposition des populations, différentes mesures de précaution et de prévention peuvent toutefois être préconisées :

Agir sur les émissions à la source :

- Dans le secteur des transports : les émissions polluantes peuvent être réduites par une modification des conditions de circulation (limiter les vitesses dans la zone du projet, favoriser les modes de circulation apaisée, modes actifs...). Des circuits de mobilité douce ou des aménagements valorisant les transports publics (implantation de stations de transports en commun, parking covoiturage, voies dédiées aux bus) pourront ainsi être intégrés dans la conception du projet afin que celui-ci s'inscrive pleinement en cohérence avec les différents plans de prévention de la pollution atmosphérique, notamment avec les cibles du PDU.
- Dans le secteur résidentiel : les émissions polluantes liées aux équipements de chauffage peuvent être réduites indirectement par une isolation thermique efficace des bâtiments. Des propositions de remplacement ou de rénovation des systèmes de chauffage anciens peu performants ou des unités de production peuvent également être intégrés dans le cas d'un projet de rénovation urbaine.

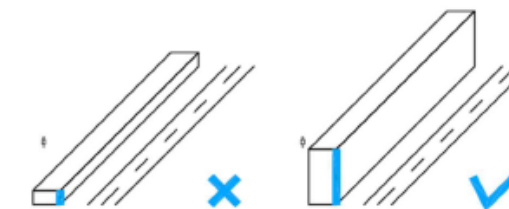
Réduire l'exposition des populations et éviter les situations à risques :

- Prévoir un éloignement des bâtiments accueillant des populations vulnérables par rapport aux axes routiers où le trafic est le plus important (mise en place d'une zone « tampon »). Cette zone tampon peut être constituée par des espaces végétalisés (obstacles horizontaux) favorisant la dispersion, ou des bâtiments moins sensibles (obstacles verticaux). La création d'un parc ou d'une zone de circulation douce est possible mais l'activité prolongée sur ces espaces ne doit pas être encouragée. Par ailleurs l'ADEME préconise l'implantation de variétés et de structures de végétation diversifiées afin de contribuer à la biodiversité locale et de limiter la sensibilité aux maladies et aux parasites²¹. Le choix d'essences d'arbres résistantes à la pollution et peu émettrices de COV est à privilégier. Il est ainsi conseillé d'éviter les espèces suivantes : chêne, robinier, platane, peuplier, saule, sapin Douglas, pin sylvestre, pin parasol.
- Intégrer une signalétique sur la zone du projet afin d'orienter les parcours actifs et sportifs vers les espaces les moins exposés à la pollution (ex : éviter les talus boisés à proximité d'un axe à fort trafic pour les parcours sportifs).
- Limiter l'impact de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments : les prises d'air neuf doivent être positionnées sur les emplacements les plus éloignés des sources de pollution (en toiture ou sur les façades les moins exposées aux voies de circulation). Pour les ventilations double flux, le dimensionnement d'une filtration adaptée au niveau des centrales de traitement de l'air permet également de réduire l'introduction de polluants extérieurs.

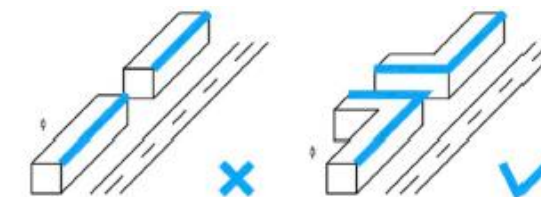
Lorsque ces conceptions ne sont pas réalisables pour un bâtiment à usage résidentiel, il est recommandé de limiter les ouvrants des pièces de vie principales (salon, chambre) au niveau des façades les plus exposées aux voies de circulation en les positionnant côté cœur d'îlot.

- Concevoir des formes architecturales spécifiques favorisant la limitation ou la dispersion des polluants atmosphériques :

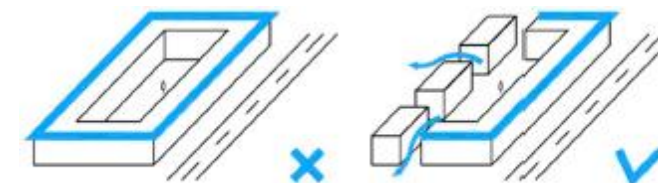
Pour créer une occlusivité par rapport aux sites vulnérables, privilégier la hauteur et la continuité du premier front bâti le long des axes routiers à fort trafic.



Pour préserver la qualité de l'air en cœur d'îlot, favoriser le retournement des fronts bâtis continus le long des voiries secondaires.



Pour favoriser la circulation de l'air et la dispersion des polluants, créer une discontinuité dans les fronts bâtis et varier la hauteur des bâtiments côté cœur d'îlot.



Pour éviter l'accumulation de polluants, limiter la création de rues canyon (rues étroites bordées en continu par de grands bâtiments) en recherchant a minima un rapport « largeur de rue » / « hauteur de bâtiments » supérieur à 1,5.

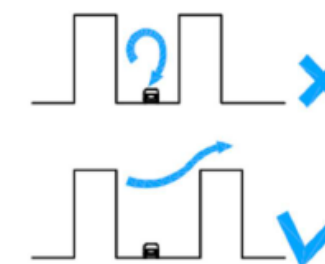


Figure 28 : recommandations générales d'aménagements favorisant la dispersion de polluants

Pour valider l'impact de ces mesures, la réalisation d'une modélisation 3D peut être envisagée afin de déterminer plus finement l'impact du bâti sur la dispersion locale des polluants. En effet, en fonction des différents paramètres de dispersion, les mesures prises pour tenter de réduire l'exposition des populations à la pollution atmosphérique peuvent parfois avoir l'effet inverse. Certaines mesures de réduction cumulées peuvent également amener à des effets antagonistes.

