

62

Pas-de-Calais
Le Département

RD60

Contournement de Tilloy-lès-Mofflaines

DIRECTION DE LA MOBILITE ET DU RESEAU ROUTIER
SERVICE MOBILITE ET MAITRISE D'OUVRAGE

Volume 3

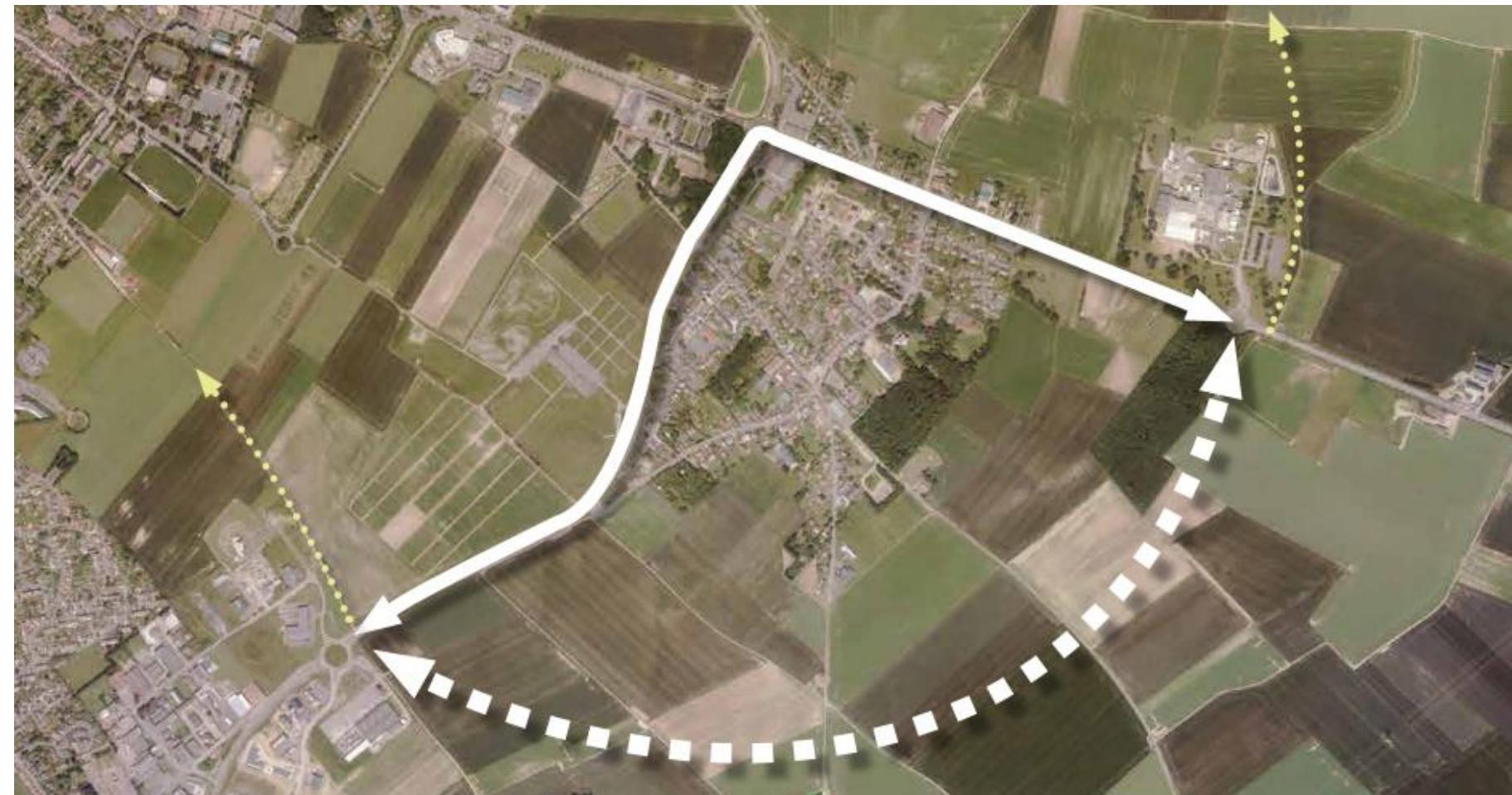
ETUDE D'IMPACT

-

Chapitre 10

Etude air

Décembre 2023



INGÉROP
Inventons demain

REVISION DU DOCUMENT

INDICE	DATE	PARTIE	MODIFICATIONS	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	APPROBATION
A	Juin 2022	Etude air	Création du document	Axelle OTNU	Aurélie PINTE	Florence BORDAS
B	Juillet 2022	Etude air	Intégration des remarques du MOA	Axelle OTNU	Aurélie PINTE	Florence BORDAS
C	Octobre 2022	Etude air	Modification suite résultats nouvelle étude de trafic à intégrer	Axelle OTNU	Aurélie PINTE	Florence BORDAS
D	Octobre 2023	Etude air	Modification suite nouvelle étude de trafic + intégration des remarques du MOA et des Services de l'Etat	Axelle OTNU	Aurélie PINTE	Florence BORDAS
E	Décembre 2023	Etude air	Intégration des remarques du MOA	Axelle OTNU	Cathy NIVELLE-DUFOSSE	Florence BORDAS

