



EXTENSION DE LA ZONE INDUSTRIELLE EST A SAINT-LAURENT-BLANGY ET TILLOY-LES-MOFFLAINES (62)

ETUDE AIR ET SANTE

Commanditaire :	Arras Communauté Urbaine
Auteur :	NG ; VP
Validation :	FC

Suivi des modifications	Version	Date
Etat initial	RP-AF24083-1-V1	25/07/2024
Intégration des effets du projet	RP-AF24083-2-V1	09/09/2024
Mise à jour des effets du projet	RP-AF25010-V1	15/01/2025

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



SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	4
I.1 REFERENTIEL METHODOLOGIQUE	4
I.2 NIVEAU D'ETUDE.....	4
I.2.1) Choix prévisionnel	4
I.2.2) Critères de révision.....	4
II. ETAT INITIAL : ÉTUDE DOCUMENTAIRE	5
II.1 LES EMISSIONS POLLUANTES.....	5
II.1.1) Répartition des secteurs d'émissions	5
II.1.2) Emissions liées au trafic routier	5
II.1.3) Emissions liées au secteur résidentiel	5
II.1.5) Emissions liées au secteur industriel.....	6
II.2 POPULATION IMPACTEE	7
II.2.1) Population générale	7
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) Mesure du dioxyde d'azote	12
III.1.3) Mesure passive des particules	12
III.2 PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	13
III.2.1) Points de mesure	13
III.2.2) Période de mesure.....	13
III.3 RESULTATS DE LA CAMPAGNE	14
III.3.1) Conditions météorologiques	14
III.3.2) Conditions de pollution atmosphérique	14
III.3.3) Validité des mesures par capteurs passif.....	15
III.3.4) Concentrations en NO ₂	15
III.3.5) Concentrations en PM ₁₀	15
III.3.6) Cartographie des résultats	15
III.4 COMPARAISON A LA REGLEMENTATION.....	16
III.4.1) Cadre réglementaire.....	16
III.4.2) Dioxyde d'azote (NO ₂)	16
III.4.3) Particules PM ₁₀	16
IV. EFFETS DU PROJET : ESTIMATION DES ÉMISSIONS POLLUANTES	17
IV.1 METHODOLOGIE	17
IV.1.1) Méthode de calcul.....	17
IV.1.2) Parc de véhicules.....	17
IV.1.3) Facteurs d'émissions unitaires.....	17
IV.1.4) Scénarios considérés	17
IV.1.5) Données de trafic	17

IV.1.6) Bande d'étude	18
IV.2 RESULTATS DU CALCUL DES EMISSIONS POLLUANTES	18
IV.2.1) Emissions polluantes globales.....	18
IV.2.2) Cartographie des émissions	19
IV.2.3) Etude des variations liées au projet.....	19
IV.3 MONETARISATION DES COUTS	21
IV.3.1) Coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	21
IV.3.2) Coûts collectifs liés à l'effet de serre	21
V. EFFETS DU PROJET : MODÉLISATION DES CONCENTRATIONS.....	22
V.1 METHODOLOGIE.....	22
V.1.1) Modèle	22
V.1.2) Emissions polluantes.....	22
V.1.3) Météorologie et topographie	22
V.1.4) Topographie	22
V.1.5) Pollution de fond.....	22
V.2 RESULTATS DE LA MODELISATION	23
V.2.1) Cartographies des concentrations	23
V.2.2) Variation des concentrations.....	24
V.2.3) Concentrations sur les points d'intérêt.....	24
V.2.4) Indice IPP	25
VI. EFFETS DU PROJET : ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	26
VI.1 METHODOLOGIE.....	26
VI.1.1) Sites étudiés	26
VI.1.2) Etapes de l'évaluation des risques sanitaires.....	26
VI.1.3) Identification des dangers.....	26
VI.2 CARACTERISATION DU RISQUE PAR INHALATION – SUBSTANCES A EFFET DE SEUIL.....	27
VI.2.1) Principe	27
VI.2.2) Résultats	27
VI.3 CARACTERISATION DU RISQUE PAR INHALATION – SUBSTANCES SANS EFFET DE SEUIL	28
VI.3.1) Principe	28
VI.3.2) Résultats	28
VI.4 CARACTERISATION DU RISQUE PAR INHALATION – SUBSTANCES SANS VTR.....	29
VI.4.1) Principe	29
VI.4.2) Résultats	29
VI.5 INCERTITUDES	29
VI.5.1) Identification des dangers.....	29
VI.5.2) Relation dose-réponse	29
VI.5.3) Estimation de l'exposition	29
VI.5.4) Caractérisation du risque	29
VII. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION	30
VII.1 MESURES GENERALES EN PHASE PROGRAMMATION/CONCEPTION DE PROJET.....	30
VII.2 MESURES EN PHASE CHANTIER	31
VIII. SYNTHÈSE.....	32
VIII.1 ETAT INITIAL	32
VIII.2 EFFETS DU PROJET.....	32

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	34
Annexe 2 : Fiches de point de mesure.....	39



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 : données de trafic	4
Tableau 4 : principales industries et leurs émissions de polluants atmosphériques.....	6
Tableau 5 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet.....	7
Tableau 6 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations Atmo Hauts-de-France .	9
Tableau 7 : plan d'échantillonnage	13
Tableau 8 : étude des données Atmo Hauts-de-France	14
Tableau 9 : facteurs de validité des mesures	15
Tableau 10 : résultats des mesures NO ₂	15
Tableau 11 : résultats des mesures PM ₁₀	15
Tableau 12 : données de trafic	17
Tableau 13 : définition de la bande d'étude (note technique du 22/02/2019)	18
Tableau 14 : bilan des émissions de PES	18
Tableau 15 : bilan des émissions de GES	18
Tableau 16 : récapitulatif des émissions de NO _x par brins routiers	20
Tableau 17 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier	21
Tableau 18 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires	21
Tableau 19 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution	21
Tableau 20 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	21
Tableau 21 : coûts collectifs liés à l'effet de serre.....	21
Tableau 22 : sources utilisées pour le bruit de fond	22
Tableau 23 : concentrations de fond utilisées	22
Tableau 24 : concentrations moyennes en NO ₂ sur les points d'intérêt	24
Tableau 25 : IPP selon les scénarios considérés.....	25
Tableau 26 : recensement des valeurs disponibles	26
Tableau 27 : paramètres d'exposition	27
Tableau 28 : VTR à effets de seuil pour l'exposition par inhalation.....	27
Tableau 29 : QD chronique pour l'exposition par inhalation.....	27
Tableau 30 : paramètres d'exposition	28
Tableau 31 : VTR sans effet de seuil pour l'exposition par inhalation	28
Tableau 32 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable de 1.10 ⁻⁵	28
Tableau 33 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable pour les particules PM ₁₀ /PM _{2.5} ..	28
Tableau 34 : valeurs guides pour le NO ₂ (expositions chronique et aigue)	29
Tableau 35 : comparaison des concentrations aux valeurs guides et réglementaires	29
Tableau 36 : description des principaux polluants en air ambiant.....	34
Tableau 37 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air.....	37
Tableau 38 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant.....	38
Tableau 39 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant	38
Tableau 40 : définition des seuils réglementaires	38

FIGURES

Figure 1 : émissions atmosphériques par secteur.....	5
Figure 2 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude (source : OSM).....	5
Figure 3 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 5 km autour du projet	6
Figure 4 : population autour de la zone du projet.....	7
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	13
Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)	14
Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)	14
Figure 13 : cartographie des résultats	15
Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO ₂ à la réglementation.....	16
Figure 15 : comparaison des résultats des mesures PM ₁₀ et PM _{2.5} à la réglementation	16
Figure 16 : bande d'étude	18
Figure 17 : émissions de NO _x – scénario actuel.....	19
Figure 18 : émissions de NO _x – scénario futur sans projet	19
Figure 19 : émissions de NO _x – scénario futur avec projet.....	19
Figure 20 : variation émissions de NO _x avec / sans projet	20
Figure 21 : rose de vents utilisée pour la modélisation	22
Figure 22 : représentation du relief en vue 2D	22
Figure 23 : concentration moyenne journalière en NO ₂ – scénario actuel.....	23
Figure 24 : concentration moyenne journalière en NO ₂ – scénario futur sans projet	23
Figure 25 : concentration future moyenne journalière en NO ₂ – scénario futur avec projet	23
Figure 26 : variation des concentrations en NO ₂ entre le scénario futur sans projet et avec projet	24
Figure 27 : histogrammes de distribution concentration/population pour le NO ₂	25
Figure 28 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude	26
Figure 29 : recommandations générales d'aménagements favorisant la dispersion de polluants.....	30
Figure 30 : profil annuel des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	35
Figure 31 : profil journalier des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	35
Figure 32 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2.5} à 10 µg/m ³	36
Figure 33 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	36



I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

I.1 Référentiel méthodologique

Les projets d'aménagement 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 note technique TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Celle-ci prévoit plusieurs niveaux d'étude en fonction 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	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	NO _x , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , BaP, As, Ni			NO _x , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène
Calcul des coûts collectifs	NO _x , 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 Niveau d'étude

I.2.1) Choix prévisionnel

Le tableau ci-dessous présente les données de trafic utilisées¹.

N°	Brin routier	TMJA Actuel	TMJA Futur Sans projet	TMJA Futur Avec projet	Delta avec/sans projet
1	RD60 – Avenue d'Immercourt Nord	13 600	13 600	14 700	8%
2	RD260 - Nord	13 900	13 900	17 200	24%
3	Rue Camille Guérin	3 900	3 900	10 000	156%
4	Rue de Berlin	5 800	5 800	6 000	3%
5	RD260 – Sud – Rue de Berlin	9 400	9 400	9 900	5%
6	RD260 – Sud – Rue de Cambrai	9 400	9 400	9 900	5%
7	Rue de Cambrai	8 000	8 000	8 500	6%
8	Rue en face de la RD260	3 000	3 000	3 200	7%
9	RD60 – Avenue d'Immercourt Sud	14 300	14 300	13 100	-8%
10	RD939 - Ouest	17 700	17 700	18 600	5%
11	RD939 - Proximité RD60	18 000	18 000	16 500	-8%
12	RD939 – Lien zone de projet	18 000	18 000	17 000	-6%
13	RD939 - Est	17 700	17 700	18 900	7%
14	RD60 – Proximité rue des Genêts	20 300	20 300	21 900	8%
15	RD60 – Proximité Vieux Chemin d'Arras	21 500	21 500	22 800	6%
16	RD60 – Sud	20 000	20 000	22 000	10%
17	Nouvelle voie traversant le projet parallèle au brin 20	0	0	1 900	+ ∞
18	Nouvelle voie traversant le projet - Sud	0	0	2 900	+ ∞
19	Nouvelle voie traversant le projet	0	0	4 800	+ ∞
20	Nouvelle voie reliant la rue Camille Guérin au projet	0	0	4 600	+ ∞
21	Nouvelle voie perpendiculaire à la RD939	0	0	1 400	+ ∞

Tableau 3 : données de trafic

Un impact significatif du projet (plus de 10 %) est constaté sur la route départementale RD260, portant un trafic supérieur à 10 000 véh/j. D'après le tableau 2, l'étude s'inscrit donc a minima sur un niveau II.

I.2.2) 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 ce seuil.
- La localisation du projet dans une zone géographique couverte par un plan de protection de l'atmosphère (PPA) nécessite de remonter l'étude d'un niveau. Dans le cas contraire, un argumentaire doit être fourni pour justifier son maintien. Le projet se situe dans la région Hauts-de-France, couverte par un PPA, ce qui nécessiterait d'augmenter l'étude en niveau I. Néanmoins, conformément au principe de proportionnalité cité par l'article R122-5 du code de l'environnement, et à la note technique du 22 février 2019 qui réserve les études de niveau I aux projets « les plus conséquents », l'étude est maintenue sur un 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.

Dans ce cadre le niveau d'étude du projet est maintenu sur un niveau II.

¹ Dynalogic : Extension de la Zone Industrielle Est à Saint-Laurent-Blangy et Tilloy-lès-Mofflaines – Etude de trafic et de circulation
Airea

II. ETAT INITIAL : ETUDE DOCUMENTAIRE

II.1 Les émissions polluantes

II.1.1) Répartition des secteurs d'émissions

La figure ci-dessous présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques pour la communauté urbaine d'Arras (estimations Atmo Hauts-de-France 2020) :

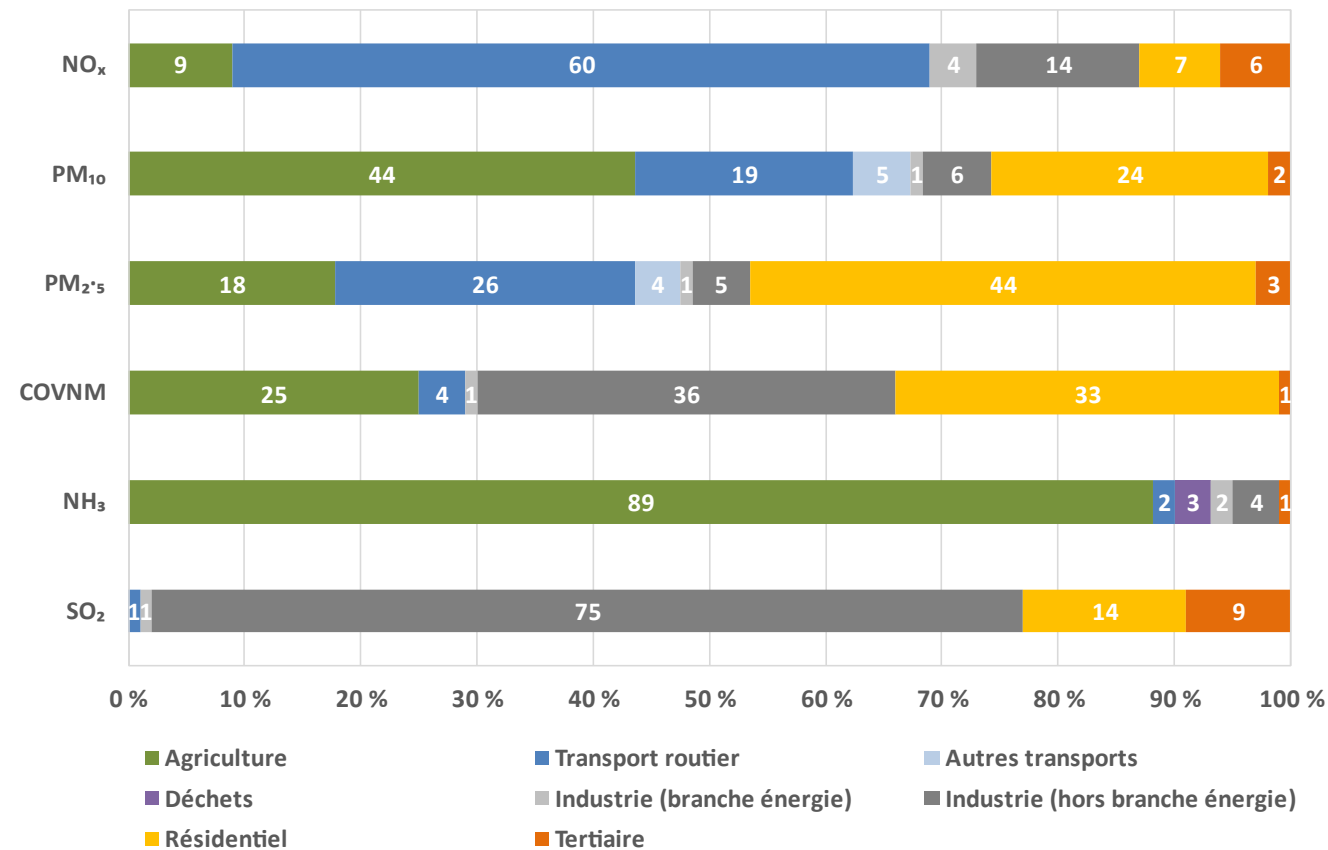


Figure 1 : émissions atmosphériques par secteur

Les émissions de **NO_x** ont fortement diminué depuis 20 ans grâce à la diminution de la part du transport routier (avancées technologiques en matière de motorisation et renouvellement) et de celle du secteur résidentiel et tertiaire. A l'échelle de l'intercommunalité, environ 60 % des émissions de NO_x restent liées au transport routier.

Les émissions de particules **PM₁₀** et **PM_{2.5}** liées au transport routier ont également progressivement diminué grâce aux améliorations technologiques apportées au parc de véhicules (notamment sur les véhicules diesel). Le secteur résidentiel est dorénavant le principal contributeur des émissions de **PM_{2.5}** à l'échelle de l'intercommunalité (44 %) alors que le secteur agricole est majoritaire sur les émissions de **PM₁₀** (44 %).

Les émissions de **COVNM** ont suivi la même tendance avec une réduction importante de la part liée au transport routier (notamment par la mise en place des pots catalytiques et l'augmentation de la part des moteurs 4-temps par rapport aux moteurs 2-temps pour les deux roues). Les principales sources d'émissions de COVNM sont le secteur industriel (hors branche énergie) à 36 % et le secteur résidentiel à 33 %.