²⁰ ADEME, B. Forestier, F. Cape. 2016. Impacts des aménagements routiers sur la pollution atmosphérique – Etat de l'art des études traitant de l'impact des aménagements routiers (solutions anti-bruit, solutions spécifiques) sur la pollution atmosphérique.

²¹ ROUSSEAUX Olivia, AIA Life Designers, PRADELLE Frédéric, Ramboll France, Vincent JACOB, AIA Life Designers, DEQUIEDT Frédérique, Plaine Commune, ECK Mélanie, Plaine Commune. 2022. Modéliser la qualité de l'air dans un secteur d'urbanisation contraint, Recommandations d'aménagement pour minimiser les impacts de la pollution de l'air sur la population de Plaine Commune. Rapport. 84 pages.

VII.2 En phase chantier

La phase chantier d'un projet d'aménagement comprend de nombreuses sources de pollutions atmosphériques, notamment :

- L'échappement des machines et engins de chantier qui entraînent principalement des émissions de NO₂, CO, hydrocarbures et particules fines.
- Les émissions de poussières plus grossières générées par les travaux de terrassement, d'excavation ou de démolition, du transport et de l'entreposage de matériaux, la circulation et l'utilisation de véhicules, machines et engins (remise en suspension) sur les pistes, les opérations de soudage ou découpage de matériaux...
- Les émissions liées à l'emploi de solvants ou de produits à base de solvants qui engendrent des émissions significatives de COV.
- L'application et l'emploi de bitume pour la très grande majorité des revêtements de sols (voies de circulation, trottoirs, parking...) qui entraînent notamment des émissions de particules fines, de COV et de HAP.

L'identification de l'ensemble des sources les plus polluantes du chantier permet ensuite de mettre en œuvre des mesures de réduction des impacts pour chaque source de pollution, comme par exemple :

- Utiliser des véhicules récents équipés de filtres à particules (FAP). Les FAP permettent d'éliminer au moins 95 % en masse et 99,7 % en nombre des particules de plus de 23 nm (100 fois plus petites que le seuil des PM_{2,5}) émises par les moteurs diesel.
- Entretenir régulièrement les poids lourds, machines et engins qui circulent ou sont utilisés sur le chantier.
- Utiliser des véhicules fonctionnant avec des carburants moins émissifs de particules (GNV, GPL...).
- Former les opérateurs à l'adoption des bons comportements pour réduire les émissions de leurs engins (limitation des ralentis notamment).
- Arroser les pistes par temps sec ou lors d'épisodes de pollution afin de limiter l'envol des poussières.
- Bâcher et humidifier (rampe d'aspersion) systématiquement les camions.
- Mettre en place de dispositifs d'humidification anti-poussières lors des phases génératrices de poussières.
- Utiliser des produits plus écologiques contenant moins de solvants voire aucun.
- Former les opérateurs à l'adoption des bons comportements pour réduire les émissions diffuses ou ponctuelles lors de leurs tâches quotidiennes (refermer systématiquement les contenants après usage ou entre deux usages, utilisation des contenants sans excédants, rappeler l'interdiction de brûler des matériaux sur chantier...).
- Privilégier l'emploi d'émulsions bitumineuses aux solutions bitumineuses.
- Privilégier les enrobés tièdes et respecter scrupuleusement les consignes de température lors de la fabrication des enrobés.
- Equiper les finisseurs de systèmes de captages des fumées de bitume (avec une efficacité d'au moins 80 % selon le protocole NIOSH 107-97).
- Informer en amont et pendant le chantier les riverains des nuisances potentielles et des mesures mises en place pour les réduire.
- Adaptation de la période des travaux sur l'année ou sur la période journalière (en fonction des pics de concentrations de certains polluants et/ou des sites recevant des populations vulnérables à proximité).

Pour réduire l'impact des travaux d'aménagement, la consultation relative au choix du maître d'œuvre peut ainsi inclure les dispositions contractuelles visant à garantir le respect de l'environnement lors des différentes phases du chantier. Le cadre d'évaluation des mémoires techniques doit également s'attacher à l'analyse des actions prises par le prestataire pour réduire ses émissions polluantes. La maîtrise d'ouvrage peut se faire aider dans cette démarche par une AMO qui possède la compétence environnementale.

VIII. SYNTHÈSE

VIII.1 Etat initial

Le recensement des données existantes dans le cadre de l'étude air et santé a mis en évidence les points suivants :

- L'avenue Robert Schumann qui traverse le projet et l'urbanisation dense constituent les principales sources d'émissions polluantes dans la zone d'étude, notamment pour le NO₂ et les particules.
- Les données historiques de pollution atmosphérique dans l'environnement du projet n'indiquent pas de sensibilité particulière vis-à-vis de la qualité de l'air. Cependant, une campagne de mesure in-situ est réalisée afin de mieux définir l'état initial de la qualité de l'air dans la zone du projet.
- Le projet se situe dans une zone où la densité de population est relativement hétérogène, allant de faible à importante. Plus spécifiquement, 28 sites vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air (crèches, établissements scolaires, EHPAD) sont recensés dans la zone d'étude. Certains d'entre eux sont impactés par les modifications du trafic routier liées au projet.
- Le projet s'inscrit dans une zone couverte par différents plans de lutte et de prévention de la pollution atmosphérique contenant des actions spécifiques de protection et d'amélioration de la qualité de l'air (PREPA, PNSE4 à l'échelle nationale, SCRAE, PRSE3, et PPA à l'échelle régionale, PDU et PCAET intercommunal à l'échelle locale).

En complément de l'étude documentaire, une campagne de mesure a été réalisée afin de caractériser les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), principal traceur des émissions du trafic routier, à l'échelle locale. Cette campagne de mesure, effectuée du 20 novembre au 4 décembre 2023, se caractérise par conditions météorologiques hivernales entraînant des concentrations en NO₂ plus fortes que la moyenne annuelle de l'année précédente (+5 % en proximité de trafic et +41 % en situation de fond). En ramenant ces conditions à une situation moyenne annuelle, les résultats obtenus n'indiquent aucun dépassement potentiel de la valeur limite pour le NO₂, aussi bien en bordure des voies que sur les points de fond, plus représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique.