SOMMAIRE

1.1	CONTEXTE DE L'ETUDE	7	3.5	Qualité de l'air régionale	21
1.2	Présentation du projet.....	7	4	SITE D'ETUDE DANS SON ENVIRONNEMENT.....	22
1.2.1	Localisation du projet.....	7	4.1	Facteurs influençant la concentration en polluants	22
1.2.2	Contexte	7	4.1.1	Facteurs météorologiques	22
1.2.3	Aménagement retenu.....	7	4.1.2	Facteurs urbains	24
1.3	Méthodologie de l'étude	9	4.2	Sources d'émissions polluantes	25
2	NOTIONS GENERALES ET CADRE REGLEMENTAIRE	10	4.2.1	Répartition des émissions polluantes par secteurs d'activités.....	25
2.1	Généralités sur la pollution atmosphérique	10	4.2.2	Source d'émission atmosphérique sur la zone et à proximité	26
2.2	Les principaux polluants atmosphériques et leurs effets	10	4.3	Lieux vulnérables	28
2.2.1	Oxydes d'azote (Nox)	10	4.4	Qualité de l'air local	30
2.2.2	Particules en suspension (PM10 et PM2.5)	10	4.4.1	Indice de qualité de l'air.....	30
2.2.3	Composés organiques volatils (COV)	11	4.4.2	Bilan des concentrations.....	30
2.2.4	Ozone (O ₃).....	11	4.4.3	Stations de mesures	31
2.2.5	Monoxyde de carbone (CO)	11	4.4.4	Synthèse	34
2.2.6	Dioxyde de soufre (SO ₂).....	12	5	MESURES IN SITU	34
2.2.7	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	12	5.1	Métrologie	34
2.2.8	Métaux lourds.....	12	5.2	Période et localisation des mesures	35
2.2.9	Gaz à effet de serre	12	5.3	Analyse des conditions météorologiques.....	37
2.3	Cadre réglementaire	12	5.3.1	Températures et précipitations	37
2.4	Pollutions atmosphériques et pollutions routières.....	15	5.3.2	Vents	37
2.4.1	Vitesse des véhicules.....	15	5.4	Synthèse des résultats de la campagne de mesures	37
2.4.2	Carburants.....	15	6	EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET	38
2.4.3	Effet de la pente et de la charge sur les poids lourds.....	15	6.1	Calcul des émissions liées au projet.....	38
2.4.4	Emissions unitaires des véhicules	16	6.1.1	Méthodologie du calcul des émissions.....	38
3	CONTEXTE REGIONALE DE PROTECTION ET DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR.....	17	6.1.2	Données d'entrée	39
3.1	Surveillance de la qualité de l'air.....	17	6.1.3	Présentation des résultats du calcul d'émission	41
3.2	Plans et schémas régionaux et locaux.....	17	6.2	Appréciation des impacts du projet en phase chantier	43
3.2.1	SRADDET Hauts-de-France	17	7	MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES IMPACTS DU PROJET	43
3.2.2	PPA Nord-Pas-de-Calais	18	7.1	Phase travaux	43
3.3	Emissions régionales des principaux polluants par secteur	18	7.2	Phase exploitation	43
3.4	Evolution des émissions de polluant par secteur d'activité au sein de la communauté urbaine d'Arras.....	20	8	CONCLUSION.....	44
8.1	Etat initial.....	44	8.2	Calcul des émissions polluantes	44