En présence d'une activité agricole importante dans l'intercommunalité, les émissions de **NH₃** sont en grande partie émises par ce secteur (89 %).

Enfin, les émissions de **SO₂** ont diminué avec l'évolution normative industrielle, mais 75 % des émissions restent liées au secteur industriel (hors branche énergie).

II.1.2) Emissions liées au trafic routier

Les principaux axes de circulation identifiés dans la zone d'étude sont la RD60 à l'ouest et la RD939 qui borde la zone du projet au sud. Conformément aux émissions à l'échelle de l'intercommunalité, ces axes sont susceptibles d'émettre principalement des oxydes d'azote (NO_x) au niveau du projet.

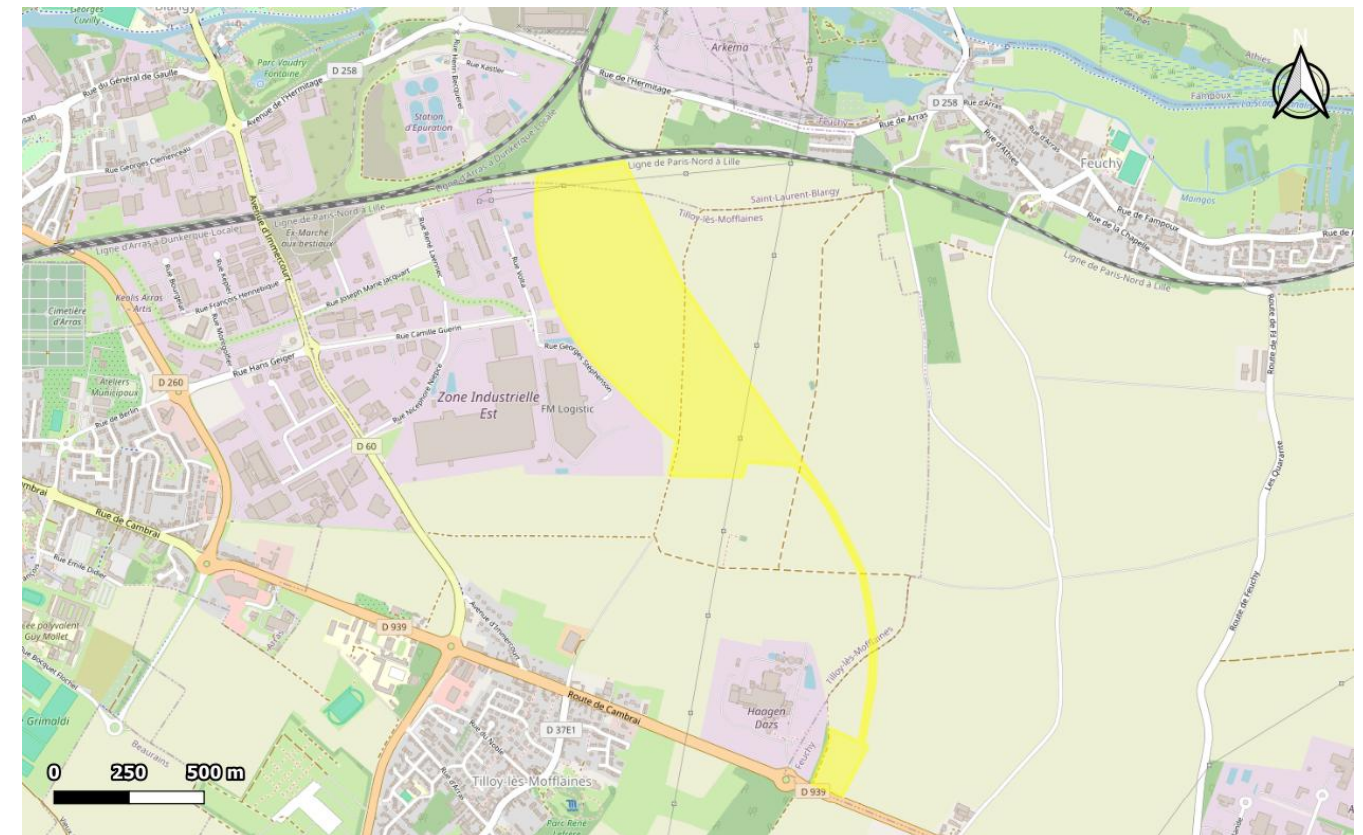


Figure 2 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude (source : OSM)

II.1.3) Emissions liées au secteur résidentiel

Le projet s'inscrit dans un environnement périurbain. Les zones urbanisées les plus proches situées à l'ouest peuvent constituer une source d'émission des différents polluants liés aux secteurs résidentiel et tertiaire à l'échelle de l'intercommunalité (COVNM, PM₁₀, PM_{2.5} et SO₂).

II.1.4) Emissions liées au secteur agricole

Des parcelles cultivées peuvent être localisées à l'est du projet, pouvant exposer la zone d'étude aux émissions de NH₃, de COVNM et de particules PM₁₀ et PM_{2.5} liées à ce secteur en période d'activité agricole.

II.1.5] Emissions liées au 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). 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 4 sites industriels dans un rayon de 5 km autour de la zone du projet, dont la liste et la localisation sont indiquées dans la figure et le tableau suivants.

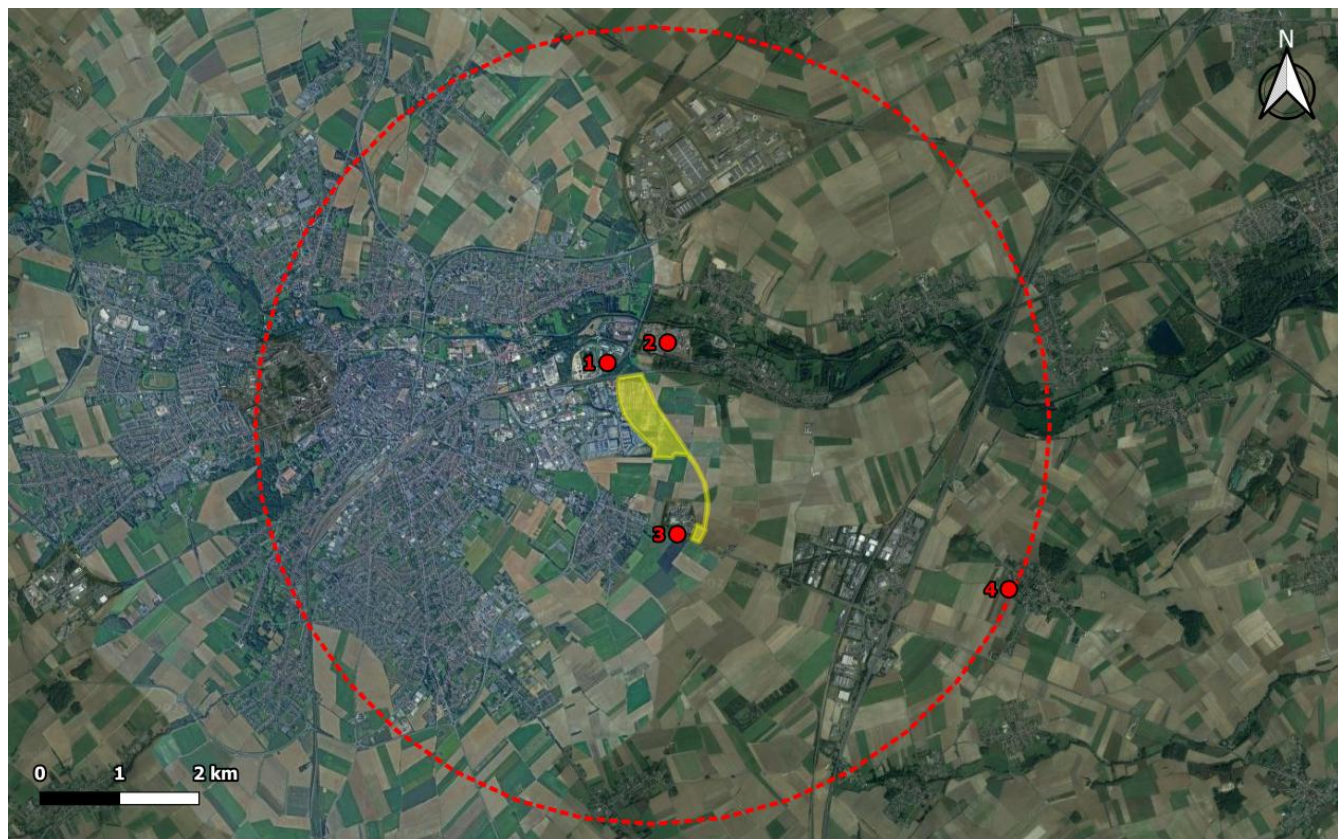


Figure 3 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 5 km autour du projet

N°	Industrie	Polluants	Emissions 2022 (kg/an)
1	Syndicat Mixte Artois Valorisation (SMAV)	Acétaldéhyde (aldéhyde acétique – éthanal)	527
2	Arkema France	Ammoniac (NH ₃)	13 000
		Chlorométhane (chlorure de méthyle)	17 900
		Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	112 000
3	Méthanisation IAA Häagen Dazs	-	-
4	Sas Artois Methagri	-	-

Tableau 4 : 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 des COV. Ces émissions polluantes peuvent, sous des directions de vent nord-est, venir s'additionner au bruit de fond urbain (émissions issues du secteur résidentiel-tertiaire pour les COV) dans la zone du 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 2019 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 Communauté Urbaine d'Arras comprend 109 592 habitants (données 2020) pour une superficie de 306 km² soit une densité d'environ 358 habitants/km². Dans la zone du projet, la population actuelle est nulle.

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

N°	Etablissement	Type
1	Groupe scolaire Jacques Prévert	Etablissement scolaire
2	Lycée agricole d'Arras	Etablissement scolaire

Tableau 5 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet

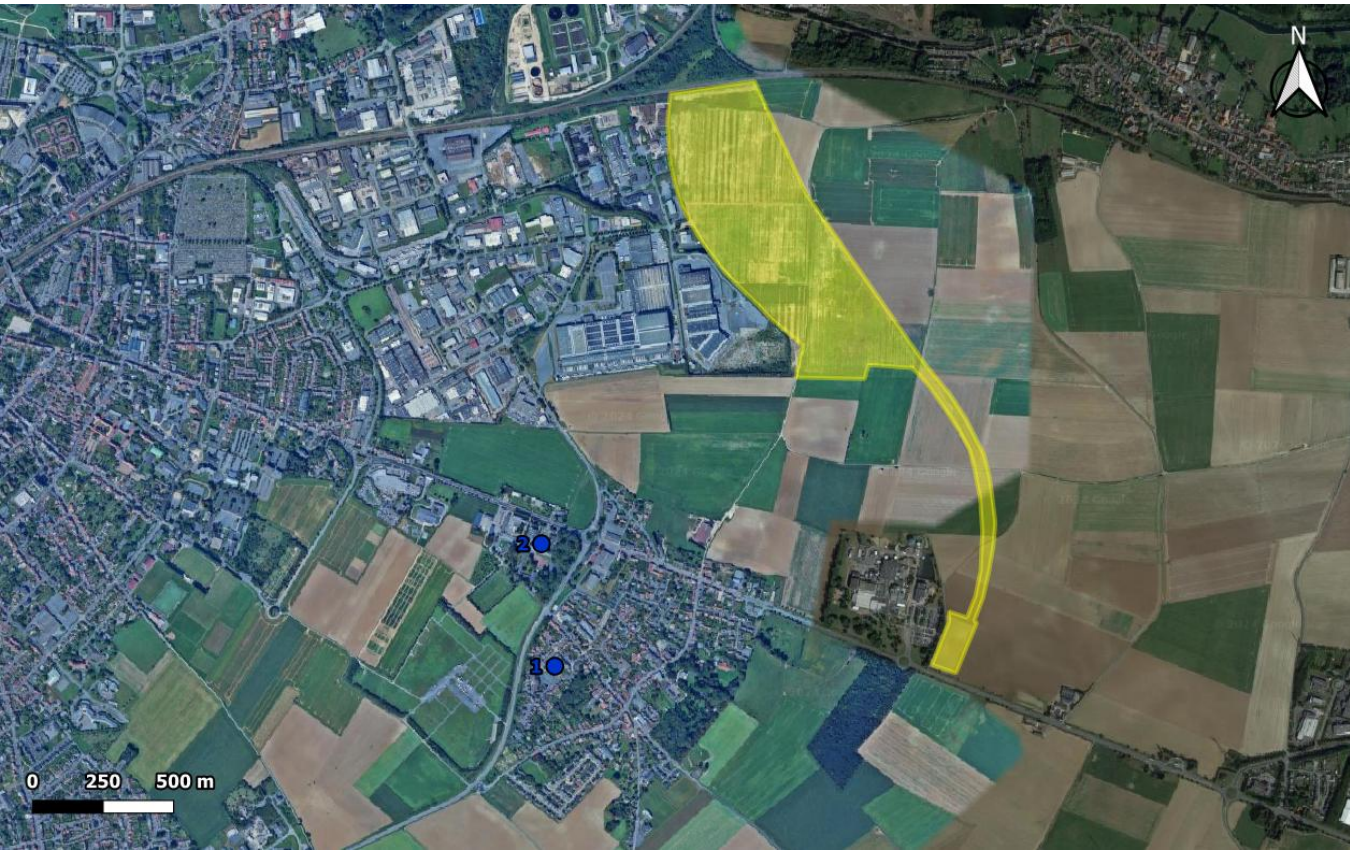


Figure 5 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet

Ce recensement permet de localiser 2 sites vulnérables dans la zone d'étude. Les données de trafic permettront de déterminer si ces sites vulnérables sont localisés dans la bande d'étude et doivent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires (ERS).

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 d'Arras, située à environ 4 km au sud-est 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 vents² 2001-2020 de la station Météo France d'Arras :

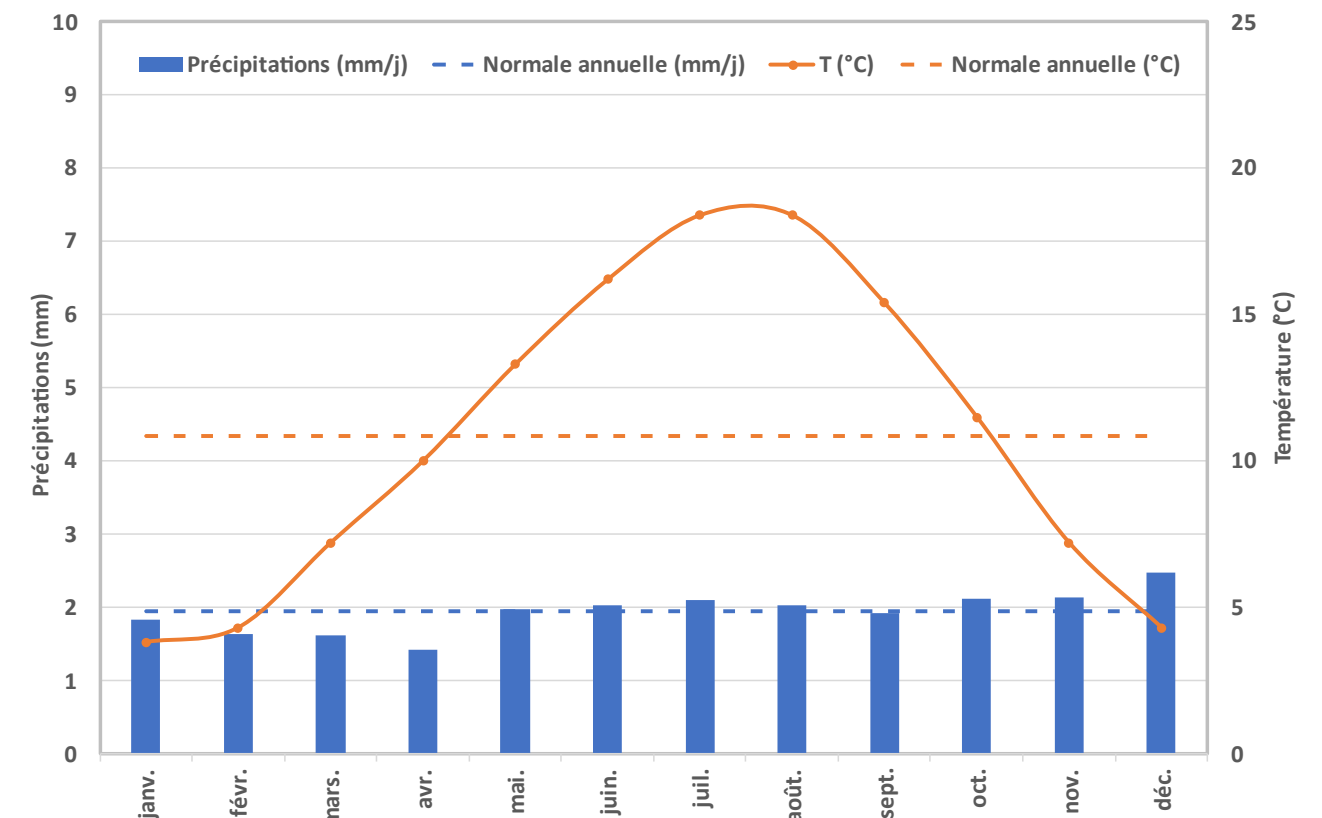
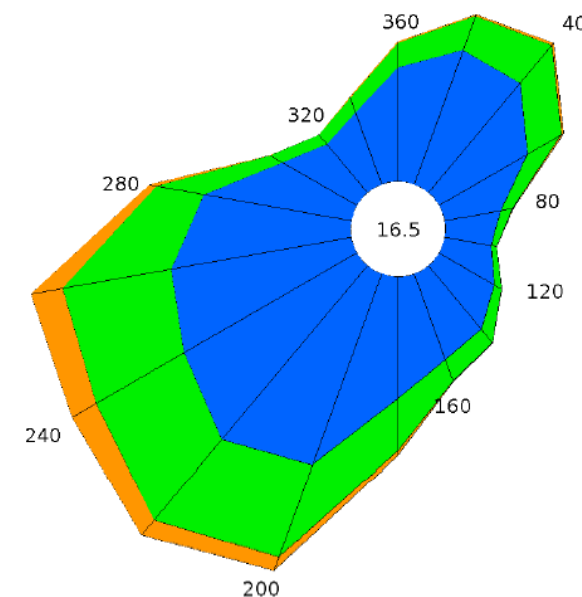


Figure 7 : normales de températures et précipitations



Vitesses : <1,5 m/s [1,5-4,5] [4,5-8] >8 m/s

Figure 8 : rose des vents décennale

La température moyenne annuelle relevée au niveau de la station est de 10,8 °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 (1,9 mm/j) avec un mois d'avril moins important à 1,4 mm/jour et un mois de décembre plus important à 2,5 mm/j.