L'estimation des émissions polluantes issues du trafic routier indique que les émissions de NO_x les plus importantes de la zone d'étude sont localisées au niveau de l'avenue Robert Schumann ainsi qu'à l'intersection entre l'avenue Général de Gaulle et l'avenue Marc Sangnier.

VIII.2 Effets du projet

L'estimation des effets du projet par calcul des émissions polluantes indique les résultats suivants :

- En retenant les NO_x comme polluants principaux émis par le trafic routier, le projet entraîne à l'horizon 2037 une augmentation globale des émissions de 3 % par rapport au scénario fil de l'eau. En revanche une diminution de 67 % est observée par rapport à l'état actuel ce qui s'explique par la mise en circulation de véhicules moins polluants entre 2023 et 2037 et la baisse globale de trafic entre les deux scénarios.
- A l'horizon 2037, les augmentations d'émissions polluantes les plus importantes liées au projet sont observées au niveau des rues du Maréchal Lyautey (section nord), du Dauphiné, de Savoie et de Normandie. Ces émissions restent parmi les plus faibles de la zone d'étude (inférieures à 1 g/jour/m). Les émissions les plus importantes sont quant à elles constatées sur l'avenue Robert Schuman, sur lequel le projet entraîne des augmentations plus faibles, inférieures à 10 %. Les diminutions les plus importantes sont observées au niveau de la rue du Maréchal Lyautey (section sud) du fait de sa piétonisation dans le scénario futur avec projet.
- Le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre d'environ 10 % et 3 % par rapport au scénario « futur sans projet ».

La modélisation des concentrations de NO₂ en air ambiant met en évidence les points suivants :

- En lien avec les émissions de polluants, le projet entraîne une légère augmentation des concentrations en polluants en moyenne dans la bande d'étude (+ 0,1 % pour les NO₂).
- La mise en œuvre du projet entraîne une augmentation de l'indice pollution-population (IPP) d'environ 1,5 %. Cette variation s'explique principalement par la création de logements et l'augmentation de la population dans la zone d'étude.

Parmi les 28 sites vulnérables recensés, 14 sont situés dans la bande d'étude ou à proximité. L'évaluation des risques sanitaires (ERS) réalisée à partir des concentrations modélisées au droit de ces sites permet d'établir les conclusions suivantes :

- Le projet entraîne une variation de la somme des quotients de danger (QD) allant de -0,3 à +0,6 % selon les sites considérés. Aucun QD ne dépasse la valeur seuil de 1, indiquant l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil.
- Une variation de l'excès de risque individuel (ERI) allant de -2,3 % à +3,5 % selon les sites considérés est constatée entre les scénarios futurs avec et sans projet. Pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de 3,5 10⁻¹ est respecté sur tous les sites et pour tous les scénarios. De même, la valeur seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de 1.10⁻⁵ pour les autres polluants est respectée sur tous les sites et pour tous les scénarios.
- La mise en service du projet entraîne de faibles variations des concentrations en NO₂ au droit de chaque site vulnérable. Néanmoins un dépassement de la recommandation annuelle de l'OMS (10 µg/m³) est observé sur tous les sites quel que soit le scénario. Ce dépassement est lié à la pollution de fond actuelle (supérieure à la recommandation OMS). En revanche aucun site ne présente de dépassement de la recommandation OMS pour le NO₂ en moyenne horaire ou journalière, ni de la valeur réglementaire.



ANNEXES



Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé

1) Définitions

La **pollution atmosphérique** est définie selon la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (loi 96-1236 du 30 décembre 1996, intégrée au Code de l'Environnement – LAURE) de la façon suivante :

"Constitue une pollution atmosphérique [...] l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les échanges climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives".

Les effets de la pollution atmosphérique se décomposent selon trois échelles spatiales. Ces échelles dépendent de la capacité des polluants à se transporter dans l'atmosphère et donc de leur durée de vie :

- **L'échelle locale** (ville) concerne directement les polluants ayant un effet direct sur la santé des personnes et les matériaux. Cette pollution est couramment mesurée par les associations agréées de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA).
- **L'échelle régionale** (environ 100 km) impactée par des phénomènes de transformations physico-chimiques complexes tels que les pluies acides ou la formation d'ozone troposphérique.
- **L'échelle globale** (environ 1000 km) dépend des polluants ayant un impact au niveau planétaire comme la réduction de la couche d'ozone ou le changement climatique (gaz à effet de serre).

Les **polluants atmosphériques** peuvent être définis selon plusieurs groupes ou familles en fonction de leur origine, de leur nature ou de leur action (ex : effets sanitaire ou réchauffement climatique). Différentes distinctions peuvent être établies pour classer ces polluants :

- Le caractère **primaire ou secondaire**. Les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant tandis que les polluants secondaires qui sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique par exemple).
- L'état **gazeux, particulaire ou semi-volatile**. L'impact des composés gazeux sur la santé est défini directement par des relations dose-effets. Les composés particuliers sont étudiés d'une part en prenant en compte leur nature chimique (ex : métaux lourds) mais également en fonction de leur granulométrie (PM₁₀, PM_{2.5}) qui différencie les effets sur la santé. Les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemples les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les méthodes de mesure diffèrent fortement en fonction de la phase du polluant à étudier.
- La **persistance** chimique. Les polluants dits organiques persistants (POP) tels que les pesticides, dioxines, polychlorobiphényles, possèdent une grande stabilité leur permettant de contaminer la chaîne alimentaire par un transfert de l'air vers le sol, du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- Le **forçage radiatif**. Les gaz à effet de serre sont des composés qui contribuent au réchauffement climatique, comme le dioxyde de carbone (CO₂) ou le méthane (CH₄).