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet (Source : Ingerop, 12/2023)	7
Figure 2 : Tracé en plan du projet de contournement de Tilloy-lès-Mofflaines	8
Figure 3 : Courbes des émissions de NOx en fonction de la vitesse et du parc automobile pour les véhicules légers.....	15
Figure 4 : Courbes des émissions de NOx en fonction de la vitesse et du parc automobile pour les poids lourds.....	15
Figure 5 : Effet de la pente et de la charge pour les PL sur les émissions de CO2 (Source : Emissions routières de polluants atmosphériques, courbes et facteurs d'influence - SETRA 2009)	16
Figure 6 : Renouvellement du parc de voitures particulières.....	16
Figure 7 : Objectifs de réduction des émissions polluantes régionales (Source : SRADDET Hauts-de-France)	18
Figure 8 : Zones sensibles à la dégradation de la qualité de l'air (Source : PPA de la région du Nord-Pas-de-Calais)	18
Figure 9 : Répartition des émissions polluantes par secteur dans les Hauts-de-France (Source : Atmo Hauts-de-France - données de 2015)	19
Figure 10 : Répartition des émissions polluantes du transport routier dans les Hauts-de-France (Source Atmo Hauts-de-France - données de 2015)	19
Figure 11 : Evolution des émissions de NOx au sein de la CUA entre 2008 et 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)	20
Figure 12 : Evolution des émissions de PM10 au sein de la CUA entre 2008 et 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)	20
Figure 13 : Evolution des émissions de PM2.5 au sein de la CUA entre 2008 et 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)	21
Figure 14 : Tendances d'évolution des polluants mesurés dans les Hauts-de-France (Source Atmo - Bilan de la qualité de l'air en 2020)	22
Figure 15 : Localisation de la station météorologique par rapport à la zone d'étude (Source : Géoportail)	22
Figure 16 : Précipitations normales (1981-2010) à St Quentin (02) (Source : Météo-France)	23
Figure 17 : Température normales (1981-2010) à St Quentin (02) (Source : Météo-France)	23
Figure 18 : Ensoleillement normal (1981-2010) à St Quentin (02) (Source : Météo-France)	24
Figure 19 : Les régimes d'écoulement dans une rue canyon (Source : Air Pays de la Loire).....	24
Figure 20 : Répartition des émissions polluantes par secteurs au sein de la CUA en 2008 (Source : Atmo Hauts-de-France)	25
Figure 21 : Répartition des émissions polluantes par secteurs au sein de la CUA en 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)	25
Figure 22 : Etablissement déclarants des rejets et transferts de polluants (Source : Géorisques)	26
Figure 101 : Etude de mobilité de 2012 (Source : Conseil Départemental du Pas-de-Calais)	27
Figure 4 : Agglomération arrageoise : les principaux trafics,	27
Figure 24 : Localisation de la voie ferrée LGV Nord-Europe par rapport à la zone d'étude (Source : Géoportail)	28
Figure 25 : Identification des bâtis (secteurs résidentiels, zones d'activités) présents à proximité de l'aire d'étude (Source : Atlas des patrimoines)	28
Figure 26 : Emplacement des établissements sensibles par rapport à l'aire d'étude (Source : état initial de l'environnement - Verdi 15/11/2017)	29

Figure 27 : Groupe Scolaire Jacques Prévert 1/2 (Source : reportage photographique INGEROP – 09/12/2021)	29
Figure 28 : Groupe Scolaire Jacques Prévert 2/2 (Source : reportage photographique INGEROP – 09/12/2021)	29
Figure 29 : Emplacement du centre médical de santé "Filieris" 1/2 (Source : Géoportail)	29
Figure 30 : Centre médical de santé "Filieris" 2/2 (Source : reportage photographique INGEROP – 09/12/2021)	30
Figure 31 : Indice de la qualité de l'air dans la région des Hauts-de-France en 2020 (Source : Atmo Hauts-de-France)	30
Figure 32 : Emplacement de la station de mesure de Saint-Laurent Blangy par rapport à l'air d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France)	31
Figure 33 : Carte de modélisation des concentrations en NO2 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartotheque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)	31
Figure 34 : Carte de modélisation des concentrations en PM10 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartotheque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)	32
Figure 35 : Carte de modélisation des concentrations en PM2.5 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartotheque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)	33
Figure 36 : Carte de modélisation des concentrations en PM2.5 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartotheque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)	33
Figure 37 : Boite de protection (à gauche) et tube passif pour le NO2	34
Figure 38 : Limites d'utilisation du tube à diffusion passive de NO2	34
Figure 39 : Localisation des emplacements des tubes passifs (Source : Google maps - consulté le 4/11/2021)	35
Figure 40 : Emplacement du tube de mesure n°1 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)	35
Figure 41 : Emplacement du tube de mesure n°2 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)	35
Figure 42 : Emplacement du tube de mesure n°3 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)	36
Figure 43 : Emplacement du tube de mesure n°4 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)	36
Figure 44 : Emplacement du tube de mesure n°5 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)	36
Figure 45 : Emplacement du tube de mesure n°6 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)	36
Figure 46 : synthèse des résultats de concentration en NO2 de la campagne de prélèvement (Source : données issues du laboratory for environmental analysis - passam ag, INGEROP – 3/01/2022)	37
Figure 47 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier.....	38
Figure 48 : Trafics routiers considérés aux horizons 2026 et 2046 (Source : Conseil Départemental du Pas-de-Calais, 2022)	39
Figure 49 : Répartition des kilomètres parcourus par gamme de vitesse en 2026 – mise en service	40
Figure 50 : Répartition des kilomètres parcourus par gamme de vitesse en 2046 - + 20 ans.....	40