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.

² 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.¹

II.4.2) Station de mesure de référence

Les stations Atmo Hauts-de-France de fond périurbain « Saint-Laurent-Blangy » et « Douai Theuriet » situées respectivement à environ 2 km au nord-ouest et 19 km au nord-est de la zone. Elles constituent les stations les plus proches du projet (cf. figure 9) et sont utilisées comme stations de références pour étudier les conditions locales de pollution atmosphérique.

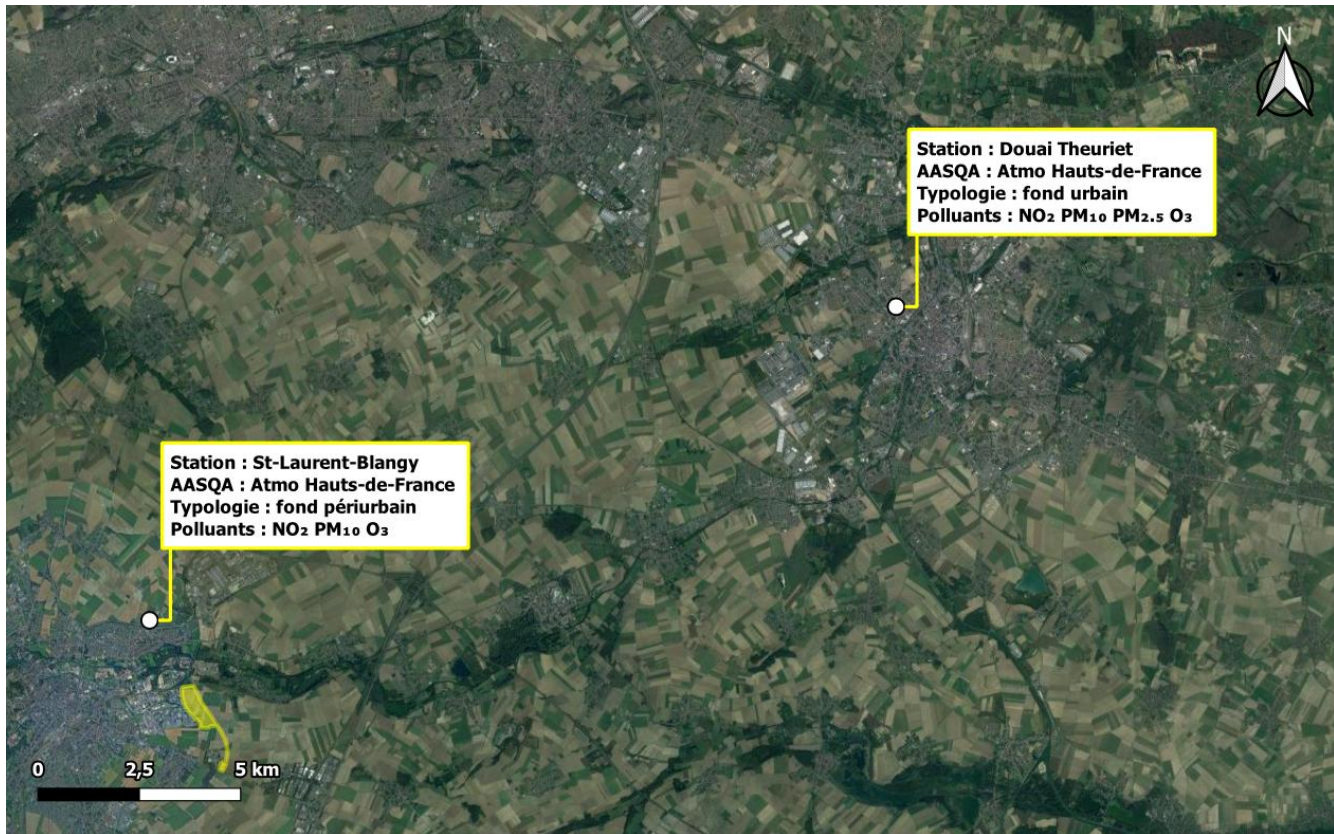


Figure 9 : localisation des stations qualité de l'air de référence

Le tableau 6 présente les évolutions annuelles entre 2019 et 2023 des polluants mesurés par la station Atmo Hauts-de-France de Saint-Laurent-Blangy :

Polluant	Valeur	Valeur limite	Station	2019	2020	2021	2022	2023
NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	Saint-Laurent-Blangy	15	12	13	13	10
			Douai Theuriet	16	12	13	12	11
PM ₁₀	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	Saint-Laurent-Blangy	20	18	15	17	16
			Douai Theuriet	20	18	18	16	15
	Nb de jours dont la moyenne journalière > 50 µg/m ³	35	Saint-Laurent-Blangy	6	-	-	-	1
			Douai Theuriet	5	3	5	2	1
PM _{2.5}	Moyenne annuelle (µg/m ³)		Douai Theuriet	12	12	13	11	10

Tableau 6 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations Atmo Hauts-de-France

Dioxyde d'azote (NO₂)

Les teneurs en NO₂ relevées au niveau de la station de Saint-Laurent-Blangy indiquent une diminution des concentrations moyennes annuelles au cours de la période 2019-2023 : de 15 à 10 µg/m³. Les moyennes annuelles mesurées respectent la valeur limite de 40 µg/m³ sur les cinq dernières années.

Particules PM₁₀ et PM_{2.5}

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ présentent une tendance proche de celle du NO₂ sur la période 2019-2023. Les moyennes annuelles de PM₁₀ respectent largement la valeur réglementaire de 40 µg/m³, ainsi que le seuil de 35 jours de dépassement de la moyenne journalière de 50 µg/m³. Les moyennes annuelles de PM_{2.5} respectent également le seuil réglementaire établi à 25 µg/m³ en moyenne annuelle au cours de 5 dernières années.

Synthèse

Ces résultats ne laissent pas envisager de dépassement des valeurs réglementaires concernant les concentrations de NO₂ et de particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}) dans l'environnement de fond de la zone de projet. Cependant une campagne de mesure in situ est réalisée afin d'étudier plus précisément la répartition des concentrations en NO₂ (principal composé émis par le trafic routier) et en particules PM₁₀ et ainsi de mieux définir l'état initial de la qualité de l'air sur la zone du 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 4 (PRSE4) des Hauts-de-France**, établi sur la période 2024-2028, est une déclinaison régionale du PNSE4, renouvelé tous les 5 ans comme ce dernier. Co-piloté par l'Agence Régionale de Santé (ARS)), le PRSE4 comprend ainsi un certain nombre d'actions du PNSE4 déclinées au niveau régional, en adéquation avec les priorités locales, mais également des actions issues de problématiques spécifiques propres aux territoires normands. Au total, les objectifs du PRSE4 se déclinent autour de 5 axes transversaux qui sont :

- Axe 1 - renforcer la prévention et la gestion des zoonoses et des espèces à enjeux pour la santé humaine et animale
- Axe 2 - réduire l'impact des activités humaines sur l'eau, l'air et le sol
- Axe 3 - renforcer les modes de vie, de consommation, et les environnements intérieurs respectueux de la santé
- Axe 4 - agir de manière coordonnée pour un urbanisme et un aménagement du territoire favorable à la santé
- Axe 5 - produire et partager les connaissances en santé-environnement pour favoriser le pouvoir d'agir de chacun

Parmi les 14 actions retenues, les suivants présentent un lien direct ou indirect avec la qualité de l'air :

- Mobiliser les acteurs, au cœur des territoires, notamment les collectivités, quant à leur rôle en matière de santé-environnement
- Renforcer les pratiques des acteurs des principaux secteurs d'activités de la région pour réduire leurs impacts sur l'air, l'eau, le sol et la santé humaine
- Favoriser la prise en compte des enjeux en santé-environnement par les parents et futurs parents et par les professionnels de la périnatalité et de la petite enfance
- Accompagner les collectivités territoriales et les professionnels de l'urbanisme et de l'aménagement dans l'utilisation des leviers à leur main pour intégrer la santé dans les projets d'aménagement
- Améliorer les connaissances des expositions de la population des Hauts-de-France en matière de santé-environnement
- Renforcer l'observation régionale et locale en santé-environnement et l'outillage des collectivités
- Renforcer le pouvoir d'agir des habitants, notamment des jeunes, en santé-environnement

Le **Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) Nord-Pas de Calais et de Picardie** actuellement en vigueur a été approuvé le 30 juin 2012 par arrêté du préfet de région. Il fixe à moyen et long terme 50 orientations stratégiques pour le territoire régional. Les orientations régionales en matière de qualité de l'air définies dans le SCRAE intègrent les éléments suivants :

- Réduire les émissions des polluants atmosphériques
- Connaître les émissions de pesticides et engager des démarches de sensibilisation
- Approfondir les connaissances et sensibiliser sur la qualité de l'air, l'origine des pollutions et les impacts
- Développer l'urbanisation près des points d'accès aux transports collectifs
- Développer le travail et les services à distance
- Adapter les infrastructures et l'aménagement urbain aux modes de déplacements alternatifs
- Optimiser l'offre et l'usage des transports en collectifs
- Promouvoir les nouvelles pratiques de mobilité
- Efficacité énergétique et maîtrise des rejets atmosphériques dans la production

Le **Plan de Déplacement Urbains (PDU) de la Communauté urbaine d'Arras** approuvé le 28 novembre 2019, est un document stratégique relatif aux modes de déplacements arrageois et des marchandises, à l'horizon 2030. Il traite des politiques de mobilité sur l'ensemble du la CU, 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 des 40 actions favorisant notamment le développement des transports en commun, des circuits de mobilité douce et de la mobilité partagée.



II.5.3] Les plans à l'échelle locale

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) dans les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre de plus de 50 000 habitants en 2017 et de plus de 20 000 habitants en 2019.

Le **PCAET de la communauté urbaine d'Arras** (qui comprend 46 communes) a été adopté en conseil communautaire le 26 juin 2023. Il s'articule autour de 5 axes stratégiques et couvre la période 2023-2028 :

- Développer les énergies renouvelables et récupérables
- Développer une offre de mobilité vertueuse
- Promouvoir l'économie circulaire et l'engagement de tous : entreprises, habitants...
- Accroître les performances énergétiques du bâti public et privé
- Préserver et restaurer les espaces naturels et améliorer le cadre de vie

Au total, 100 actions découlent directement de ces cinq axes dont les suivantes sont directement ou indirectement liées à l'amélioration de la qualité de l'air sur le territoire :

- Tenir les engagements du schéma directeur des modes doux
- Mettre en place un jalonnement modes doux
- Diversifier et développer l'offre de stationnement vélo sur l'espace public
- Développer l'offre de stationnement vélo dans les immeubles collectifs
- Aménager les extensions de la véloroute de la mémoire (V32) vers les sites patrimoniaux locaux
- Déployer une zone à faibles émissions volontaire
- Structurer un schéma des aires de covoiturage et des parkings relais
- Intensifier le déploiement des infrastructures de charge pour véhicules électriques

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). Pour les études de niveau II ou supérieur, des mesures complémentaires de particules PM₁₀ peuvent être réalisées sur demande de l'autorité environnementale.

Etant donné la spécificité du projet par rapport à la proximité d'un axe routier assez fréquenté (départementale RD939) les polluants intégrés à cette étude sont le NO₂, les particules PM₁₀, ainsi que les particules PM_{2.5}.

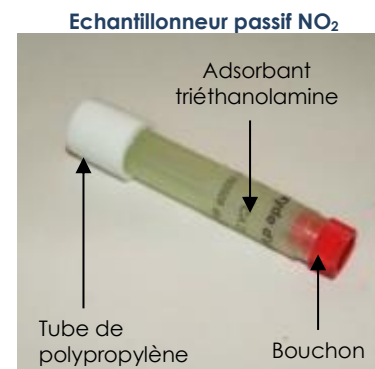
III.1.2) Mesure du dioxyde d'azote

Les mesures du dioxyde d'azote (NO₂) sont réalisées par capteurs à diffusion passive, conformément à la norme NF EN 16339³. 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.1.3) Mesure passive des particules

En se conformant à la méthode de référence, les mesures de particules en air ambiant nécessitent une instrumentation complexe à mettre en œuvre, notamment pour des besoins d'alimentation électrique. Généralement ces contraintes ne permettent pas de caractériser la pollution atmosphérique sur chaque zone souhaitée. Dans le cadre de cette étude, une méthode complémentaire est donc proposée.

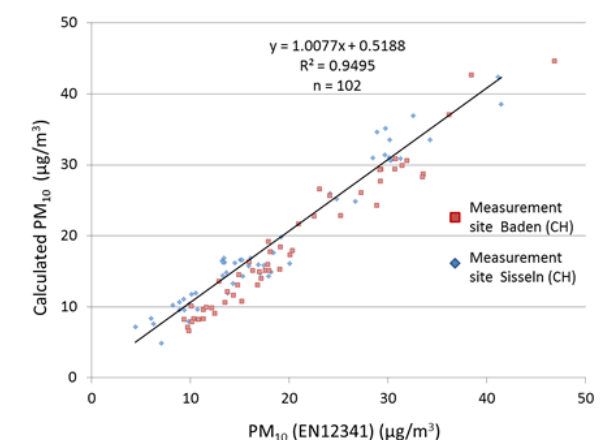
Cette méthode conforme à la norme allemande VDI 2119 (mesure des particules de diamètre aérodynamique entre 2,5 et 80 µm) consiste à recueillir les particules de manière passive à l'aide de collecteurs pouvant être placés sur les supports verticaux du domaine public de la même façon que les boîtes de prélèvement du NO₂.

Les collecteurs contiennent un film adhésif sur lequel les particules se déposent par sédimentation.

L'analyse granulométrique des films par microscope électronique permet d'évaluer la teneur des PM₁₀ dans l'air ambiant au cours de la période d'exposition.

Le graphique ci-contre présente la comparaison des résultats de cette méthode avec la mesure réglementaire des PM₁₀ par gravimétrie (norme NF EN 12341).

Collecteur de particules



³ Norme NF EN 16339 : Air ambiant - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion.

III.2 Plan d'échantillonnage

III.2.1) Points de mesure

En fonction des typologies d'exposition définies au paragraphe II.4.1) et de la dimension du projet, l'échantillonnage est établi pour **6 points NO₂** et **2 points PM₁₀**.

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	Rue Stephenson
P2	Fond	NO ₂ + PM ₁₀	Chemin Nord-Est de la zone
P3	Fond	NO ₂	Chemin de la Croix au Bois
P4	Trafic	NO ₂ + PM ₁₀	RD939
P5	Fond	NO ₂	Chemin de Feuchy
P6	Fond	NO ₂	Rue Henri Becquerel

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 **7 au 21 juin 2024**.