Parmi ces polluants, les principaux composés pris en compte pour l'impact sur l'air sont décrits dans le tableau suivant :

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO _x)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO ₂). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroître jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX ^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité. Ses concentrations sont aujourd'hui très faibles dans l'air ambiant et ne constituent plus un problème sanitaire en France.
Composés organiques volatils (COV)	Les COV constituent une famille très large de composés chimiques regroupant les composés aromatiques, les alcanes, les alcools, les phtalates, les aldéhydes etc. Ils sont émis principalement par le secteur résidentiel/tertiaire, les industries manufacturières et aujourd'hui dans une moindre mesure par le trafic routier. Leurs émissions ont diminué régulièrement depuis 1990 grâce à l'utilisation du pot catalytique, au progrès du stockage des hydrocarbures, à une meilleure gestion des solvants par les industriels (notamment avec l'instauration des plans de gestion de solvant) et à la substitution de produits manufacturés par des produits à plus faible teneur en solvant. Le benzène est le seul COV réglementé dans la loi sur l'air. Ce composé cancérigène est dorénavant essentiellement émis par le secteur résidentiel/tertiaire.
Particules	Les particules couvrent différentes fractions granulométriques parmi lesquelles la loi sur l'air fixe des valeurs de référence pour les PM ₁₀ (particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm) et les PM _{2.5} (diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm). Elles sont issues de nombreuses sources différentes (trafic routier, chauffage au bois, agriculture...) mais restent un bon traceur du trafic routier, notamment en zone urbaine et en particulier au niveau des points de trafic. De manière générale, les émissions en particules diminuent régulièrement depuis 1990 sur l'ensemble des secteurs sauf pour celui du transport routier où elles se stabilisent.
Métaux lourds	Polluants présents essentiellement sous forme particulaire, ils intègrent notamment le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le mercure (Hg), le chrome (Cr), le cadmium (Cd) et l'arsenic (As). Ils sont émis majoritairement par l'industrie à l'exception du cuivre émis par le transport et le nickel par le secteur de la transformation d'énergie. Les émissions décroissent depuis une vingtaine d'années en raison des améliorations techniques apportées au secteur industriel. La diminution du plomb résulte quant à elle de l'utilisation d'essence sans plomb.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Famille de composés émis lors des phénomènes de combustion. Ils sont émis pour deux tiers par le secteur résidentiel/tertiaire et pour un quart par le trafic routier. Les émissions ont diminué de 1990 à 2007 mais stagnent ces dernières années. Le benzo(a)pyrène, considéré comme le plus toxique, est le seul composé de la famille des HAP à être réglementé en France.
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Le CO ₂ , et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O ₃)	L'ozone est atypique par rapport aux autres composés car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO _x sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'apparaît pas dans l'inventaire des émissions du CITEPA. Ce composé fait néanmoins l'objet d'une surveillance et entraîne régulièrement en période estivale des dépassements de la réglementation.

Tableau 35 : description des principaux polluants en air ambiant

2) Les variations temporelles des concentrations en polluants

Les variations des concentrations en polluants sont assez faibles d'une année sur l'autre mais les moyennes annuelles masquent des fluctuations plus importantes observables aux échelles mensuelles, hebdomadaires ou horaires.

A titre d'exemple, la figure ci-dessous présente le profil annuel²² des concentrations de particules PM₁₀, de dioxyde d'azote (NO₂) et d'ozone (O₃) mesurées en moyenne sur l'ensemble des stations du réseau de mesure de la qualité de l'air Airparif couvrant le territoire de la région Ile-de-France de 2012 à 2017.