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Réglementation sur la qualité de l'air – 2018 (Source : Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air)	14
Tableau 2 : Comparaison à la réglementation des polluants mesurés dans les Hauts-de-France en 2020 (Source : Atmo Hauts-de-France – Bilan de la qualité de l'air en 2020)	21
Tableau 3 : Adsorbants et méthodes analytiques des tubes à diffusion passive	34
Tableau 4 : Concentration moyenne en dioxyde d'azote relevées lors de la campagne de mesures (Source : INGEROP, 01/2022)	37
Tableau 5 : Surémissions liées aux équipements automobiles	38
Tableau 6 : Surémissions liées à l'entretien de la voirie	38
Tableau 7 : Evolution du trafic sur l'aire d'étude	40
Tableau 8 : Bilan de la consommation énergétique journalière dans le réseau d'étude	41
Tableau 9 : Bilan des émissions journalières du réseau d'étude (polluants généraux et gaz à effet de serre (CO ₂ et CH ₄))	42
Tableau 10 : Bilan des émissions journalières du réseau d'étude (gaz à effet de serre : CO ₂ , PRG, CH ₄ et N ₂ O)	42

LISTE DES ACRONYMES

AASQA : Association agréée de surveillance de la qualité de l'air	
ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	
CFC : Chlorofluorocarbures	
CO : Monoxyde de Carbone	
COV : Composé Organique Volatil	
COVNM : Composés Organiques Volatils Non-Méthane	
CUA : Communauté Urbaine d'Arras	
EPA : Environmental Protection Agency	
HCFC : Hydro chlorofluorocarbures	
IDEC : Industries, Déchets, Energies et Construction	
IFSTTAR : Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux	
OCT : Objectif Long Terme	
OMS : Organisation Mondiale de la Santé	
OQ : objectif de qualité	

PCAET : Plan climat-air-énergie territorial

PRPGD : Plan régional de prévention et de gestion des déchets

PL : Poids Lourds

PLUI : Plan Local d'Urbanisme Intercommunal

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRG : Pouvoir de Réchauffement Global

SCoT : Schéma de cohérence territoriale

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires

SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie

SRI : Schéma Régional de l'Intermodalité

SRIT : Schéma Régional des Infrastructures et Transports

TEP : Tonne équivalent pétrole

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

VC : Valeur cible

VL : Véhicule Léger

VUL : Véhicule Utilitaire Léger

ZFE : Zone à faibles émissions

ZI : Zone Industrielle

GLOSSAIRE

Composés organiques volatils (COV) : Ils regroupent un panel très large de composés (benzène, aldéhydes, composés chlorés...).

Concentration de fond : Une concentration de fond exprime la concentration d'un polluant provenant de sources naturelles, ou la concentration d'un polluant précédant l'avènement de l'époque industrielle. C'est encore la concentration d'un polluant dans un site naturel, éloigné de toute pollution humaine.

Facteurs d'émissions : Les facteurs d'émissions de CO₂ indiquent la quantité de CO₂ émise lors de la combustion d'un combustible donné et pour une unité d'énergie (ici en tep).

Gaz à effet de serre : Ce sont des composés ayant un forçage radiatif important (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane). Le forçage radiatif d'une molécule correspond à sa capacité à absorber le rayonnement solaire dans l'infrarouge.

Modélisation : La modélisation de la qualité de l'air repose sur des outils numériques qui simulent les processus chimiques et physiques responsables de l'évolution des concentrations des polluants dans l'air. Ces modèles doivent être alimentés en entrée par plusieurs sources de données dont les émissions de polluants issues de plusieurs secteurs d'activité (trafic routier, activités industrielles et agricoles, chauffage résidentiel, transport maritime ...), les conditions météorologiques qui influent sur la dispersion des polluants et aussi sur l'intensité des processus chimiques et les conditions aux limites qui apportent une information sur les contributions de pollution d'origine lointaine.

Objectif de qualité : un 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 ;

Parc automobile : Le parc automobile donne la distribution par type de voie (urbain, route et autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, PL), par motorisation (essence ou diesel) et par norme (Euro).

Polluants gazeux et particulaires : La pollution gazeuse est liée à l'apparition ou à l'augmentation de la proportion naturelle d'un composé gazeux dans l'atmosphère. La pollution particulaire est liée à la mise en suspension de poussières de différentes tailles et composition chimique.

Polluants organiques persistants : Ces polluants possèdent une grande stabilité chimique, contaminent la chaîne alimentaire par un transfert du sol vers les végétaux puis vers le bétail :

Polluants primaires et secondaires : les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant. A contrario, les polluants secondaires sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique).

Seuil d'alerte : un 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...

Seuil d'information et de recommandation : un 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 ;

Valeur cible : un 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 ;

Valeur limite : un 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

Vortex : Il s'agit d'un nuage particulier enroulé en spirale ou d'un tourbillon d'eau ou de fluide.