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 d'Arras :

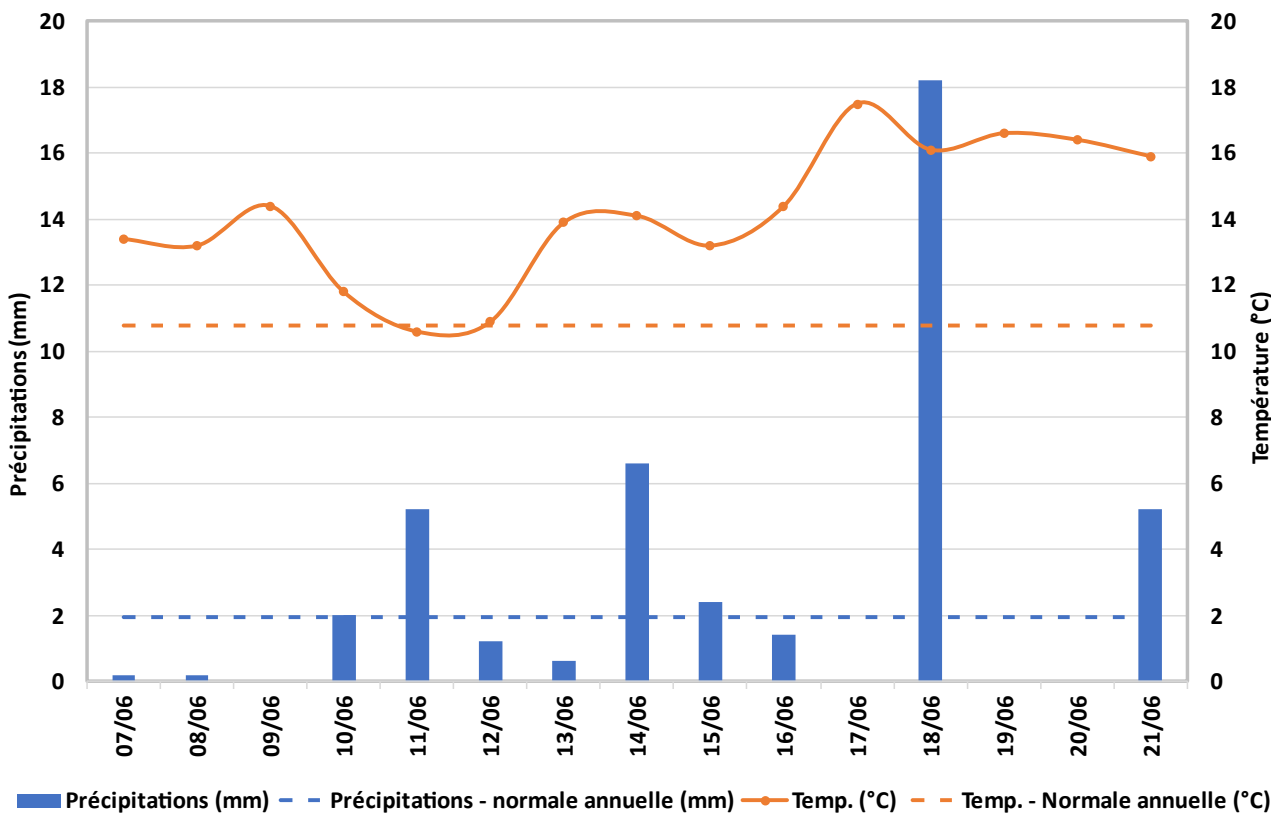


Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont supérieures aux normales (14,2 °C en moyenne contre 10,8 °C pour la normale), indiquant des conditions propices à une diminution des concentrations en NO₂ par rapport à la moyenne annuelle.

Par ailleurs, les précipitations sont plus importantes que les normales (2,9 mm/j contre 1,9 mm/j pour la normale) ce qui peut contribuer à une légère diminution des concentrations en particules par rapport à la moyenne annuelle.

- Conditions de vent

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

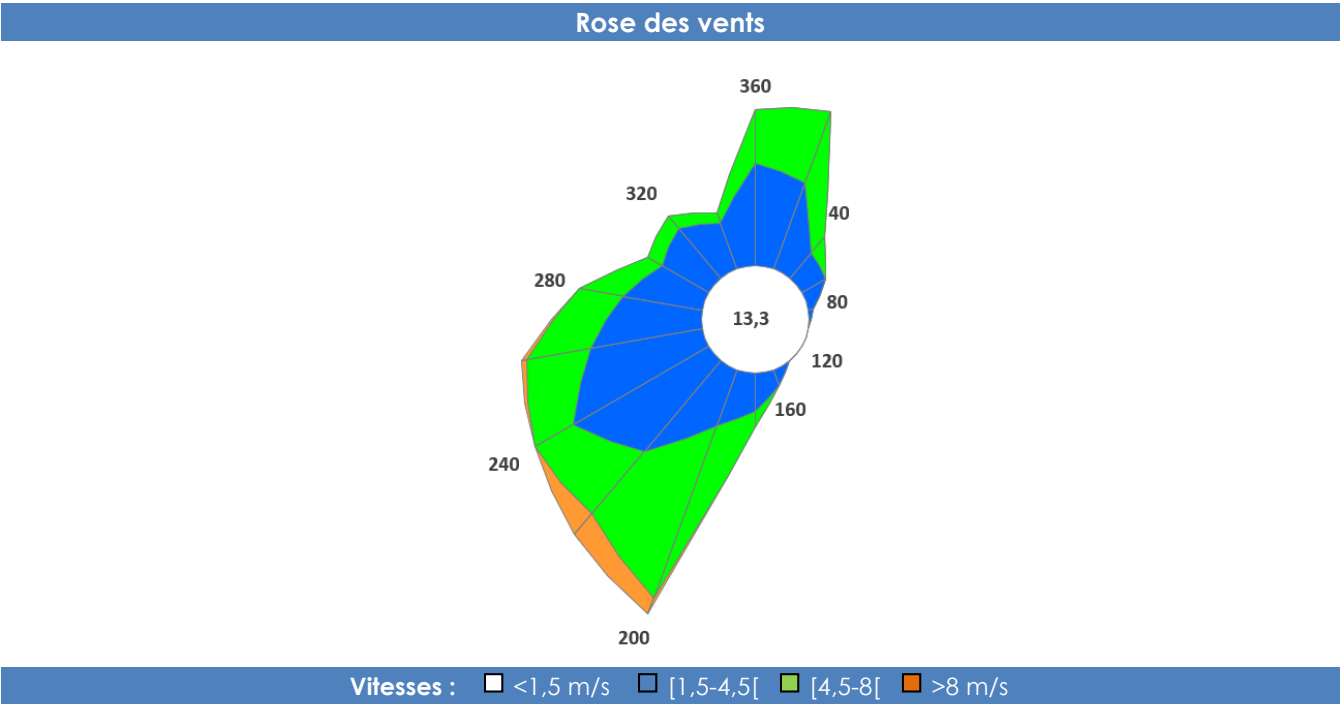


Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents durant la campagne est caractérisée par un secteur sud majoritaire et un secteur secondaire nord-est, représentatifs de la décennale. Les vitesses de vents relevées pendant la campagne sont relativement élevées (environ 13 % des vents sont inférieurs à 1,5 m/s contre environ 17 % pour la décennale), ce qui indique une dispersion plus importante par rapport aux normales.

III.3.2) Conditions de pollution atmosphérique

Les concentrations en NO₂ et PM₁₀/PM_{2.5} enregistrées par Atmo Hauts-de-France au niveau des stations Saint-Laurent-Blangy sur l'année 2023 et la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2023 (µg/m³)	Ecart (%) Campagne / 2023
St-Laurent-Blangy (fond périurbain)	NO ₂	8,2	10,3	- 20,4
	PM ₁₀	12,1	15,9	- 23,9

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

En lien avec les conditions météorologique, les teneurs en NO₂ sont plus faibles lors de la campagne de mesure qu'en moyenne annuelle (- 20,4 %).

Les mesures de particules PM₁₀ sont également plus faibles lors de la campagne qu'en moyenne annuelle (- 23,9 %).

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 standard⁴ 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	10,2 µg/m ³
Ecart standard du doublet	0,3 %
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 présentées dans le tableau suivant :

Concentration (µg/m ³)	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Typologie	Trafic	Fond	Fond	Trafic	Fond	Fond
NO ₂	13,5	10,2	8,9	14,6	7,1	10,1

Tableau 10 : résultats des mesures NO₂

III.3.5) Concentrations en PM₁₀

Les concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} mesurées sur chaque point sont présentées ci-dessous :

Concentration en µg/m ³	P2	P4
PM ₁₀	10,9	11,4

Tableau 11 : résultats des mesures PM₁₀

III.3.6) Cartographie des résultats

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

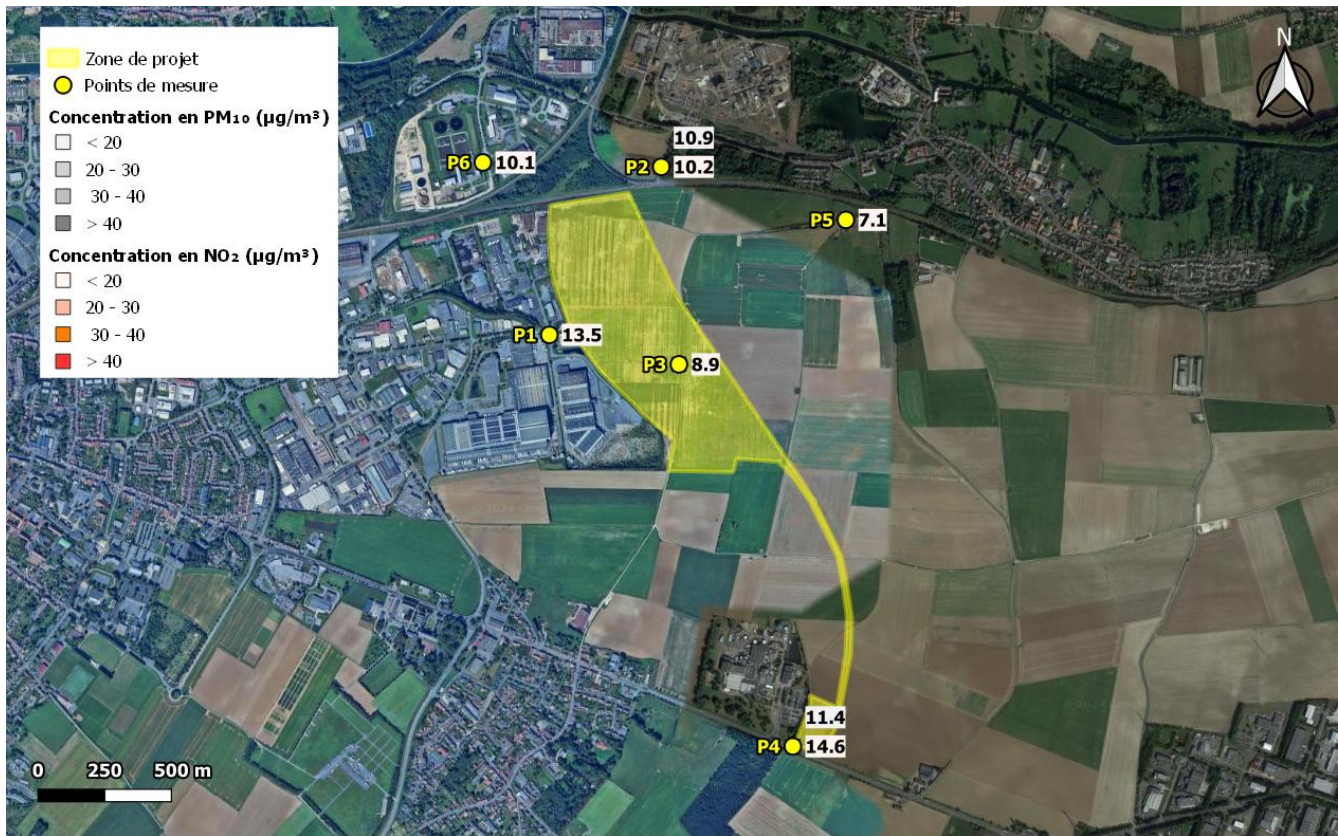


Figure 13 : cartographie des résultats

Les concentrations en NO₂ sur la zone d'étude sont relativement faibles, avec des valeurs comprises entre 7,1 et 14,6 µg/m³. Les points de trafic P1 et P4 présentent les concentrations les plus élevées (> 13 µg/m³) ce qui s'explique par la proximité de ces points avec les axes routiers les plus fréquentés, notamment la rue de Stephenson et la départementale RD939. Les points de fond enregistrent les concentrations les plus faibles sur la zone (inférieures à 10 µg/m³) ce qui s'explique par leur éloignement plus important.

Les concentrations en PM₁₀ mesurées au niveau du point de mesure de fond (P2) et de trafic (P4) sont plus homogènes et peuvent être considérées comme relativement faibles (environ 11 µg/m³). Ce résultat s'explique par la contribution moins importante du trafic routier sur les émissions de ce polluant.

⁴ 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.

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 mesure⁵ et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs⁶.

Les graphiques suivants présentent les concentrations en polluant obtenues 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)

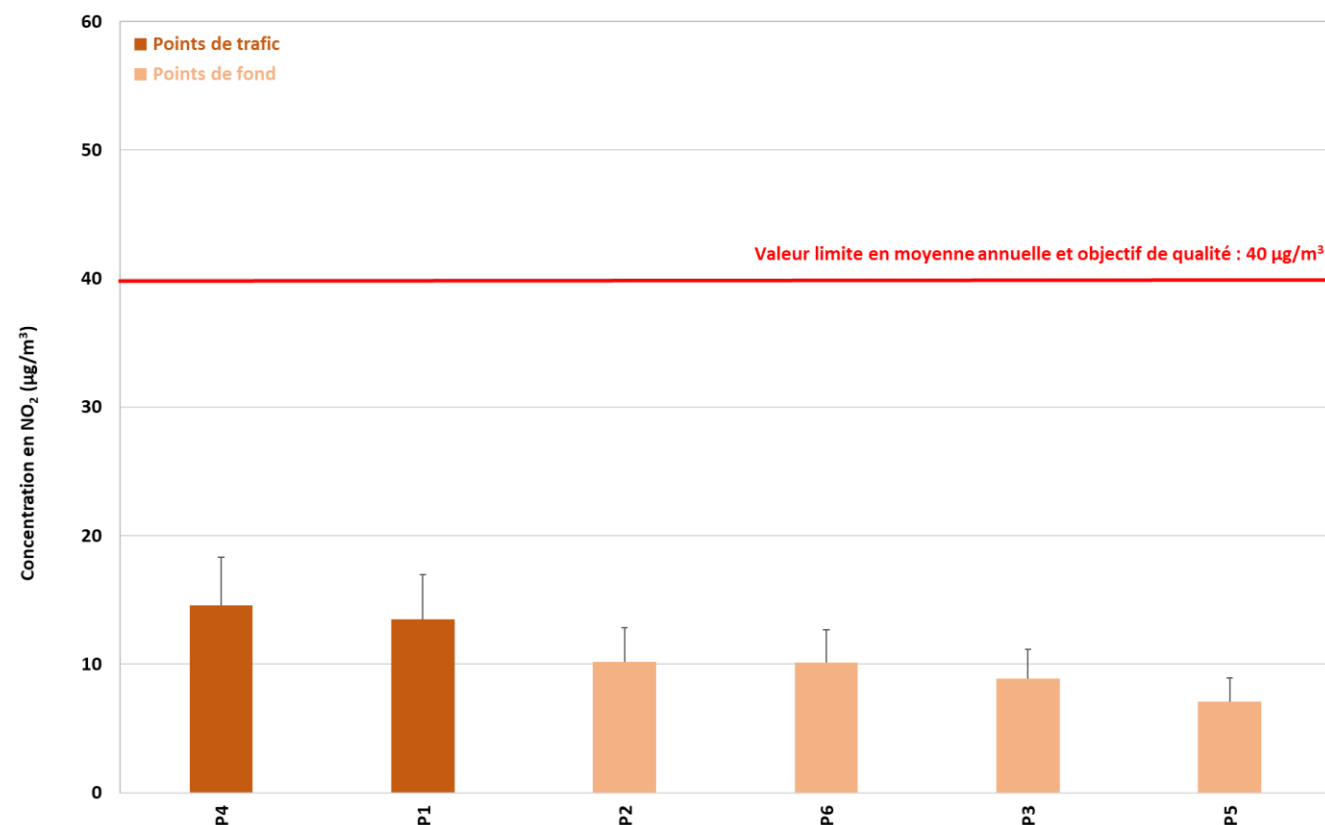


Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO₂ à la réglementation

La distribution des concentrations est cohérente avec la typologie des points de mesure. Aucun point ne présente de concentration supérieure à 40 µg/m³. Bien que la campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO₂ plus faibles d'environ 20 % sur la station de fond périurbain et 31 % sur celle de fond urbain par rapport à la moyenne de l'année précédente, les faibles valeurs mesurées ne laissent envisager aucun dépassement à l'échelle annuelle.

⁵ 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.

⁶ 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.