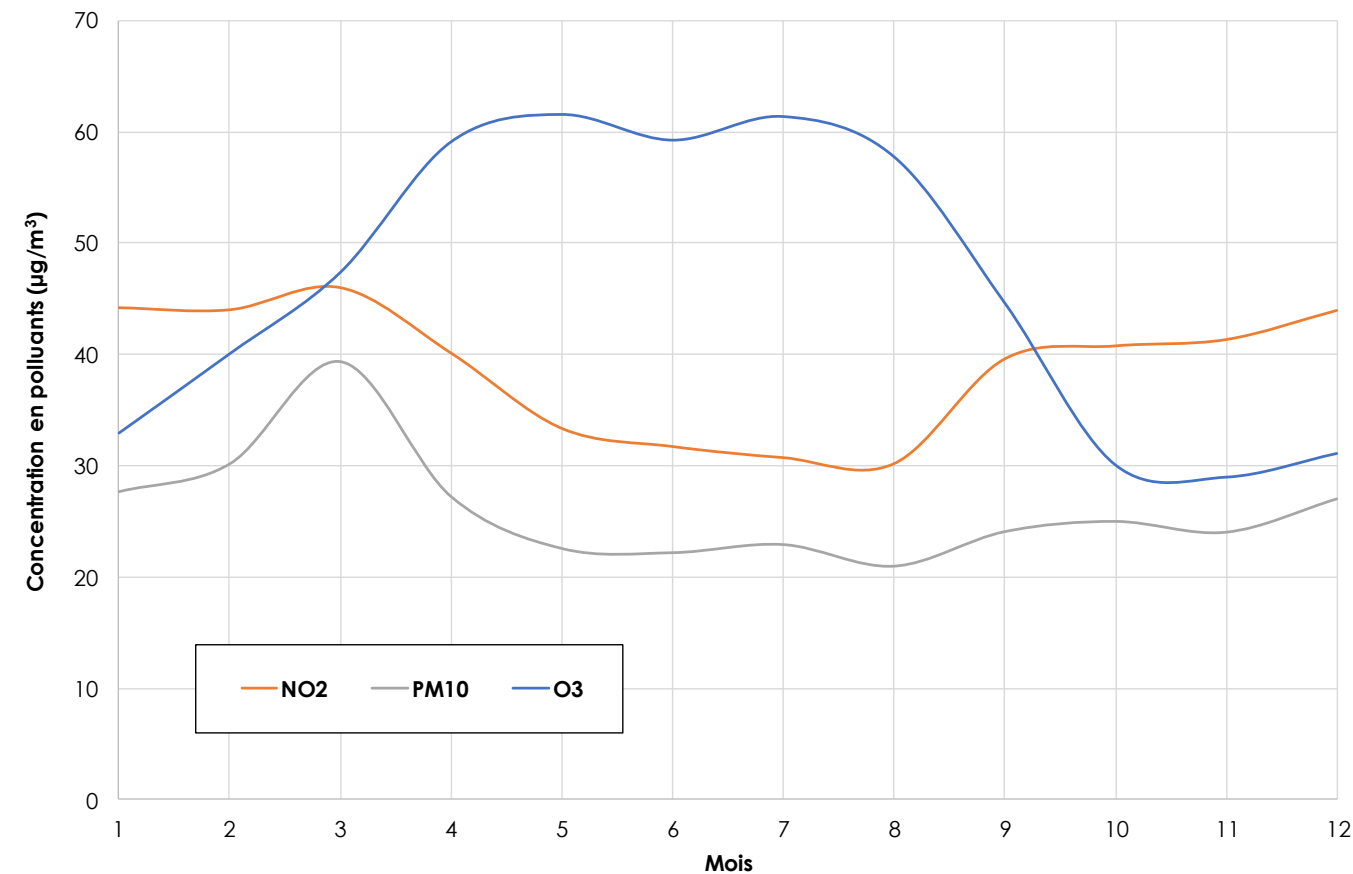


Figure 29 : profil annuel des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

Les fluctuations des concentrations de NO₂ dépendent principalement des émissions anthropiques et de la dispersion atmosphérique. Ainsi, à l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en saison froide du fait d'émissions plus importantes (notamment chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

Les concentrations en O₃ varient de manière inverse à celles du NO₂. Ce comportement est lié aux réactions de chimie atmosphérique et notamment au cycle de formation/consommation entre l'ozone et les NO_x. De plus, les variations de l'ozone sont accentuées par des réactions photochimiques : les concentrations les plus élevées apparaissent lorsque l'ensoleillement est plus important.

Les variations des concentrations en particules PM₁₀ sont moins corrélées avec les autres polluantes, du fait de la contribution importante d'autres sources que celles uniquement liées au trafic routier. Un pic de concentration peut ainsi être observé en mars, période d'épandages agricoles générant des particules dites « secondaires » par le biais de réactions chimiques atmosphériques.

²² Le profil annuel est un graphique sur 12 mois où chaque tranche indique la moyenne des concentrations observées chaque année pendant le même mois. Le profil journalier est réalisé suivant le même principe par tranches horaires.

La figure ci-dessous présente le profil journalier des concentrations en polluants pour le même ensemble de stations de mesure du réseau Airparif.