1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

1.2 Présentation du projet

1.2.1 Localisation du projet

Le projet se situe sur la moitié sud du territoire de Tilloy-lès-Mofflaines, et en limites communales est de Beaurains et nord de Neuville-Vitasse. Elle est bordée au nord/nord-est par la route départementale n°939 (RD939), au nord/nord-ouest par la RD60 et traversée du nord au sud-est par la RD37E1 et du nord au sud/sud-ouest par la rue de Neuville, une route communale étroite (largeur d'une voiture).

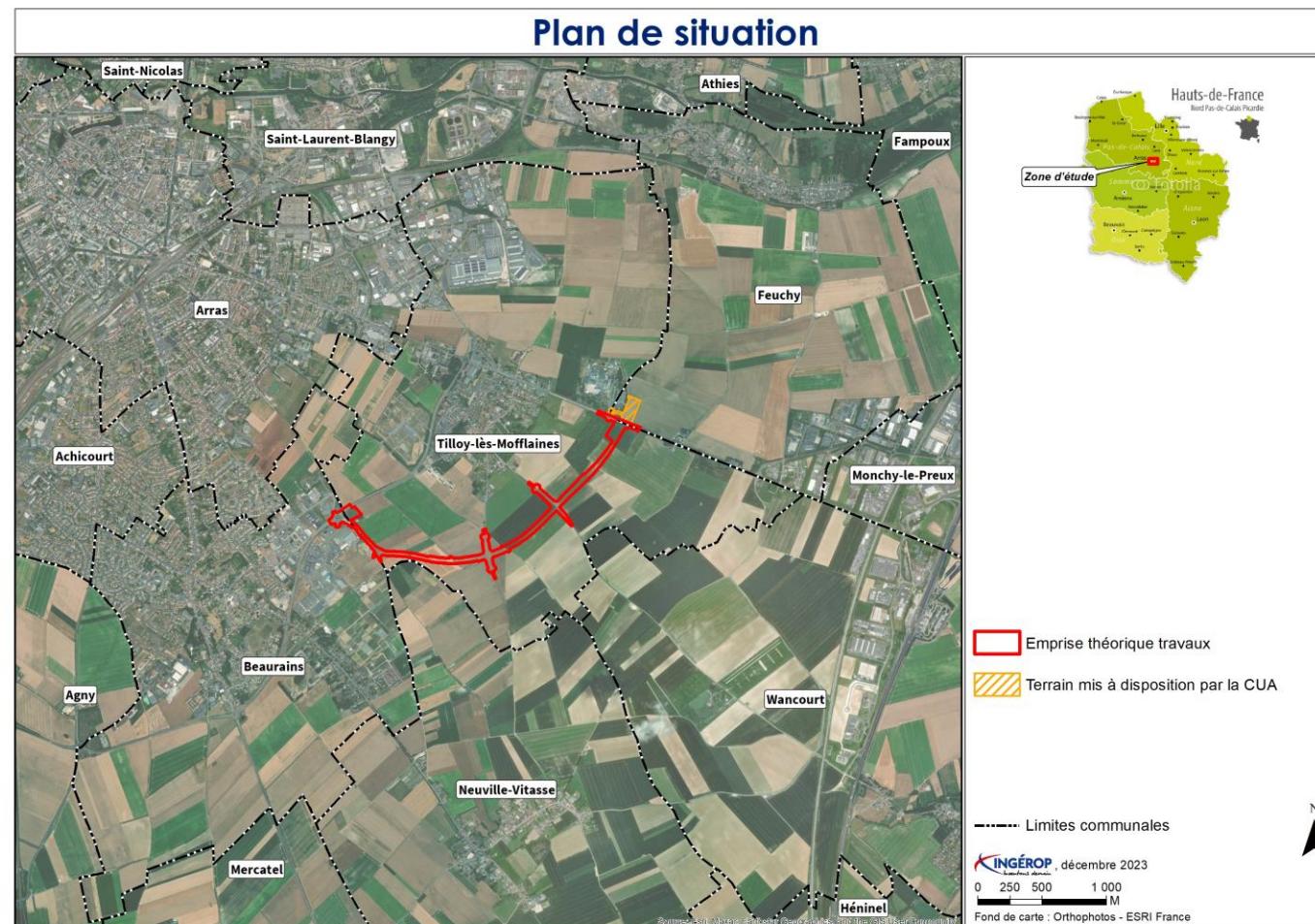


Figure 1 : Localisation du projet (Source : Ingerop, 12/2023)

1.2.2 Contexte

Le trafic routier est actuellement important sur les routes départementales RD60 et RD939. Cela est principalement lié aux trafics alternants domicile – travail entre l'agglomération d'Arras et les communes aux alentours et, dans une moindre mesure, à l'accès à des zones commerciales (Boréal Parc, Artoipole...).