III.4.3) Particules PM₁₀

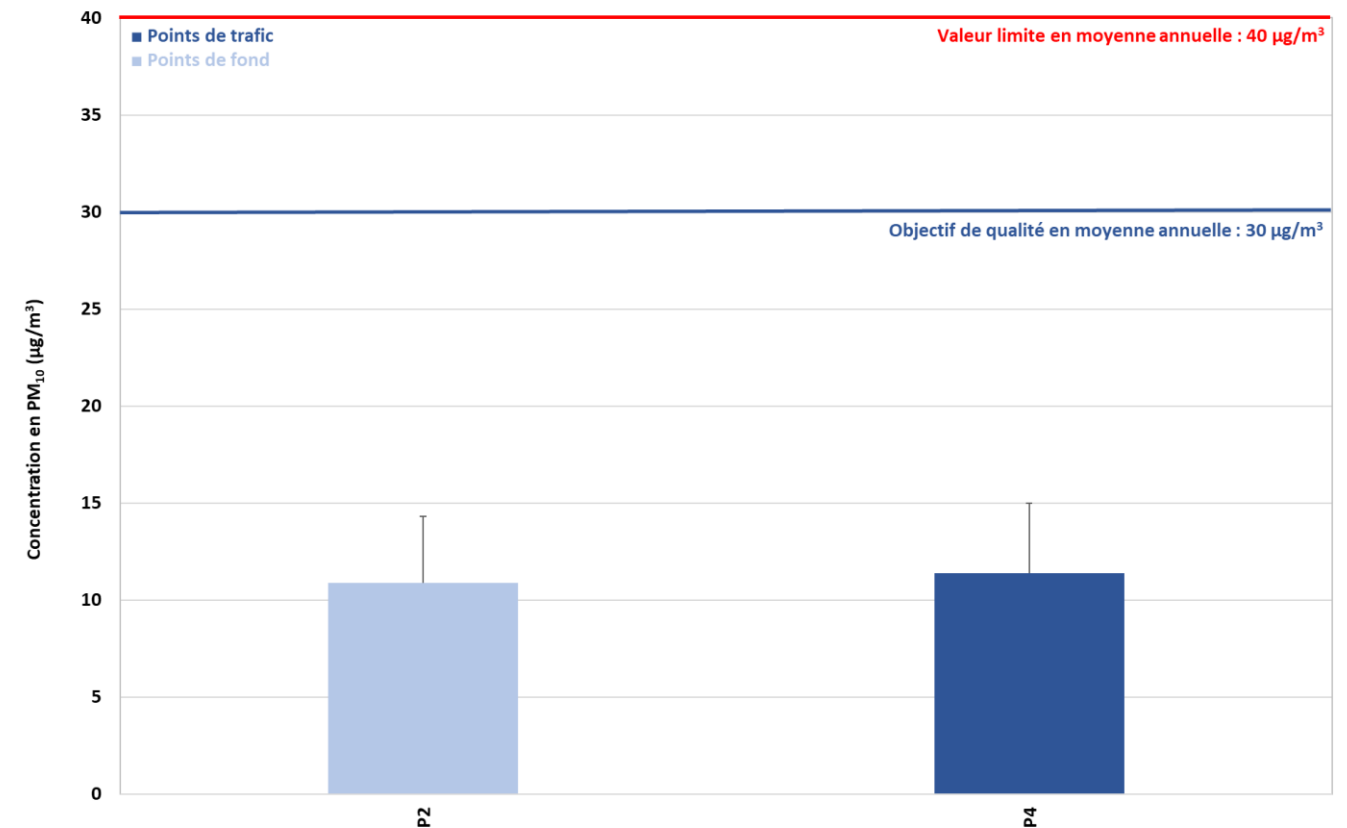


Figure 15 : comparaison des résultats des mesures PM₁₀ et PM_{2.5} à la réglementation

Pour les particules PM₁₀, les données des stations de mesure indiquent des valeurs plus faibles d'environ 24 % au cours de la période de mesure par rapport à la moyenne de l'année précédente. Dans ces conditions, aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est envisagé.



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 (2024)
- La situation future sans projet (2033)
- La situation future avec projet (2033)

IV.1.5) Données de trafic

Les hypothèses suivantes sont prises par Airea pour compléter les données issues de l'étude de circulation fournie par le bureau d'études Dynalogic et référencée sous « Extension de la Zone Industrielle Est à Saint-Laurent-Blangy et Tilloy-lès-Mofflaines – Etude de trafic et de circulation – 5 décembre 2024 »

- Les vitesses moyennes pratiquées sur chacune des voies sont issues de la base de données IGN.
- Les données de trafic du scénario « futur sans projet » sont considérées identiques aux données du scénario « actuel ».
- La vitesse des nouveaux brins reliant le projet (17 et 21) est définie à 20 km/h en se basant sur les vitesses pratiquées sur les axes de même niveau de trafic.

Le tableau 12 présente l'ensemble des données de trafic considérées :

N°	Brin routier	TMJA Actuel		TMJA Futur sans projet		TMJA Futur avec projet		Vitesse km/h
		VL	PL	VL	PL	VL	PL	
1	RD60 – Avenue d'Immercourt Nord	12 920	680	12 920	680	14 553	147	29
2	RD260 - Nord	11 815	2 085	11 815	2 085	13 932	3 268	61
3	Rue Camille Guérin	3 003	897	3 003	897	8 000	2 000	42
4	Rue de Berlin	5 162	638	5 162	638	5 160	840	34
5	RD260 – Sud – Rue de Berlin	8 178	1 222	8 178	1 222	8 613	1 287	48
6	RD260 – Sud – Rue de Cambrai	8 178	1 222	8 178	1 222	8 613	1 287	48
7	Rue de Cambrai	7 920	80	7 920	80	8 415	85	46
8	Rue en face de la RD260	3 000	0	3 000	0	3 200	0	46
9	RD60 – Avenue d'Immercourt Sud	13 156	1 144	13 156	1 144	11 921	1 179	56
10	RD939 - Ouest	16 461	1 239	16 461	1 239	17 298	1 302	44
11	RD939 - Proximité RD60	16 200	1 800	16 200	1 800	15 015	1 485	39
12	RD939 – Lien zone de projet	16 200	1 800	16 200	1 800	15 470	1 530	44
13	RD939 - Est	15 930	1 770	15 930	1 770	17 010	1 890	59
14	RD60 – Proximité rue des Genêts	18 676	1 624	18 676	1 624	20 367	1 533	34
15	RD60 – Proximité Vieux Chemin d'Arras	19 565	1 935	19 565	1 935	20 976	1 824	70
16	RD60 – Sud	18 400	1 600	18 400	1 600	20 460	1 540	63
17	Nouvelle voie traversant le projet parallèle au brin 20	0	0	0	0	1 900	0	20
18	Nouvelle voie traversant le projet - Sud	0	0	0	0	2 175	725	55
19	Nouvelle voie traversant le projet	0	0	0	0	3 648	1 152	43
20	Nouvelle voie reliant la rue Camille Guérin au projet	0	0	0	0	3 588	1 012	42
21	Nouvelle voie perpendiculaire à la RD939	0	0	0	0	1 400	0	20

Tableau 12 : données de trafic

IV.1.6) Bande d'étude

Les données de trafic permettent de définir la bande d'étude conformément au tableau 13 :

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

La figure 16 présente la bande d'étude du projet :

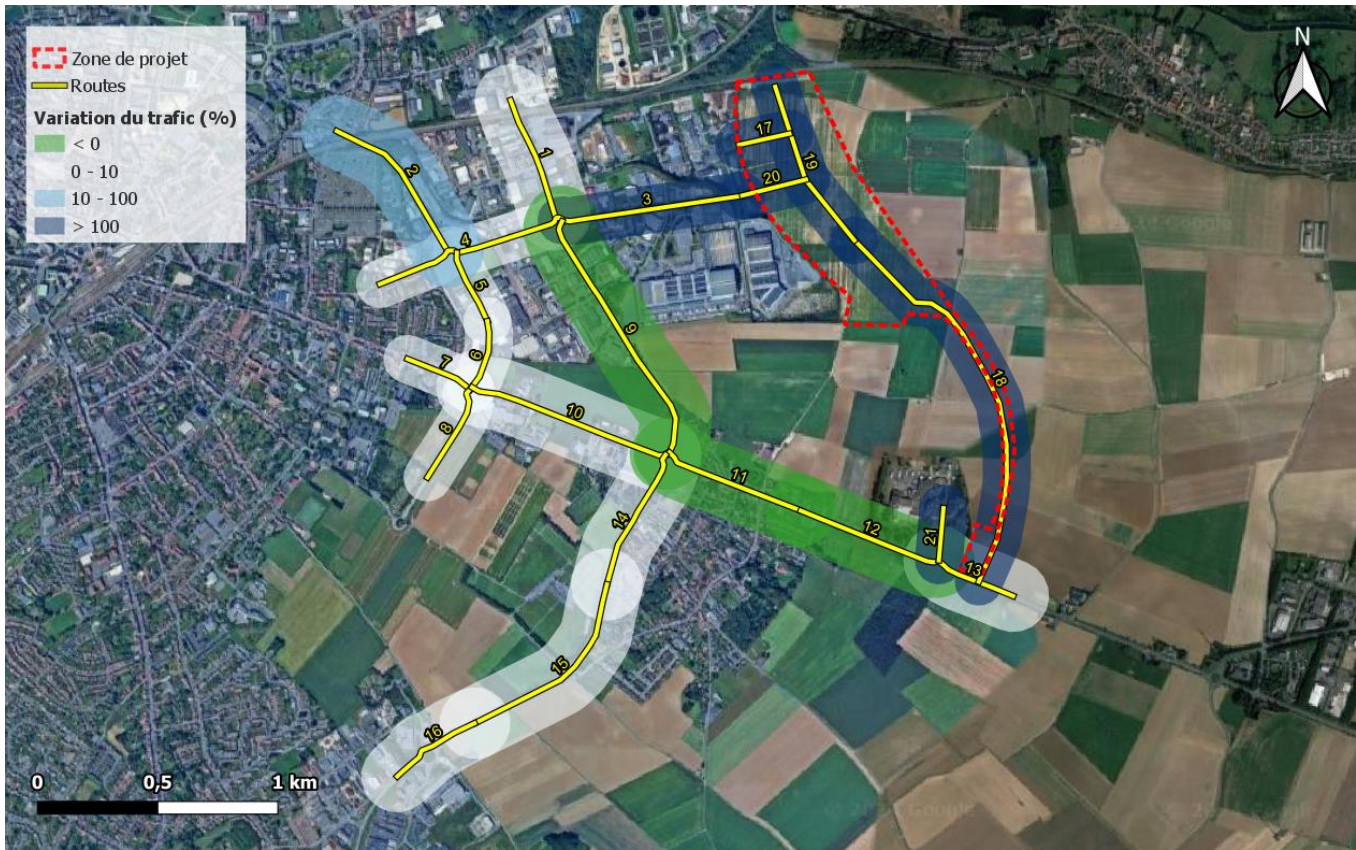


Figure 16 : bande d'étude

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	34,3	24,1	-30%	27,9	-19%	16%
Benzène	g/j	38,2	16,0	-58%	18,4	-52%	15%
Benzo[a]pyrène	mg/j	112,6	84,2	-25%	97,3	-14%	16%
Arsenic	mg/j	1,4	1,5	5%	1,7	22%	17%
SO ₂	g/j	318,5	346,8	9%	401,4	26%	16%
Nickel	mg/j	7,7	8,7	14%	10,0	31%	15%
COVNM	kg/j	1,5	1,4	-12%	1,7	8%	22%
NO _x	kg/j	50,9	24,2	-52%	28,4	-44%	17%
PM _{2,5}	kg/j	3,4	2,8	-18%	3,3	-4%	18%
PM ₁₀	kg/j	5,2	4,6	-12%	5,4	4%	18%

Tableau 14 : 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	8,7	8,3	-4%	9,9	14%	19%
CO ₂	t/j	27,4	26,3	-4%	31,2	14%	19%
N ₂ O	g/j	1287,7	1137,0	-12%	1375,7	7%	21%
CH ₄	g/j	517,5	413,1	-20%	489,3	-5%	18%

Tableau 15 : 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. 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 le scénario avec projet et le scénario sans projet entraîne une augmentation de 17 % des émissions. Par rapport au scénario actuel, il en résulte une diminution de 44 % lors de la mise en service du projet.

Pour le CO₂, principal composé traceur des GES, le projet entraîne une augmentation de 19 % des émissions. Il en résulte une augmentation de 14 % 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 17 : émissions de NO_x – scénario actuel



Figure 19 : émissions de NO_x – scénario futur avec projet



Figure 18 : émissions de NO_x – scénario futur sans projet

IV.2.3) Etude des variations liées au projet

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



Figure 20 : variation émissions de NOx avec / 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	RD60 – Avenue d'Immercourt Nord	5,9	3,0	2,9	-4
2	RD260 - Nord	5,4	2,4	3,1	31
3	Rue Camille Guérin	2,5	1,0	2,4	144
4	Rue de Berlin	3,0	1,4	1,5	10
5	RD260 – Sud – Rue de Berlin	4,1	1,8	1,9	5
6	RD260 – Sud – Rue de Cambrai	4,1	1,8	1,9	5
7	Rue de Cambrai	2,2	1,2	1,3	6
8	Rue en face de la RD260	0,8	0,5	0,5	7
9	RD60 – Avenue d'Immercourt Sud	4,7	2,3	2,2	-7
10	RD939 - Ouest	6,6	3,2	3,4	5
11	RD939 - Proximité RD60	8,1	3,8	3,4	-10
12	RD939 – Lien zone de projet	7,5	3,5	3,2	-7
13	RD939 - Est	6,0	2,9	3,1	7
14	RD60 – Proximité rue des Genêts	9,2	4,4	4,6	5
15	RD60 – Proximité Vieux Chemin d'Arras	6,5	3,2	3,4	5
16	RD60 – Sud	6,2	3,0	3,3	8
17	Nouvelle voie traversant le projet parallèle au brin 20	0,0	0,0	0,4	+ ∞
18	Nouvelle voie traversant le projet - Sud	0,0	0,0	0,6	+ ∞
19	Nouvelle voie traversant le projet	0,0	0,0	1,2	+ ∞
20	Nouvelle voie reliant la rue Camille Guérin au projet	0,0	0,0	1,1	+ ∞
21	Nouvelle voie perpendiculaire à la RD939	0,0	0,0	0,3	+ ∞

Tableau 16 : récapitulatif des émissions de NOx par brins routiers

A l'horizon 2033, les augmentations d'émissions polluantes les plus importantes liées au projet sont observées au niveau de la rue Camille Guérin (brin n°3), de la RD260 Nord (brin n°2), la rue de Berlin (n°4) ainsi que sur les nouvelles voies prévues par l'extension de la zone industrielle (brins n°17 à 21). Des diminutions d'émissions sont observées sur les routes départementales RD939 (brins n°11 et 12) et RD60 (brins n°1 et 9) du fait du report de circulation sur les voies nouvellement créées.



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 17 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 17 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier

La densité de population moyenne dans la zone d'étude est d'environ 736 habitants/km² (données carroyées Insee 2019). Les valeurs tutélaires sont donc sélectionnées sur la gamme « urbain ».

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 Mondiale⁷. 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 solidaire⁸. 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)⁹.

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 (€)	35 460	10,2%	37 681	17,1%	37 681	17,1%
TMJA total du projet (véh/j)	214 500	11,9%	214 500	11,9%	244 400	29,4%
Emissions PM _{2.5} + NO _x + COVNM + SO ₂ (kg/j)	56,2	-58,5%	28,7	-78,7%	33,7	-74,6%
Evolution globale		-48,8%		-72,1%		-61,5%

Tableau 18 : 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%	-48,8%	-72,1%	-61,5%
Valeur tutélaire VP (€/100 véh.km)	1,3	0,7	0,4	0,5
Valeur tutélaire PL (€/100 véh.km)	17,7	9,1	4,9	6,8

Tableau 19 : 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	119 805	119 805	135 752
Trafic PL (véh.km) / jour	12 250	12 250	15 819
Coût VP (€/jour)	798	434	679
Coût PL (€/jour)	1 110	604	1 078
Coût total (€/jour)	1 908	1 038	1 757

Tableau 20 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique **augmentent d'environ 69 %** (de 1 038€/j à 1 757 €/j) avec la mise en place du projet.

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 2019¹⁰. 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)	184,6	325,0	325,0
CO ₂ émis (t/jour)	27,4	26,3	31,2
Coût CO ₂ émis (€/jour)	5065,4	8550,6	10144,2

Tableau 21 : coûts collectifs liés à l'effet de serre

Les coûts collectifs liés à l'effet de serre **augmentent d'environ 19 %** (de 8 550 €/j à 10 144 €/j) avec la mise en place du projet.

⁷ La Banque Mondiale. Croissance du PIB par habitant entre 2010 et 2019.

⁸ Service de la donnée et des études statistiques. Développement Durable. Données sur le parc des véhicules au 1^{er} janvier 2020.

⁹ 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 TREFICTM.

¹⁰ 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 20 m 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 et topographie

La dispersion est modélisée avec les données horaires de vent sur 1 an (2023) acquises auprès de la station Météo France de Arras (62). La figure 21 présente la rose des vents des données utilisées. La rose des vents est majoritairement caractérisée par un secteur sud-ouest.