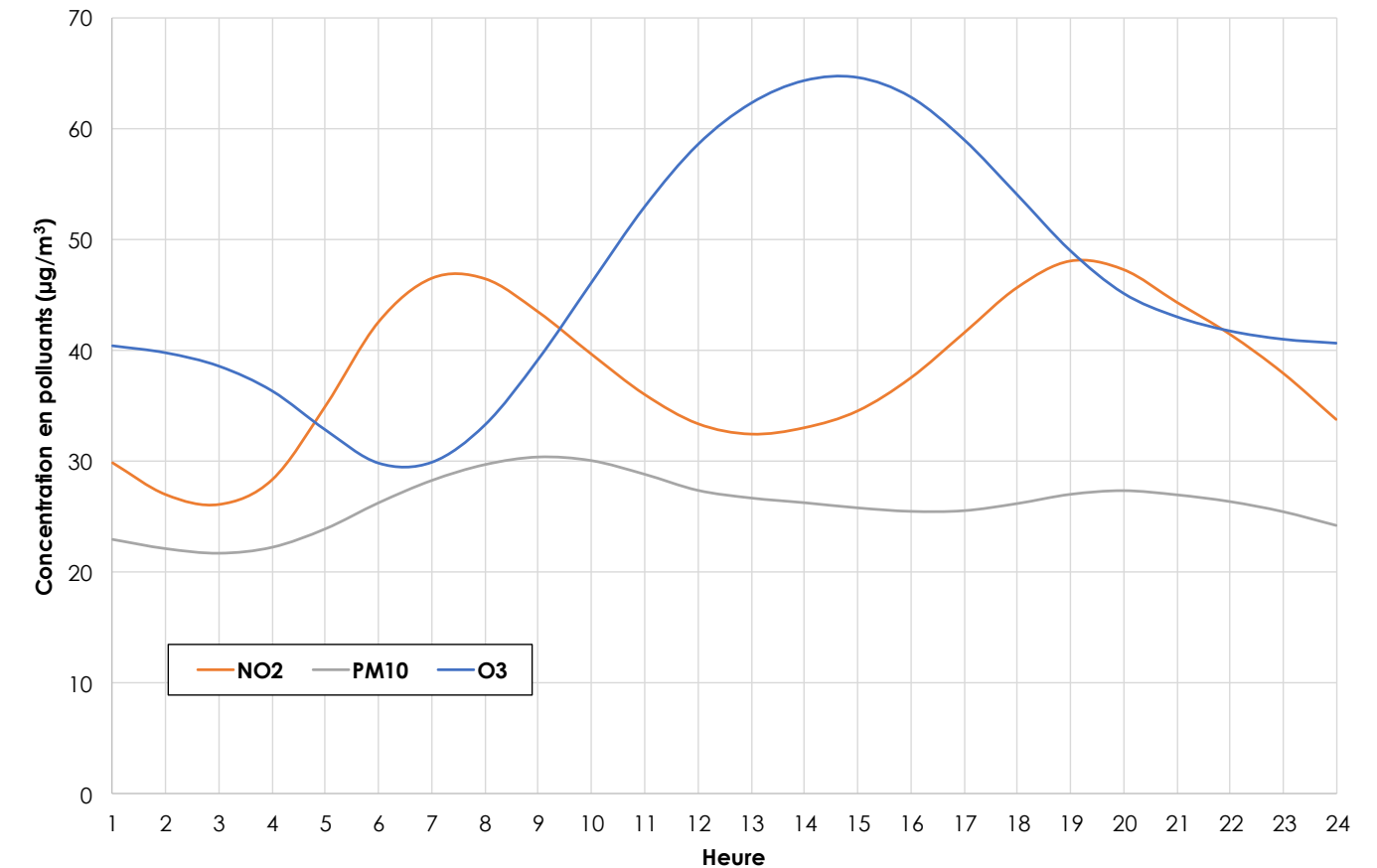


Figure 30 : profil journalier des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

A l'échelle journalière, les émissions du trafic routier sont plus fortes aux heures de pointes et la dispersion atmosphérique à l'échelle locale est plus importante aux heures creuses, ce qui entraîne des pics de concentrations en NO₂ le matin (6h-8h) et le soir (18h-20h).

Comme pour le profil annuel, les concentrations en ozone suivent une évolution inverse. La production de ce composé par réaction photochimique est cette fois illustrée par le pic de 13h00 à 14h00 qui correspond en heure solaire à l'ensoleillement le plus important au zénith.

Ce comportement est moins marqué pour les particules PM₁₀ en raison des autres sources d'émission de ce polluant.

3) Les effets de la pollution

Effets sur la santé

Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont le résultat d'interactions complexes entre une multitude de composés. Ces effets sont quantifiables lors d'études épidémiologiques qui mettent en parallèle des indicateurs de la pollution atmosphérique aux nombres d'hospitalisation ou au taux de morbidité. On recense deux types d'effets : les **effets aigus** qui résultent de l'exposition d'individus sur une durée courte (observés immédiatement ou quelques jours après), et les **effets chroniques** qui découlent d'une exposition sur le long terme (une vie entière). Ces derniers sont plus difficiles à évaluer car l'association entre les niveaux de pollution et l'exposition n'est pas immédiate.

Chaque individu n'est pas égal face à la pollution et les effets peuvent être très variables au sein d'une même population. En effet l'exposition individuelle varie en fonction du mode de vie : exposition à d'autres pollutions (tabagisme, milieu professionnel), activité physique, lieux fréquentés... Par ailleurs il existe une différence de sensibilité des individus selon leur âge et leur condition physique (maladies cardiovasculaires ou asthmatiques). De plus, des cofacteurs comme l'apparition d'épidémies ou des phénomènes météorologiques (canicules) complexifient cette analyse.

Les effets aigus ont été évalués au travers de plusieurs études françaises²³ et internationales²⁴ qui mettent en évidence une augmentation de la mortalité corrélée à l'augmentation des concentrations en polluants. Les résultats du projet européen Aphekom (2008-2011) indiquent que le non-respect de l'objectif de qualité OMS pour les PM_{2.5} dans les 25 villes étudiées, causerait 19 000 décès prématurés par an. En particulier, les résultats ont montré que si les niveaux de particules PM_{2.5} étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (cf. figure ci-dessous).

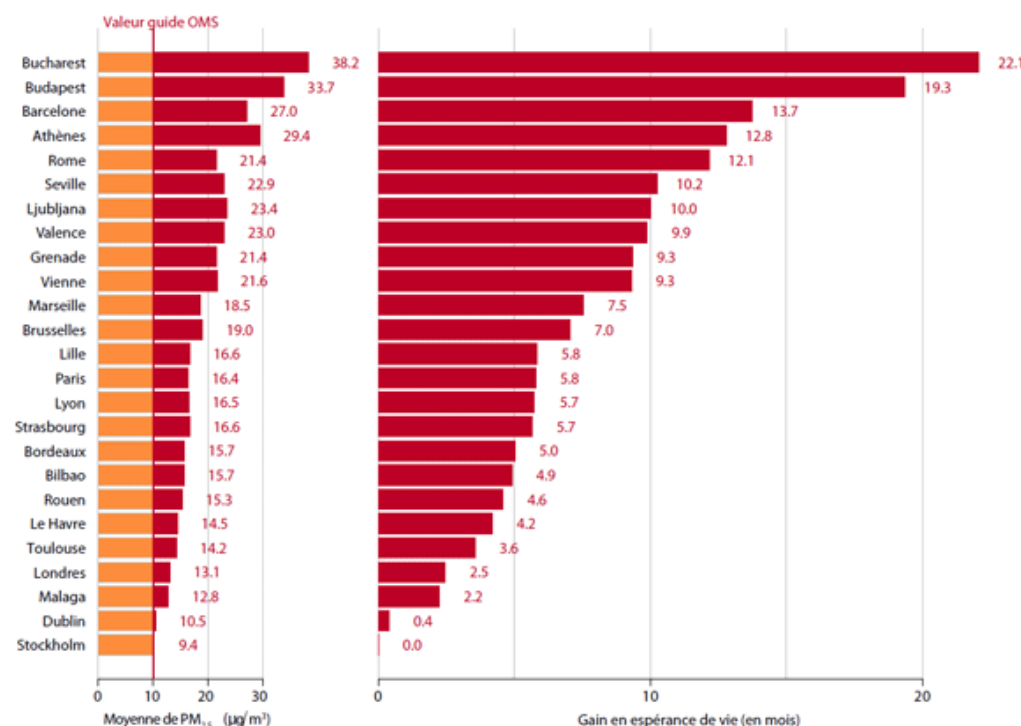


Figure 31 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

²³Exemple : programme ERPURS (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé - ORS Ile-de-France) ; programme PSAS-9 (Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain- INVS).