La circulation dense engendre des nuisances sérieuses pour les riverains (sécurité, bruit, qualité de l'air).

Les principaux objectifs du projet et améliorations attendues sont les suivants :

- Amélioration de la qualité de vie en centre-ville
 - Circulations beaucoup moins nombreuses,
 - Réappropriation des espaces publics et meilleure accessibilité aux commerces pour les résidents ou les clients de passage,
 - Réduction des nuisances acoustiques,
 - Moindre pollution atmosphérique d'origine routière (effet positif sur la santé).
- Amélioration des conditions de déplacements et du confort des usagers
 - Meilleure fluidité, temps de parcours réduits, congestions très nettement amoindries,
 - Confort d'utilisation nettement accru du fait des caractéristiques géométriques.

1.2.3 Aménagement retenu

Le projet présente les caractéristiques suivantes :

- Un profil en travers type de 2x1 voie de 3,5 m chacune avec un accotement de 2 m et 2 fossés en béton de part et d'autre de la chaussée pour l'assainissement de 1,5 m de large,
- Trois points d'échanges de type carrefour giratoire (G1, G2 et G3), à l'intersection du contournement avec la RD939 au niveau de l'usine Häagen Dazs, la RD60 au niveau de l'actuelle zone d'activité Boréal Parc et un giratoire sera créé pour desservir la future extension de cette zone d'activité Boréal Parc ;
- Le rétablissement de deux chemins d'accès interceptés par le projet par l'intermédiaire de deux ouvrages d'art (R1 et R2) (la voie communale rue de Neuville et la RD37E1) ;
- La mise en place des équipements de sécurité (signalisation horizontale et verticale), du dispositif d'assainissement (le long de la section courante et deux bassin), ainsi que les mesures d'insertion paysagère du contournement dans son environnement (merlons acoustiques, mesures environnementales, végétalisation, etc.) ;
- La mise en place d'une aire de covoiturage de 35 à 45 places,
- La vitesse sera limitée à 80 km/h. La future infrastructure routière pourra accueillir la circulation des engins agricoles.