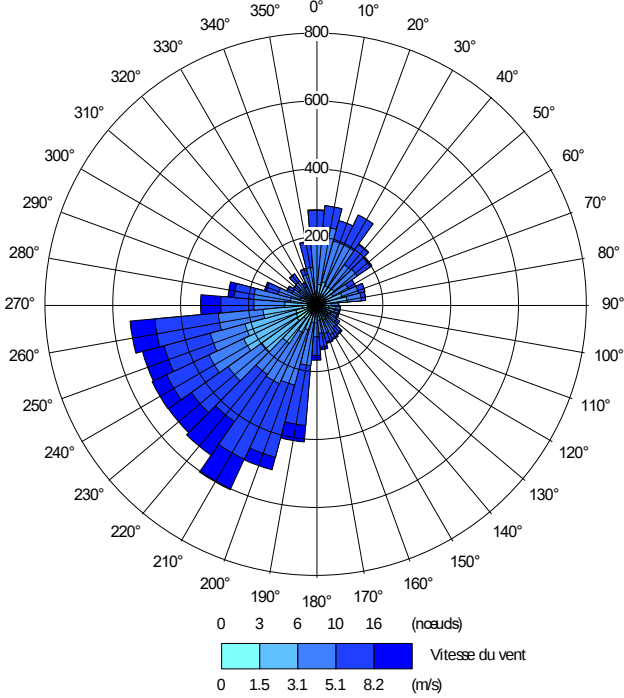


Figure 21 : rose de vents utilisée pour la modélisation

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 22 présente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude indiquant un relief marqué, la zone du projet se situant en contrebas de la zone sud.



Figure 22 : 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 PM ₁₀	Moyenne des concentrations mesurées au niveau des points de fond lors de la campagne réalisée par Airea, rationalisée par rapport à la moyenne annuelle (ratio campagne / moyenne 2023 de la station St-Laurent Blangy)
PM _{2,5} Benzène	Moyennes annuelles des 3 dernières années des stations Atmo Hauts-de-France les plus proches présentant ce type de données (PM _{2,5} : station Harnes Serres ; Benzène : station St-Laurent Blangy)
ETM HAP 1,3 butadiène	Médiane des concentrations de fond en France d'après la base de données Ineris ¹¹ 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 ¹²

Tableau 22 : sources utilisées pour le bruit de fond

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

Polluant	µg/m ³	Polluant	µg/m ³	Polluant	µg/m ³
NO ₂	11,4	Anthracène	0,0003	Dibenzo(a,h)anthracène	0,00004
Particules PM ₁₀	14,3	Benzo(a)anthracène	0,0002	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,0003
Particules PM _{2,5}	9,1	Benzo(b)pyrène	0,0004	Acénaphène	0,0003
Benzène	1,0	Benzo(b)fluoranthène	0,0004	Acénaphylène	0,0003
1,3-butadiène	0,2	Benzo(k)fluoranthène	0,0002	Fluorène	0,0015
Arsenic	0,0005	Benzo(j)fluoranthène	0,0004	Fluoranthène	0,0018
Chrome VI	0,0000525	Benzo(ghi)peryène	0,0004	Phénanthrène	0,0051
Nickel	0,0002	Chrysène	0,0004	Pyrène	0,0013

Tableau 23 : concentrations de fond utilisées

¹¹ 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.

¹² 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.

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 :

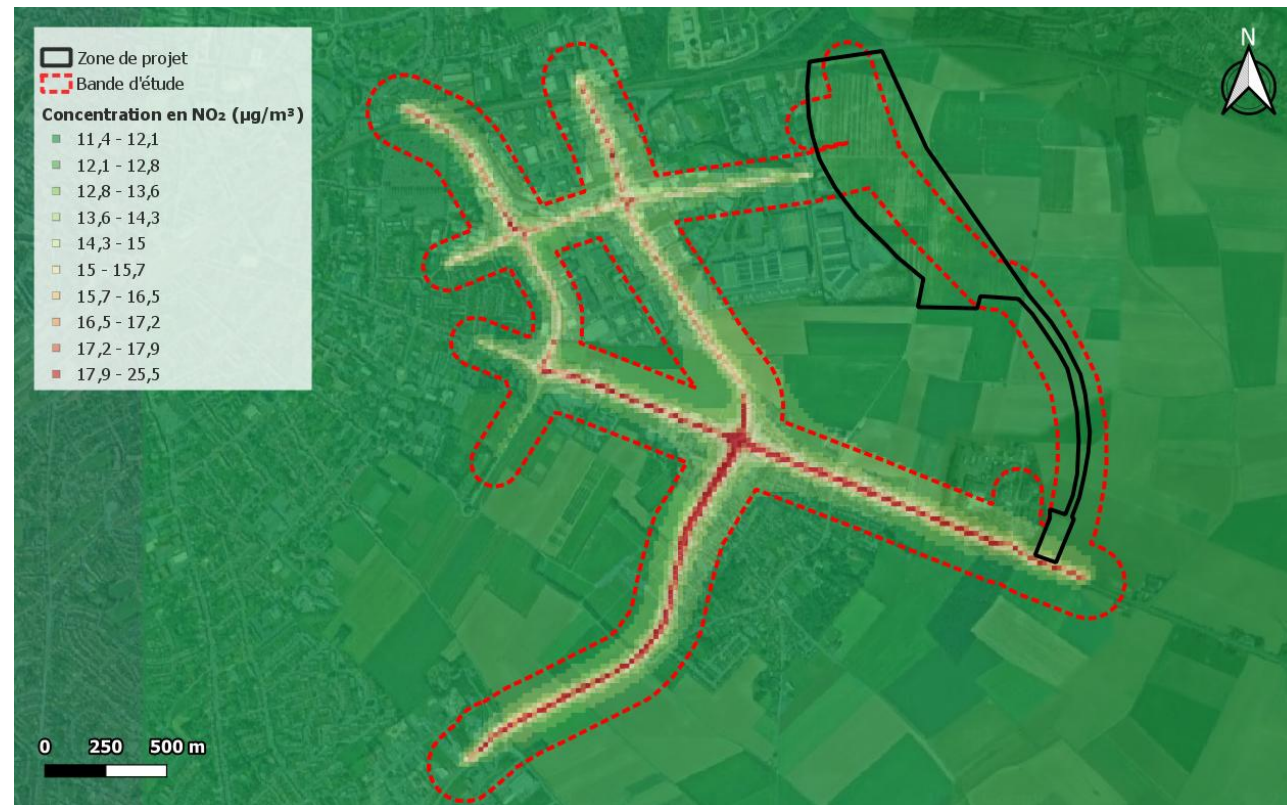


Figure 23 : concentration moyenne journalière en NO₂ – scénario actuel

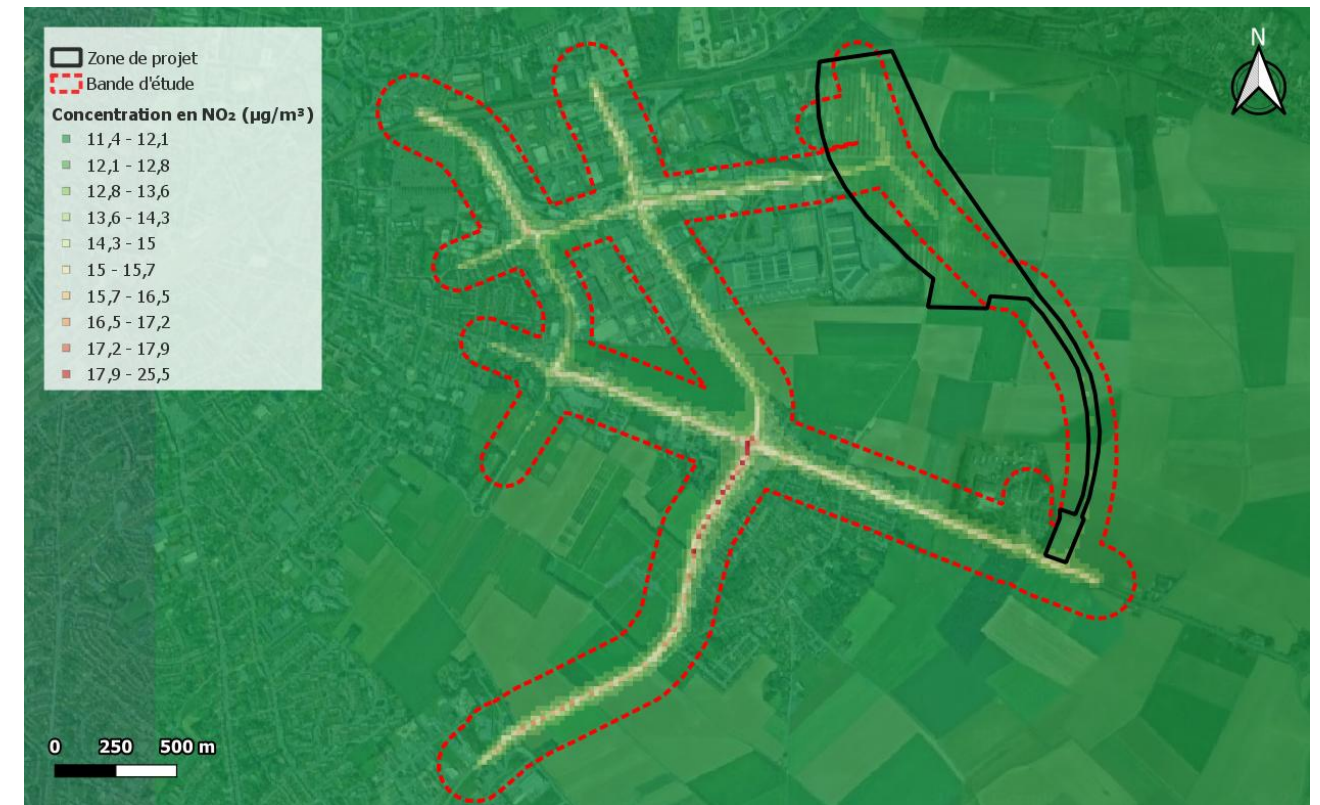


Figure 25 : concentration future moyenne journalière en NO₂ – scénario futur avec projet



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

V.2.2) Variation des concentrations

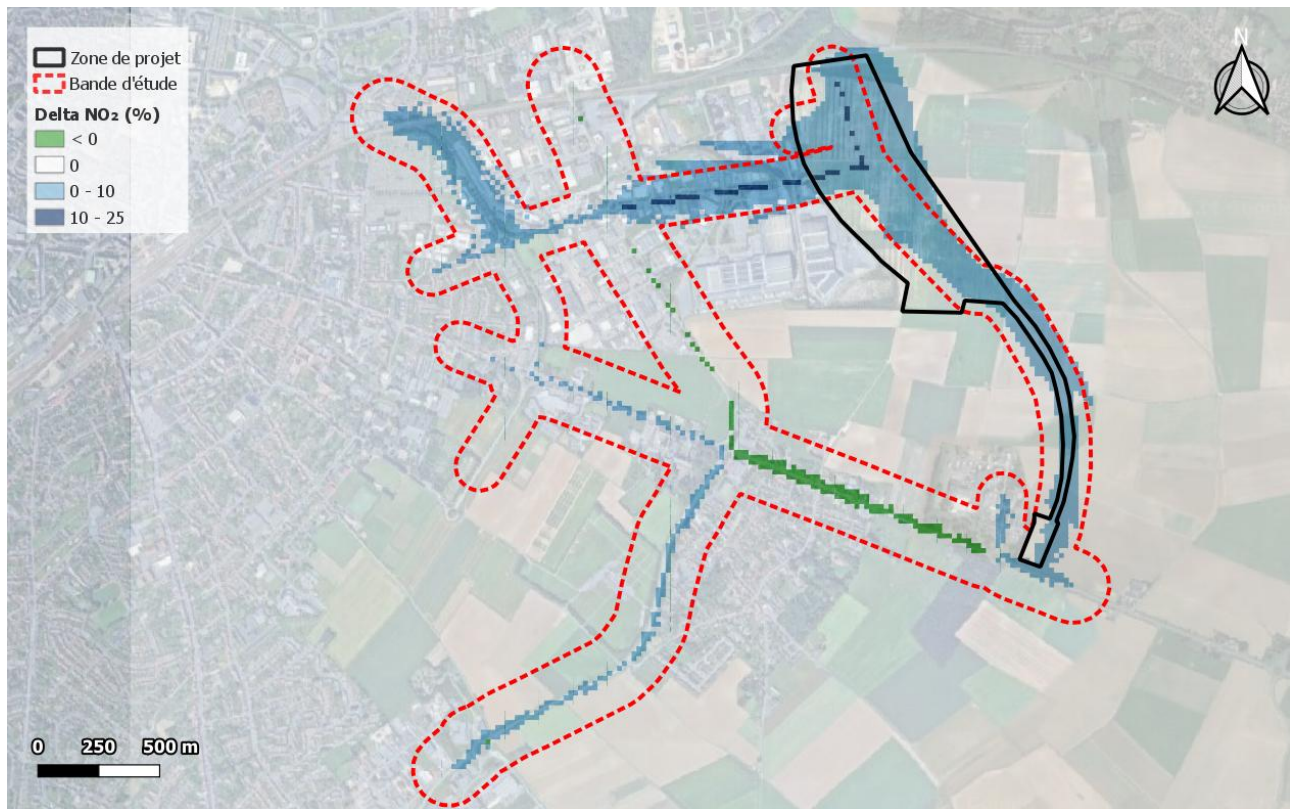


Figure 26 : variation des concentrations en NO₂ entre le scénario futur sans projet et avec projet

Les variations de concentrations les plus importantes entraînées par le projet sont observées d'une part au niveau des axes existants qui subissent les plus fortes augmentations de trafic : rue Camille Guérin (brin n°3) et RD260 nord (brin n°2), et d'autre part sur les axes nouvellement créés (brins n°17 à 21). Cependant, les brins n°11 et 12 induisent une diminution des concentrations en NO₂ au niveau des routes départementales RD939 et RD60.

V.2.3) 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/m ³)			Variation (%)	
	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet	Futur avec/sans projet	Actuel / futur avec projet
Moyenne dans la bande d'étude	12,61	11,98	12,07	0,76%	-4,25%
Point le plus exposé (max)	25,42	18,64	18,90	1,39%	-25,65%
Point le moins exposé (min)	11,50	11,44	11,50	0,52%	0,00%

Tableau 24 : concentrations moyennes en NO₂ sur les points d'intérêt

En moyenne sur la bande d'étude du projet, les concentrations de NO₂ augmentent faiblement (+0,76 %) entre les scénarios avec et sans projet. Les concentrations augmentent également sur le point le plus exposé, de 1,39 %) entre ces deux scénarios. En revanche, ce point d'exposition maximale présente une diminution de -25,65 % entre le scénario actuel et avec projet.

V.2.4) 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 les trois scénarios est considérée comme identique, le projet n'impliquant pas de nouvelles habitations ni de suppression de zone habitée.

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	17 342	16 309	16 331	0,1%

Tableau 25 : IPP selon les scénarios considérés

A l'horizon 2033, **le projet entraine une très faible augmentation de l'IPP dans la bande d'étude (< 1 %)**. Ce résultat s'explique à la fois par la population considérée égale entre les scénarios futurs avec et sans projet, ainsi que par les faibles variations de concentrations.

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 %.