²⁴Meta-analysis of the Italian Studies on short-term effects of Air Pollution (MISA) ; Estudio Multicéntrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad (EMECAM) ; National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS) aux Etats-Unis ; Air Pollution and Health: A European Approach (APHEA) en Europe.

De plus, la pollution atmosphérique entraîne des impacts sanitaires sur une part plus importante de la population par un effet pyramide : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de personnes affectées est important (cf. figure ci-contre – source : Direction de la santé publique de Montréal, 2003).

En 2012, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 3,7 millions de décès dans le monde sont provoqués par la pollution de l'air extérieur.



Figure 32 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

En 2015, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) estime pour sa part à environ 400 000 par an le nombre de décès attribuables à la pollution aux particules fines PM_{2.5} en Europe, avec environ 90 % des citoyens européens exposés à des niveaux de pollution supérieurs aux valeurs guides de l'OMS.

Une étude²⁵ plus récente réalisée en 2016 par Santé publique France confirme le poids sanitaire de la pollution par les particules fines PM_{2.5} en France. L'agence de santé estime au moyen d'une évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS) une perte d'espérance de vie pouvant dépasser 2 ans (pour une personne âgée de 30 ans) dans les villes les plus exposées. Elle estime également une perte d'espérance de vie de 15 mois dans les zones urbaines de plus de 100 000 habitants, de 10 mois en moyenne pour les zones comprenant entre 2 000 et 100 000 habitants et de 9 mois en moyenne dans les zones rurales. Au total, cela correspond en France à environ 48 000 décès prématurés par an, soit 9,6 % de la mortalité totale en France. Ces résultats actualisent la dernière estimation réalisée en 2005 dans le cadre du programme CAFE²⁶ de la Commission européenne (environ 42 000 décès prématurés avec une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois) et confirment le même ordre de grandeur.

Effets sur la végétation

Les polluants considérés comme prioritaires compte tenu de leur impact sur la végétation sont le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, l'ozone, le fluor et les particules. Les dommages causés par ces polluants peuvent être classés en deux catégories : les effets visibles, avec l'apparition de taches ou de nécroses affaiblissant la plante en favorisant l'entrée d'agents pathogènes, et les effets invisibles altérant la croissance de la plante et diminuant le rendement des cultures. Alors que les effets visibles sont souvent associés aux pics de pollution, la diminution de la croissance des végétaux résulte d'une exposition sur le long terme.

Effets sur les matériaux

La pollution, en plus de salir la surface des bâtiments, contribue également à leur dégradation physique. Les particules carbonées des cendres volantes et des suies se fixent sur les surfaces gypseuses et colorent la surface en noir en formant une croûte. Les métaux présents agissent ensuite comme catalyseur au processus d'oxydation par le SO₂ augmentant l'épaisseur de la croûte par la formation de cristaux de gypse. Cette corrosion est d'autant plus sévère que la pierre attaquée est poreuse. De plus, d'autres effets sont observables, comme la dégradation des matières plastiques par l'ozone ou l'oxydation des métaux par les pluies acides.

²⁵ Rapport et synthèse – Impact de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyses des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique.

²⁶ Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

L'évaluation du coût social, économique et sanitaire de la pollution de l'air est un exercice complexe qui repose en amont sur de nombreuses hypothèses et incertitudes (concentrations en polluants, exposition de la population, etc.), ainsi que sur de nombreuses incertitudes intrinsèques suivant les choix méthodologiques (valeur d'une vie statistique, etc.), expliquant la grande variation des estimations disponibles dans la littérature.

En 2005, le programme CAFE de la Commission européenne estime le coût de la mortalité dans 25 pays de l'Union européenne en lien avec la pollution particulaire entre 190,2 et 702,8 milliards d'euros et celui de la morbidité à 78,3 milliards d'euros. Concernant la France, l'estimation de la mortalité est de 21,3 milliards d'euros et de 6,4 milliards d'euros pour la morbidité.

Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé en 2012, au travers la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement un coût annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France métropolitaine compris à minima entre 20 et 30 milliards d'euros, en prenant notamment en considération les frais pour les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières²⁷.

En avril 2015, une étude²⁸ conjointe de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime que, pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.

Un rapport²⁹ du Sénat publié en juillet 2015 reprend les données du programme CAFE et estime que le coût total de l'impact sanitaire (mortalité et morbidité) de la pollution atmosphérique (particules et ozone) pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an. Par ailleurs, ce rapport met en évidence que le montant de certaines actions de lutte contre la pollution atmosphérique est inférieur aux bénéfices attendus de la prévention des impacts sanitaires, et donc que ces mesures de prévention engendrent des économies pour le pays. Par exemple, le projet Aphekom a permis de montrer que les politiques européennes de diminution du taux de soufre dans les carburants dans les années 1990 se sont traduites par une baisse du niveau de dioxyde de soufre (SO₂) ambiant et une réduction de la mortalité dans 14 villes européennes ; environ 2 200 décès par an, soit une économie estimée à 192 millions d'euros.

D'après une étude réalisée conjointement par la Banque Mondiale et l'Université de Washington et parue en septembre 2016³⁰, le coût des décès prématurés liés à la pollution de l'air s'élève à environ 199 milliards d'euros pour l'année civile 2013, et cette pollution est le 4^e facteur de décès prématuré dans le monde.

Par ailleurs d'autres coûts non sanitaires doivent également être pris en compte (baisse des rendements agricoles, perte de biodiversité, dégradations des bâtiments, dépenses de prévention et de recherche d'organismes spécialisés, etc.) :

- Ainsi, le programme de recherche européen CAFE évalue en 2005 le coût de la baisse des rendements agricoles pour les 25 pays européens à 2,5 milliards d'euros.
- Une étude conjointe de l'INFRAS et de l'Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) de l'université de Karlsruhe a retenu, pour la France, un coût lié aux dommages de la pollution sur patrimoine bâti d'environ 3,4 milliards d'euros en 2000³¹.
- Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le coût non sanitaire de la pollution de l'air en France (baisse des rendements agricoles, dégradation des bâtiments, dépenses de recherche, etc.) à 4,3 milliards d'euros à minima.