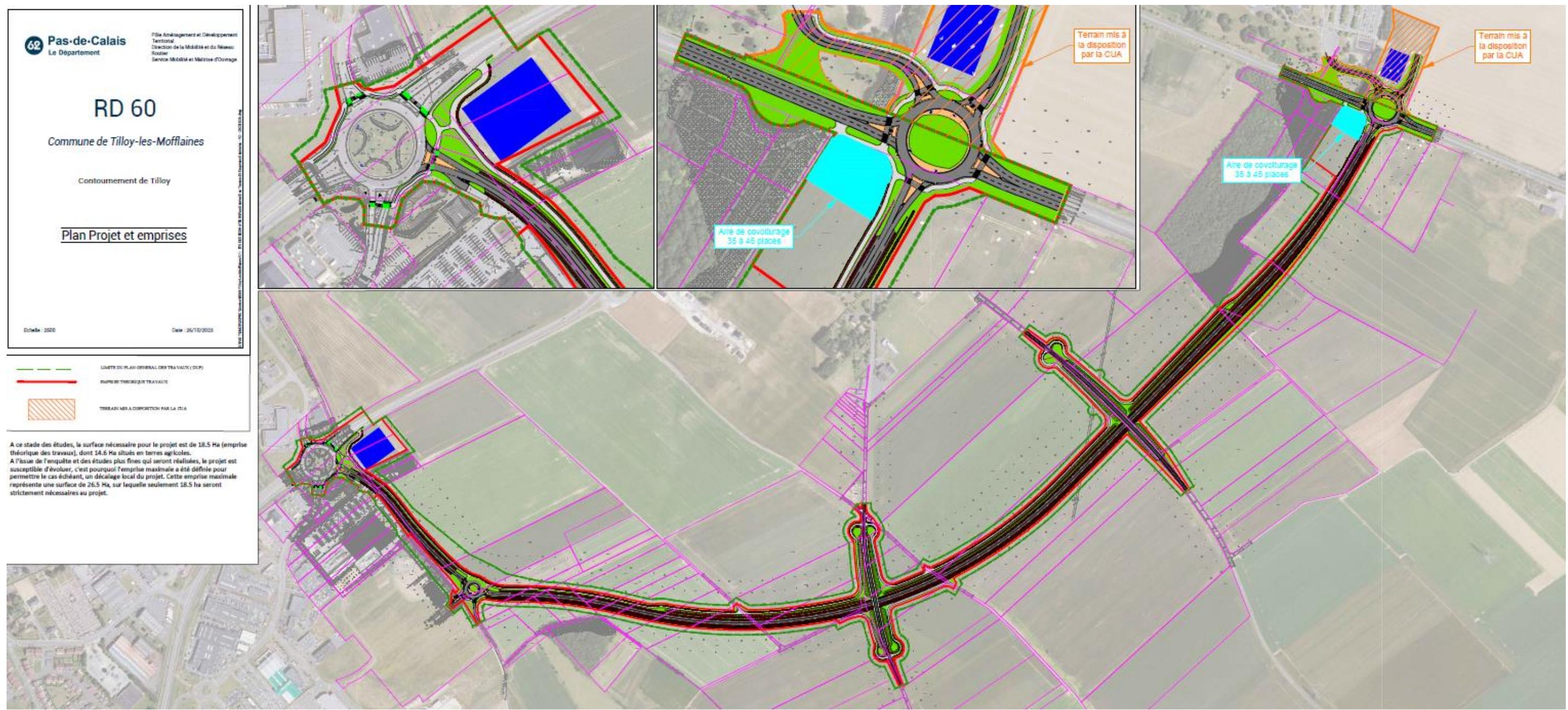


Figure 2 : Tracé en plan du projet de contournement de Tilloy-lès-Mofflaines

(Source : Conseil départemental du Pas-de-Calais CD62, 25/08/2023)

1.3 Méthodologie de l'étude

Le projet entraînera une modification du réseau routier et une modification des flux routiers sur les voies existantes. A ce titre, une évaluation des impacts du projet sur l'air et la santé publique est envisagée.

L'étude est réalisée conformément aux instructions du « Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières (Cerema, 22 février 2019), document visé par la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières (Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé).

Le niveau d'approfondissement de l'étude est ainsi mené en gardant en mémoire le principe de proportionnalité : « le contenu des études doit être adapté à la nature du projet (création de tronçon routier, aménagement sur place d'une infrastructure existante ...), aux enjeux locaux en termes de qualité de l'air et de santé des populations et aux incidences prévisibles du projet sur ces enjeux. ».

Dans le cadre de cette étude, une campagne de mesure a été réalisée pour mesurer les concentrations en NO₂ au niveau de l'aire d'étude afin de compléter les données bibliographiques étudiées.

Cette étude porte sur les points suivants :

- Caractérisation de l'état initial de la qualité de l'air par analyse bibliographique ;
- Réalisation de mesures in situ ;
- Estimation des émissions de polluants au niveau du réseau d'étude ;
- Présentation des effets de la pollution de l'air sur la santé (analyse bibliographique) ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité (Cf. voir chapitre 8 « Evaluation socio-économique du projet » du présent volume 3) ;
- Analyse des impacts en phase chantier ;
- Mesures d'évitement et de réduction des impacts.

Le guide méthodologique du 22 février 2019 définit les axes routiers à prendre en compte (réseau d'étude). Il s'agit :

- Du projet routier étudié ;
- De l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet
 - Pour les trafics supérieurs à 5 000 véh/j, ceux subissant une variation de $\pm 10\%$ du fait de la réalisation du projet ;
 - Pour les trafics inférieurs à 5 000 véh/j, ceux subissant une variation de ± 500 véh/j du fait de la réalisation du projet ;
- De l'ensemble des projets d'infrastructure « existants ou approuvés », ayant fait l'objet d'une évaluation environnementale ou d'une étude d'incidence environnementale.

Cette définition du réseau d'étude reste toutefois indicative. Elle peut notamment être ajustée pour les parties du réseau routier subissant une variation inférieure à $\pm 10\%$ des flux de trafic si les conditions locales justifient leur prise en compte.

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019, l'analyse des effets du projet sur la qualité de l'air porte sur trois horizons d'étude :

- L'état actuel.
- L'horizon de mise en service du projet (en 2026) ;
- L'horizon de 20 ans après la mise en service du projet (en 2046) ;

Pour les deux horizons futurs, il a été pris en compte :

- Le scénario avec projet ;
- Le scénario sans projet, afin de tenir compte de l'évolution probable en l'absence de mise en œuvre du projet (évolution des trafics, prise en compte d'autres projets connus)

2 NOTIONS GENERALES ET CADRE REGLEMENTAIRE

2.1 Généralités sur la pollution atmosphérique

Une pollution atmosphérique est une altération de la composition normale de l'air (normalement 78% d'azote - 21% d'oxygène et 1% d'autres composés). Dans son article L220-2, le Code de l'environnement la définit de la façon suivante : « *Constitue une pollution atmosphérique [...] l'introduction par l'homme, directement ou indirectement ou la présence, dans l'atmosphère et les espaces clos, d'agents chimiques, biologiques ou physiques ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives* ».