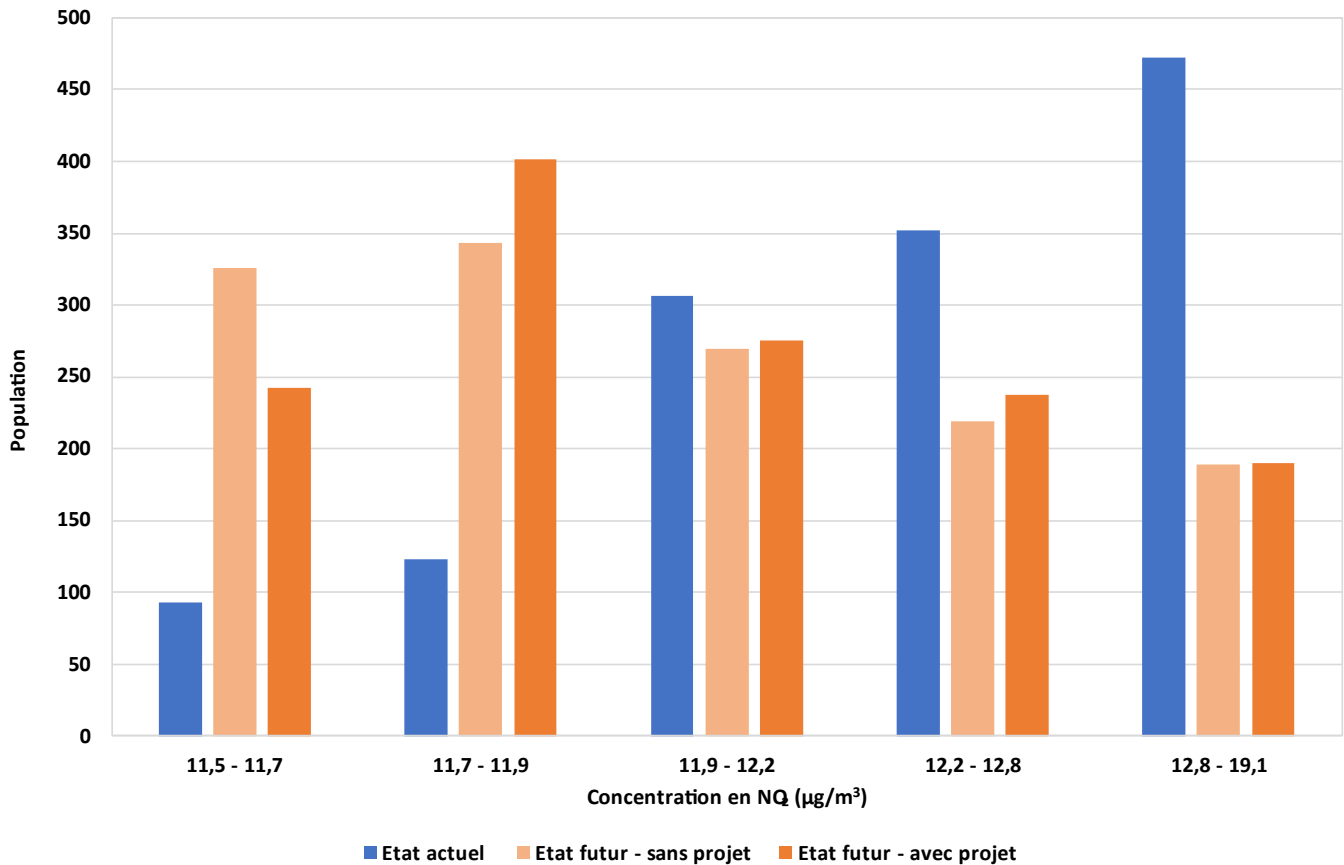


Figure 27 : histogrammes de distribution concentration/population pour le NO₂

Par rapport à la situation actuelle, les scénarios futurs sans projet et avec projet sont associés à une diminution du nombre de personnes exposées aux concentrations les plus fortes dans la zone d'étude (supérieures à 12,2 µg/m³).

L'ensemble de la population est exposé à des concentrations en NO₂ 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 :

- Groupe scolaire Jacques Prévert
- Lycée agricole d'Arras

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

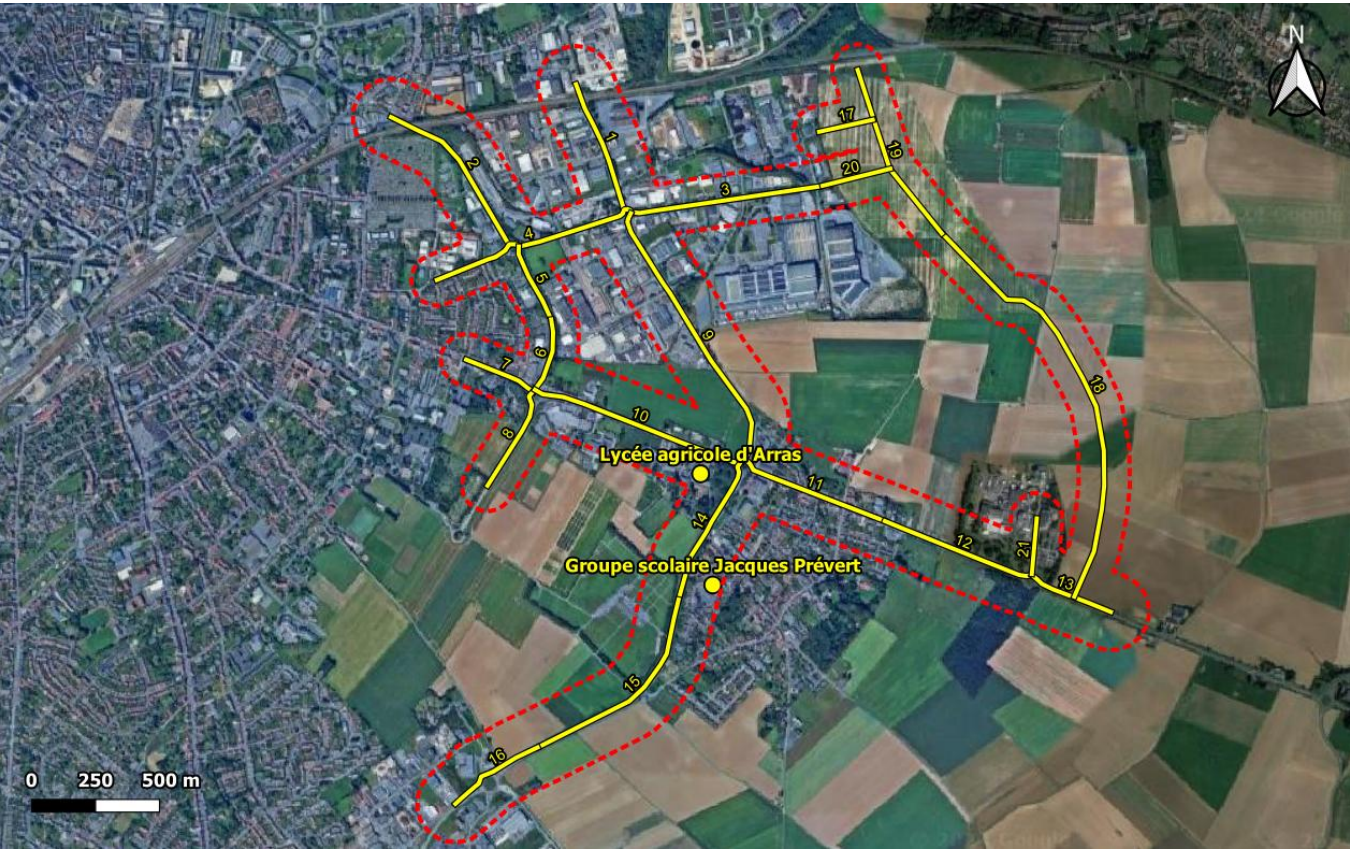


Figure 28 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude

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 :

- o Identification des dangers par sélection des substances pouvant avoir un impact sur la santé ;
- o Relation dose-réponse par recensement des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ;
- o Estimation des expositions selon la voie, le temps et la concentration afin de calculer la concentration moyenne inhalée (CI) ;
- o 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 :

- o 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).
- o 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).
- o 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		✓	
Acénaphthylène		✓	
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 26 : 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 :

- *C_i* la concentration de polluant dans l'air inhalé correspondant à la concentration modélisée au droit de chaque site
- *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

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

Type d'établissement	t _i	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) ¹³
Résidentiel	0,67 (16h/jour) ¹⁴	1

Tableau 27 : 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 28 : 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		Groupe scolaire Jacques Prévert		Lycée agricole d'Arras	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02	2,31E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	2,32E-02	2,32E-02	2,32E-02	2,32E-02
Cerveau	Arsenic	7,69E-03	7,69E-03	7,69E-03	7,69E-03
Fœtus	B(a)P	4,64E-02	4,64E-02	4,64E-02	4,64E-02
Respiratoire	Chrome VI	4,16E-04	4,17E-04	4,17E-04	4,16E-04
	Nickel	5,13E-04	5,14E-04	5,14E-04	5,13E-04
	Naphtalène	1,79E-05	1,94E-05	1,92E-05	1,85E-05
	Total	9,48E-04	9,50E-04	9,50E-04	9,48E-04
Delta projet		0,04%		-0,04%	

Tableau 29 : QD chronique pour l'exposition par inhalation

Le projet entraîne une variation de la somme des QD de -0,04 à -0,04 % 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.

¹³ OCDE (2019). Panorama de la santé 2019 : Les indicateurs de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris.

¹⁴ 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 (année) dépendant du type d'effet
- T_m la durée sur laquelle l'exposition est moyennée (années) 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 ¹⁵	
Etablissement personnes âgées	1 (24h/jour)	1	70	
Etablissement de santé		0,0153 (séjour moyen de 5,6 par an) ¹⁶	70	
Résidentiel	0,67 (16h/jour) ¹⁷	1	16,7 ¹⁸	

Tableau 30 : 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Source	Substance	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Source
Particules PM ₁₀	2,01E-02 ¹⁹	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)
Acénaphène	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 31 : 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 ambiant²⁰. Dans ce cadre l'acceptabilité est définie à partir de l'ERI correspondant aux valeurs guides OMS (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM₁₀ et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{2,5}), soit $ERI > 3,7.10^{-1}$ dans le cadre de cette étude.

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	Scénario	Groupe scolaire Jacques Prévert		Lycée agricole d'Arras	
		Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène		4,29E-07	4,29E-07	2,57E-07	2,57E-07
1,3 butadiène		2,48E-09	2,48E-09	1,49E-09	1,49E-09
Chrome VI		3,57E-08	3,58E-08	2,15E-08	2,14E-08
Nickel		5,61E-10	5,61E-10	3,37E-10	3,37E-10
Arsenic		1,24E-09	1,24E-09	7,42E-10	7,42E-10
Naphtalène		2,64E-10	2,87E-10	1,70E-10	1,64E-10
Acénaphène		3,17E-12	3,20E-12	1,92E-12	1,91E-12
Acénaphthylène		3,12E-12	3,14E-12	1,88E-12	1,88E-12
Anthracène		3,06E-11	3,08E-11	1,84E-11	1,84E-11
Fluorène		1,50E-11	1,50E-11	8,99E-12	8,99E-12
Fluoranthène		1,82E-11	1,82E-11	1,09E-11	1,09E-11
Phénanthrène		5,13E-11	5,14E-11	3,08E-11	3,08E-11
Pyrène		1,32E-11	1,32E-11	7,93E-12	7,93E-12
Benzo(a)pyrène		3,98E-09	3,98E-09	2,39E-09	2,39E-09
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		5,99E-09	5,99E-09	3,60E-09	3,59E-09
Benzo(a)anthracène		2,02E-10	2,02E-10	1,21E-10	1,21E-10
Benzo(b)fluoranthène		4,00E-10	4,00E-10	2,40E-10	2,40E-10
Benzo(k)fluoranthène		2,01E-10	2,02E-10	1,21E-10	1,21E-10
Benzo(ghi)pérylène		4,00E-11	4,01E-11	2,41E-11	2,40E-11
Chrysène		4,05E-11	4,06E-11	2,43E-11	2,44E-11
Dibenzo(a,h)anthracène		4,00E-10	4,00E-10	2,40E-10	2,40E-10
Total		4,80E-07	4,81E-07	2,88E-07	2,88E-07
Delta projet		0,04%		-0,03%	

Tableau 32 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable de 1.10^{-5}

Le projet entraîne variation de -0,03 à -0,04 % des ERI. Le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de 1.10^{-5} est respecté au niveau de tous les sites vulnérables.

Site vulnérable	Scénario	Groupe scolaire Jacques Prévert		Lycée agricole d'Arras	
		Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
PM ₁₀		4,78E-03	4,79E-03	2,87E-03	2,87E-03
PM _{2,5}		1,94E-03	1,94E-03	1,16E-03	1,16E-03
Total		6,72E-03	6,72E-03	4,03E-03	4,03E-03
Delta projet		0,09%		-0,07%	

Tableau 33 : ERI pour l'exposition par inhalation à un risque acceptable pour les particules PM₁₀/PM_{2,5}

Le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de $3,7.10^{-1}$, établi d'après les valeurs OMS pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, est également respecté sur tous les sites et pour tous les scénarios.

¹⁵ DREES (2018). Etudes et résultats – L'EHPAD, dernier lieu de vie pour un quart des personnes décédées en France en 2015.

¹⁶ OCDE (2019). Panorama de la santé 2019 : Les indicateurs de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris.

¹⁷ INVS (2010). Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement.

¹⁸ INSEE (2017). Les conditions de logement en France.

¹⁹ 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.

²⁰ ANSES. Valeurs toxicologiques de référence, les particules de l'air ambiant extérieur, rapport d'expertise collective, janvier 2023.



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 34 : 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)	Groupe scolaire Jacques Prévert		Lycée agricole d'Arras		Valeur OMS 2021	Valeur limite réglementaire
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet		
1 an	11,9	11,9	11,9	11,9	10	40
1 jour	12,9	13,6	13,6	12,9	25	-
1 heure	15,3	16,1	16,3	15,5	200	200

Tableau 35 : comparaison des concentrations aux valeurs guides et réglementaires

La mise en service du projet n'entraîne pas de variation significative des concentrations en NO₂. Néanmoins un **dépassement de la recommandation annuelle de l'OMS** (10 µg/m³) est observé quel que soit le scénario. Ce dépassement est lié au bruit de fond considéré dans la zone d'étude (11,4 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 AASQA, la moyenne des concentrations en NO₂ au niveau des stations de fond urbain régionales pour l'année 2023 est de 12,5 µg/m³).

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

VI.5 Incertitudes

VI.5.1) Identification des dangers

Bien que les polluants considérés dans l'ERS soient basés sur la note méthodologique du 22 février 2019, une incertitude réside sur le choix d'un nombre fini de substances, qui peut sous-estimer le risque pour celles non prises en compte. L'absence de données concernant l'effet de mélange ou les produits de dégradation et de métabolisation des polluants augmente cette incertitude sans pour autant pouvoir conclure sur une surestimation (ex : polluant dégradé vers une substance moins toxique) ou sur une sous-estimation des effets (ex : exposition à un mélange de substances plus délétère qu'à une substance seule).

VI.5.2) Relation dose-réponse

Cette étape apporte plusieurs incertitudes liées à l'élaboration des VTR. En effet une extrapolation est réalisée entre les hautes doses utilisées en laboratoire pour visualiser les effets des substances sur la santé, et les faibles doses représentatives d'une exposition environnementale. La transposition des résultats issus d'expérimentations animales à l'homme présente également une incertitude. Dans les deux cas le caractère de surestimation ou de sous-estimation de la méthode n'est pas déterminé.

VI.5.3) Estimation de l'exposition

Les voies d'exposition par contact cutané et par ingestion n'étant pas prises en compte, une sous-estimation de l'exposition des populations peut intervenir. Le choix des scénarios apporte également une incertitude, les hypothèses d'exposition tendant généralement à rester majorantes. De plus, les concentrations sont prises au niveau du sol ce qui constitue également une hypothèse majorante par rapport à l'exposition en hauteur en façade des bâtiments.

Une autre incertitude est liée aux concentrations modélisées (incertitude du modèle) et aux concentrations de fond sélectionnées (incertitude de la mesure ou des sources bibliographiques).

Enfin, l'hypothèse est faite que les concentrations sont constantes sur toute la période d'exposition de la population, alors que celle-ci peut avoir été, ou pourra être exposée dans le futur, à des concentrations potentiellement plus élevées (sous-estimation) ou plus faibles (surestimation).

VI.5.4) Caractérisation du risque

Cette étape est basée sur l'ensemble des données précédemment utilisées, elle cumule donc l'ensemble des incertitudes listées ci-dessus auxquelles s'ajoute celle sur les calculs du quotient de danger et de l'excès de risque individuel.

VII. MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

VII.1 Mesures générales 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 œuvre²¹ 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 :

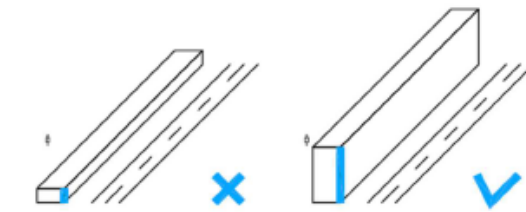
- Dans le secteur des transports : les émissions polluantes peuvent être réduites par une modification des conditions de circulation (limiter les vitesses dans la zone du projet, favoriser les modes de circulation apaisée, modes actifs...). Des circuits de mobilité douce ou des aménagements valorisant 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 :

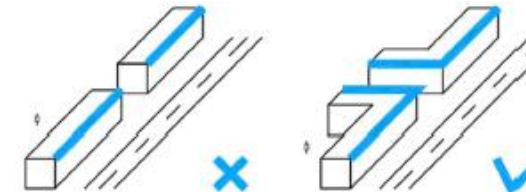
- Prévoir un éloignement des bâtiments accueillant des populations vulnérables par rapport aux axes routiers où le trafic est le plus important (mise en place d'une zone « tampon »). Cette zone tampon peut être constituée par des espaces végétalisés (obstacles horizontaux) favorisant la dispersion, ou 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 parasites²². 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 ou limitant la dispersion des polluants atmosphériques :

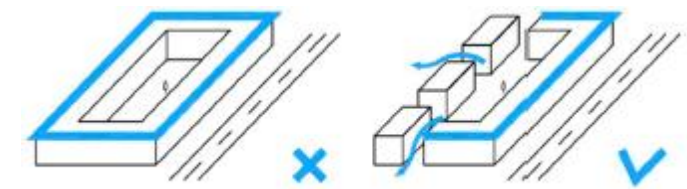
Pour créer une occlusivité par rapport aux sites vulnérables, privilégier la hauteur et la continuité du premier front bâti le long des axes routiers à fort trafic.



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.