²⁷ Commissariat Général au Développement Durable. Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement - Santé et qualité de l'air extérieur. Juin 2012.

²⁸ OMS & OCDE. 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]. 2015.

²⁹ Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.

³⁰ Banque Mondiale & Université de Washington (IHME). The Cost of Air Pollution: Strengthening the economic case for action [Le coût de la pollution atmosphérique : Renforcer les arguments économiques en faveur de l'action]. Septembre 2016.

³¹ INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

5) La réglementation

La qualité de l'air est réglementée en France par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (loi LAURE n°96/1236). Elle traite notamment : des plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) intégrés depuis la loi Grenelle II de 2010 au volet Air des Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), des plans de protection de l'atmosphère (PPA), des plans de déplacements urbains (PDU), des mesures d'urgence à mettre en œuvre en cas de dépassement des valeurs limites et des mesures techniques nationales de prévention de la pollution atmosphérique et d'utilisation rationnelle de l'énergie.

La mise en application de la loi sur l'air est à l'origine principalement formulée dans le décret du 6 mai 1998 ainsi que dans l'arrêté ministériel du 17 août 1998. Cette réglementation est amenée à évoluer régulièrement en fonction des nouvelles directives européennes ou politiques nationales. Actuellement, la réglementation française à prendre en compte pour la surveillance de la qualité de l'air est constituée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 portant transposition de la directive européenne n°2008/50/CE. Le tableau 13 récapitule les principaux textes relatifs à la qualité de l'air et son évaluation. Les valeurs limites issues de cette réglementation sont présentées dans les tableaux 14 à 15.

Type de texte	Intitulé
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
Arrêté	Arrêté du 17 août 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les Installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant
	Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant
Décret	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
	Décret n° 2010-1268 du 22 octobre 2010 relatif à la régionalisation des organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air
Document technique	Instruction technique du 24/09/14 relative au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant.
	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'impact des infrastructures routières.

Tableau 36 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air



Benzène (C ₆ H ₆)		
Objectif de qualité	2 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m ³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	200 µg/m ³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m ³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
Ozone (O ₃)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h	AOT40 ³² calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m ³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 1 ^{er} octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m ³	Moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Tableau 37 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

Particules PM ₁₀		
Objectif de qualité	30 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	50 µg/m ³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m ³	Moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg/m ³	Moyenne sur 24 heures
Particules PM _{2.5}		
Objectif de qualité	10 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur cible	20 µg/m ³	Moyenne annuelle
Plomb (Pb)		
Objectif de qualité	0,25 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite	0,5 µg/m ³	Moyenne annuelle
Arsenic (As)		
Valeur cible	6 ng/m ³	Moyenne annuelle
Cadmium (Cd)		
Valeur cible	5 ng/m ³	Moyenne annuelle
Nickel (Ni)		
Valeur cible	20 ng/m ³	Moyenne annuelle
Benzo[a]pyrène (BaP)		
Valeur cible	1 ng/m ³	Moyenne annuelle

Tableau 38 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant

Définition des seuils	
Objectif de qualité	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
Valeur limite	Niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.
Valeur cible	Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.
Seuil de recommandation et d'information	Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
Seuil d'alerte	Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Tableau 39 : définition des seuils réglementaires

³² AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 h et 20 h.

Annexe 2 : Fiches de point de mesure

P1					
Localisation : Avenue Adenauer – Proximité collège F. Rabelais			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond			50°38'31.45"N 3° 6'54.97"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	583	20/11/2023 13h03		04/12/2023 14h48	

P2					
Localisation : Avenue Robert Schuman			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond			50°38'31.47"N 3° 6'27.84"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	600	20/11/2023 12h47		04/12/2023 14h33	

P3					
Localisation : Avenue Marc Sangnier			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond			50°38'43.18"N 3° 6'40.51"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	606	20/11/2023 13h30		04/12/2023 15h05	

P4					
Localisation : Avenue René Coty			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond			50°38'26.04"N 3° 6'44.00"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	616	20/11/2023 12h53		04/12/2023 14h40	

P5					
Localisation : Rue du Général de Gaulle			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Influencé			50°38'51.55"N 3° 6'52.38"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	610	20/11/2023 13h40		04/12/2023 15h26	

P6					
Localisation : Rue Albert Schweitzer			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé			50°38'28.22"N 3° 6'52.58"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	577	20/11/2023 12h58		04/12/2023 14h44	

P7					
Localisation : Rue du Languedoc			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'36.20"N 3° 6'49.03"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	586	20/11/2023 13h11		04/12/2023 14h48	

P8					
Localisation : Rue de l'Ile-de-France - Ecole maternelle Lamartine			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'38.28"N 3° 6'54.51"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	578	20/11/2023 13h18		04/12/2023 14h56	

P9					
Localisation : Rue du Maréchal Lyautey			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'28.37"N 3° 6'27.62"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	599	20/11/2023 12h42		04/12/2023 14h29	

P10					
Localisation : Boulevard Pierre Mendès France			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'45.77"N 3° 6'45.87"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	604	20/11/2023 13h25		04/12/2023 14h59	

P11					
Localisation : Rue de Provence			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'49.52"N 3° 6'59.18"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	571	20/11/2023 13h46		04/12/2023 14h22	

P12					
Localisation : Rue de Béarn			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'48.08"N 3° 7'7.20"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	576	20/11/2023 13h53		04/12/2023 15h11	



P13					
Localisation : Rue Lucie Aubrac – Ecole primaire Montaigne			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond			50°38'51.61"N 3° 7'11.26"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	591	20/11/2023	14h01	04/12/2023	15h17