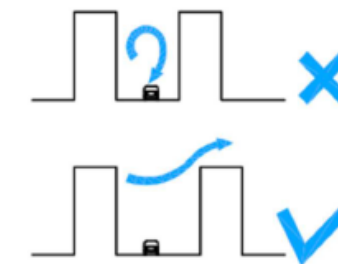


Figure 29 : recommandations générales d'aménagements favorisant la dispersion de polluants

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.

²¹ 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.

²² ROUSSEAU 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,

VII.2 Mesures 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 les exemples suivants :

- 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 contenus 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 :

- Les routes départementales RD60 à l'ouest et RD939 qui borde la zone du projet au sud constituent les principales sources d'émissions polluantes au niveau du projet, notamment en NO₂. La présence de parcelles agricoles constitue également une source d'émission de particules PM₁₀ et PM_{2,5}. L'urbanisation et l'activité industrielle constituent une contribution à la marge.
- 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 la distance des stations de mesure de référence par rapport à la zone du projet justifie la réalisation d'une campagne de mesure in-situ de ce polluant.
- Le projet se situe dans une zone où la densité de population est nulle. Parmi les sites vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air (crèches, établissements scolaires, EHPAD), deux sites sont recensés à proximité du 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, PRSE et PDU à l'échelle régionale, PCAET intercommunal à l'échelle locale).

En complément de l'étude documentaire, une campagne de mesure *in situ* a été réalisée dans le cadre de l'état initial afin de caractériser les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), principal traceur des émissions du trafic routier, et en particules PM₁₀ à l'échelle locale. Cette campagne de mesure, effectuée du 7 au 21 juin 2024, se caractérise par des conditions météorologiques entraînant des concentrations en NO₂ et en particules PM₁₀ plus faibles que la moyenne de l'année précédente. En ramenant ces conditions à une situation moyenne annuelle, aucun dépassement potentiel des valeurs réglementaires pour le NO₂ et les particules PM₁₀ n'est envisagé, aussi bien en bordure des voies que sur les points représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique.

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 une augmentation globale des émissions de 17 % par rapport au scénario sans projet. En revanche une diminution de 44 % est observée par rapport à l'état actuel ce qui s'explique par la mise en circulation de véhicules moins polluants entre 2024 et 2033 malgré l'augmentation du trafic entre les deux scénarios.
- Les augmentations d'émissions de NO_x les plus importantes sont localisées sur la rue Camille Guérin, la RD260 Nord, ainsi que sur les voies nouvellement créées. Les valeurs d'émissions restent faibles (< 1 g/j/m) sur ces nouveaux axes. A contrario, les émissions diminuent au niveau des routes départementales RD939 et RD60 sur lesquelles les émissions sont supérieures à 3 g/j/m.
- Le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre de respectivement 69 % et 19 % par rapport au scénario « futur sans projet ».

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

- Le projet entraîne une très faible augmentation des concentrations en polluants en moyenne dans la bande d'étude (+ 0,8 % pour les NO₂).
- La mise en œuvre du projet n'entraîne pas de variation de l'indice pollution-population (IPP). Ce résultat s'explique à la fois par la population considérée égale entre les scénarios futurs avec et sans projet, ainsi que par les faibles variations de concentrations entre ces deux scénarios.

Parmi les sites vulnérables recensés, deux sites sont situés dans la bande d'étude. 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 faible diminution (< 1 %) de la somme des quotients de danger (QD) au niveau de l'ensemble des établissements. De plus aucun QD ne dépasse la valeur seuil de 1, indiquant l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil.
- Le projet entraîne une faible diminution (< 1 %) de l'excès de risque individuel (ERI) au niveau de l'ensemble des établissements. Pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de 3,7.10⁻¹ est respecté sur tous les sites et pour tous les scénarios, tout comme la valeur seuil d'acceptabilité du risque sanitaire de 1.10⁻⁵ pour les autres polluants.
- La mise en service du projet entraîne de très faibles variations des concentrations en NO₂ au droit de chaque site vulnérable. Néanmoins un dépassement des recommandations annuelles de l'OMS est observé sur tous les sites quel que soit le scénario du fait de la pollution de fond actuelle. En revanche aucun site ne présente de dépassement de la recommandation OMS en moyenne horaire ou journalière, ni de la valeur réglementaire pour le NO₂.



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 36 : 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 annuel²³ 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.

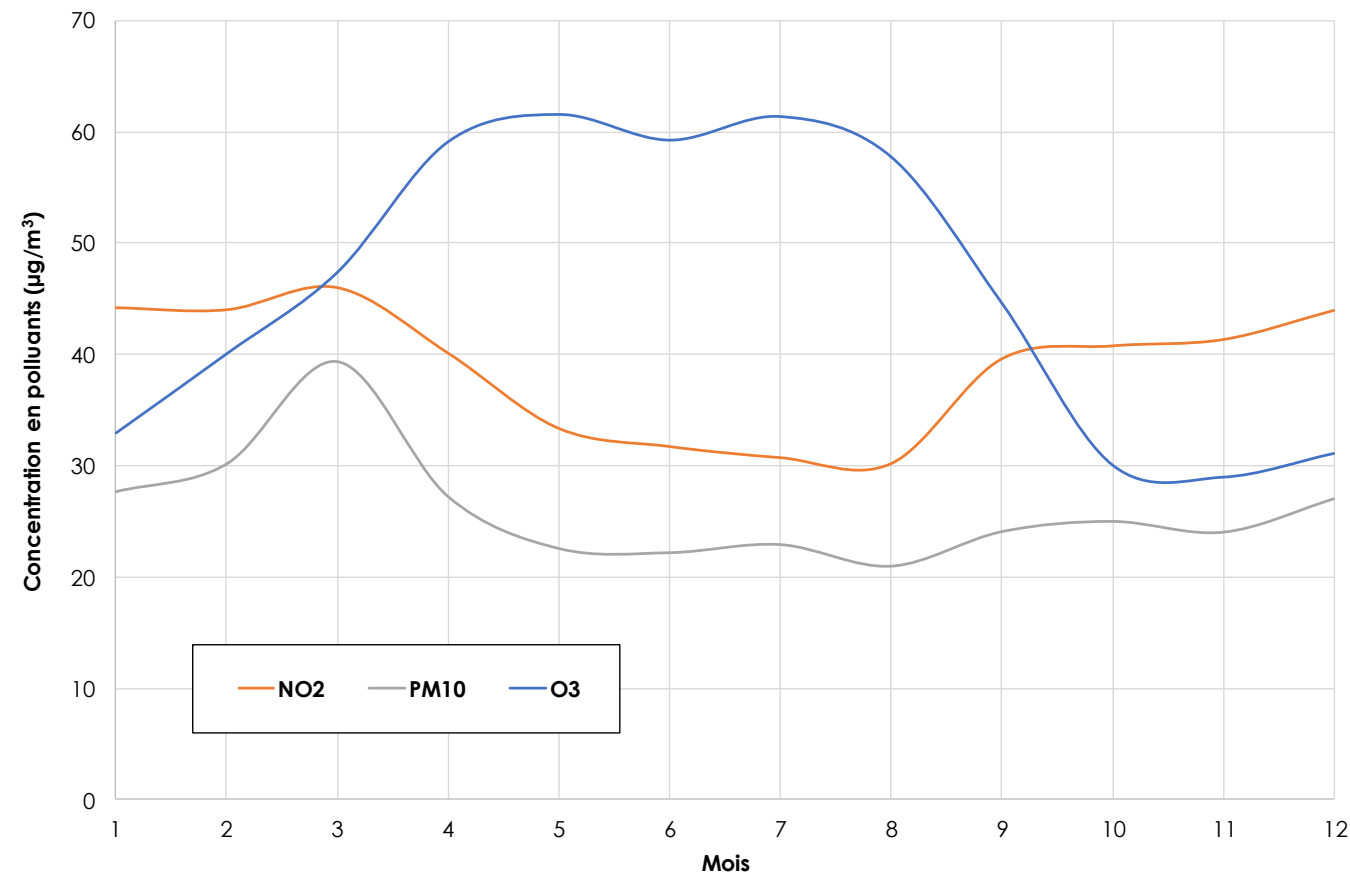


Figure 30 : profil annuel des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

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.

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

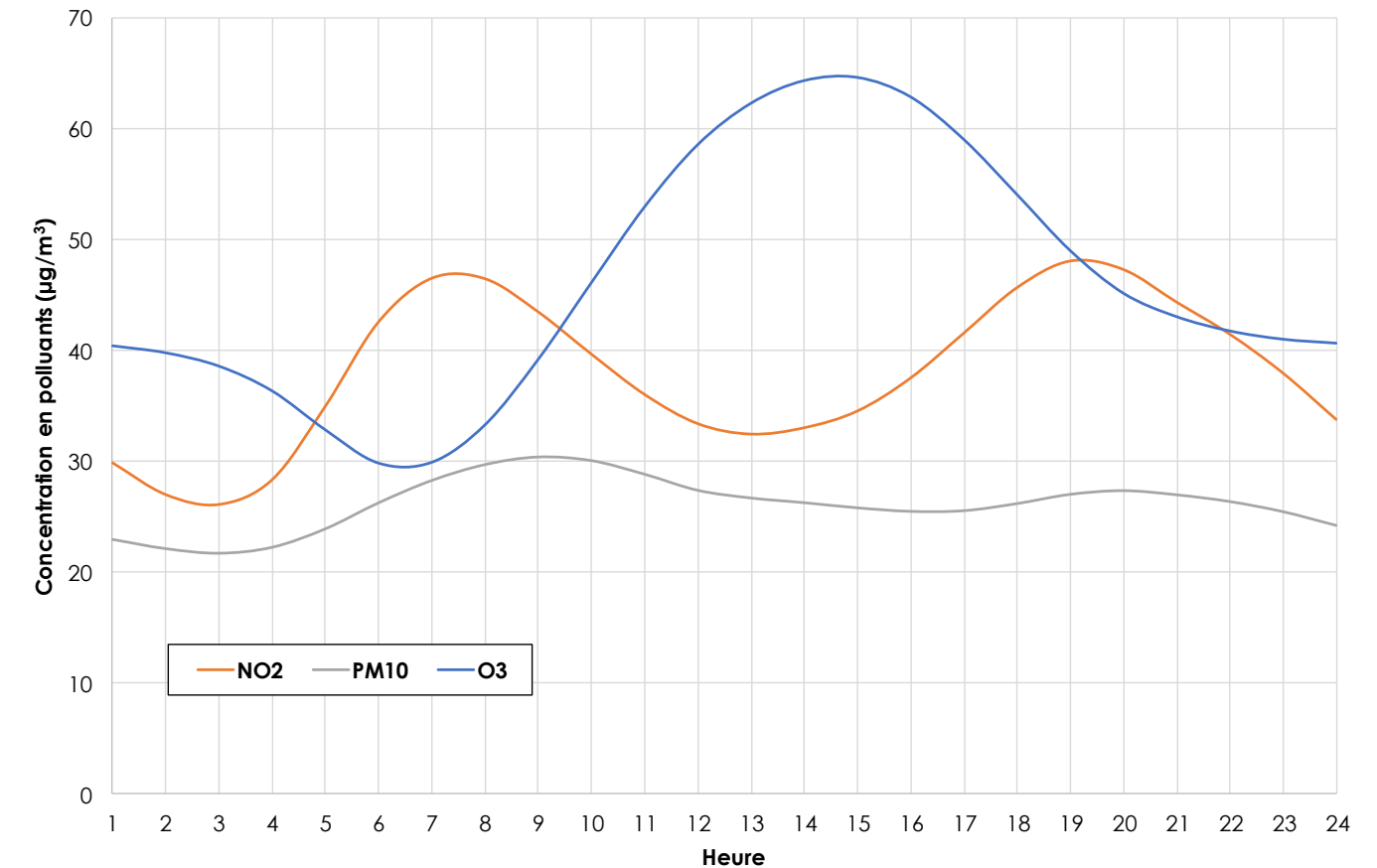


Figure 31 : profil journalier des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

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.

²³ 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.

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 françaises²⁴ et internationales²⁵ 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).

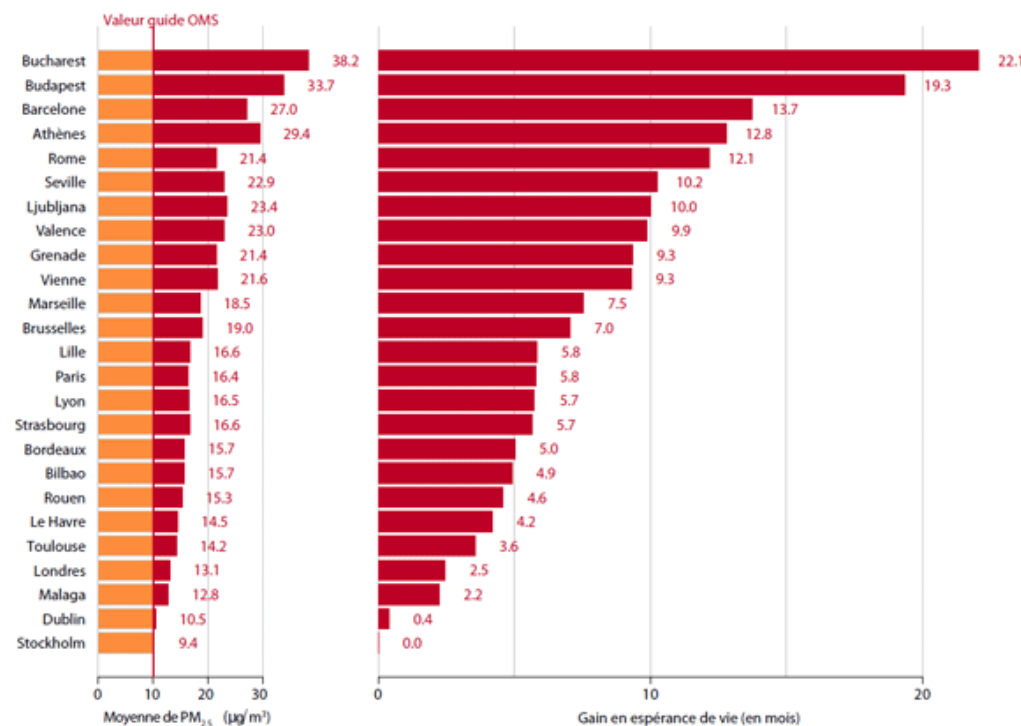


Figure 32 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

²⁴Exemple : 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).

²⁵Meta-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).



Figure 33 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

En 2015, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) estime pour sa part à environ 400 00 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 étude²⁶ 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 CAFE²⁷ 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.

²⁶ 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.

²⁷ 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 cout 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 journalières²⁸.

En avril 2015, une étude²⁹ 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 rapport³⁰ 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 2016³¹, 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.) :

- o 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.
- o 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 2000³².
- o Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le cout 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.

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 aout 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
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 37 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

²⁸ 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.
²⁹ 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.

³⁰ Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.
³¹ 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.
³² INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.



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 ³³ 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 38 : 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 39 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant

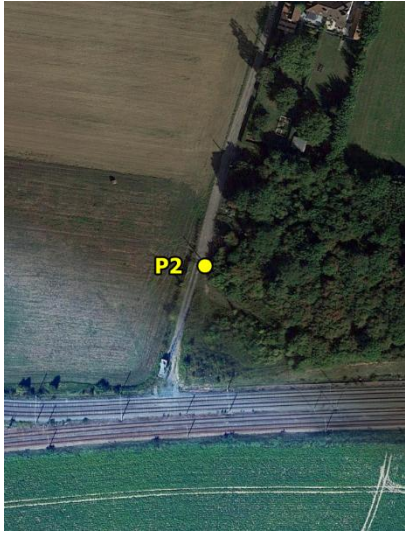
Définition des seuils	
Objectif de qualité	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
Valeur limite	Niveau à atteindre dans un 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 40 : définition des seuils réglementaires

³³ 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 : Rue Stephenson			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond ☐ Influencé			50°17'22.83"N 2°49'6.56"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	742	07/06/2024 14h32		21/06/2024 13h59	

P2					
Localisation : Chemin Nord-Est de la zone			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond ☐ Influencé			50°17'43.17"N 2°49'27.74"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	719/709	07/06/2024 14h16		21/06/2024 14h13	
PM ₁₀	69	07/06/2024 14h16		21/06/2024 14h13	

P3					
Localisation : Chemin de la Croix au Bois			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond ☐ Influencé			50°17'19.26"N 2°49'31.09"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	702	07/06/2024 14h00		21/06/2024 13h49	

P4					
Localisation : RD939			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond ☐ Influencé			50°16'32.99"N 2°49'52.67"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	710	07/06/2024 13h45		21/06/2024 13h25	
PM ₁₀	68	07/06/2024 13h45		21/06/2024 13h25	



P5					
Localisation : Chemin de Feuchy			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond ☐ Influencé			50°17'36.75"N 2°50'2.72"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	747	07/06/2024	14h10	21/06/2024	14h16

P6					
Localisation : Rue Henri Becquerel			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond ☐ Influencé			50°17'43.71"N 2°48'53.96"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	744	07/06/2024	14h24	21/06/2024	14h06