Les effets de la pollution atmosphérique se décomposent selon trois échelles spatiales qui dépendent de la capacité des polluants à migrer et de leur impact sur l'environnement :

- 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 classés selon plusieurs groupes ou familles en fonction de leur origine, de leur nature ou de leur action (effets sanitaires ou réchauffement climatique). Ces différents classements permettent de hiérarchiser les polluants selon différentes problématiques environnementales :

- Les **polluants primaires et secondaires** : les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant. A contrario, les polluants secondaires sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique).
- Les **polluants gazeux et particulaires** :
 - La pollution gazeuse est liée à l'apparition ou à l'augmentation de la proportion naturelle d'un composé gazeux dans l'atmosphère ;
 - La pollution particulaire est liée à la mise en suspension de poussières de différentes tailles et composition chimique.
- Les **polluants organiques persistants** qui possèdent une grande stabilité chimique, contaminent la chaîne alimentaire par un transfert du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- Les **composés organiques volatils (COV)** regroupent un panel très large de composés (benzène, aldéhydes, composés chlorés...).
- Les **métaux lourds**.
- Les **gaz à effet de serre** sont des composés ayant un forçage radiatif important (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane). Le forçage radiatif d'une molécule correspond à sa capacité à absorber le rayonnement solaire dans l'infrarouge.

2.2 Les principaux polluants atmosphériques et leurs effets

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis car ils sont représentatifs de certains types de pollution (industrielle ou automobile) et/ou parce que leurs effets nuisibles pour l'environnement et/ou la santé sont avérés. Pour ces derniers, différentes directives de l'Union Européenne, retranscrites pour la plupart en droit national, s'appliquent et définissent des valeurs seuils de concentration à respecter. Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique sont présentés dans les paragraphes suivants.

2.2.1 Oxydes d'azote (Nox)

2.2.1.1 Origines

Les oxydes d'azote comprennent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils sont essentiellement émis lors des phénomènes de combustion. En contexte urbain, la principale source de NO_x est le trafic routier. Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les pots d'échappement est oxydé par l'ozone et se transforme en dioxyde d'azote (NO₂). Il est à noter que les installations de combustion ou encore les pratiques agricoles et industrielles sont, dans une moindre mesure, sources d'émissions en NO_x.

2.2.1.2 Effets sur la santé

Le dioxyde d'azote (NO₂) peut, dès 200 µg/m³, entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyperactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants ; il peut également augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

2.2.1.3 Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote interviennent également dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère. Ils contribuent au phénomène des pluies acides.

2.2.2 Particules en suspension (PM10 et PM2.5)

2.2.2.1 Origines

Si leur origine et leur morphologie peuvent être très diverses, les particules les plus dangereuses sont celles d'un diamètre inférieur à 10 µm. Elles sont communément classées en fonction de leur diamètre, en PM10 (diamètre inférieur à 10 µm) et PM2.5 (diamètre inférieur à 2,5 µm). Les combustions industrielles, le transport, le chauffage domestique et l'incinération des déchets sont des émetteurs de particules en suspension. Elles peuvent être transportées sur de longues distances et faire l'objet de phénomènes de réémission une fois déposées.

2.2.2.2 Effets sur la santé

Les particules sont composées de polluants organiques et chimiques qui se fixent à l'intérieur des poumons d'autant plus profondément qu'elles sont fines. Les particules les plus fines (PM2.5) peuvent ainsi atteindre les alvéoles pulmonaires. Elles sont ainsi la cause de nombreux décès

prématurés et de l'aggravation de maladies cardio-vasculaires. Par ailleurs, des études sur les animaux ont confirmé qu'à des concentrations élevées, elles peuvent avoir un effet cancérogène.

2.2.2.3 Effets sur l'environnement

Les particules en suspension peuvent avoir un impact climatique local en facilitant la formation de nuages et de brouillards et en absorbant le rayonnement solaire. Le dépôt de particules peut également entraver la photosynthèse.

2.2.3 Composés organiques volatils (COV)

2.2.3.1 Origines

Les composés organiques volatils sont libérés lors de l'évaporation des carburants ou dans les gaz d'échappement. Ils sont émis majoritairement par le trafic automobile, le reste des émissions provenant de processus industriels de combustion.

Cette famille comprend de nombreux composés regroupés dans les sous-familles des alcanes, des alcènes et alcynes, des aldéhydes et cétones, des hydrocarbures halogénés et des hydrocarbures aromatiques monocycliques. En termes de qualité de l'air, ces derniers ou BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes) sont les composés les plus caractéristiques.

2.2.3.2 Effets sur la santé

Les effets sont très divers selon les polluants :

- Le benzène est un composé majeur en termes d'impact sanitaire ; c'est un cancérogène notoire (classé cancérogène de catégorie A pour l'homme par l'Union Européenne) ;
- Le toluène provoque une irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, des étourdissements et une sensation d'ivresse ainsi que des effets neurologiques ;
- Les aldéhydes sont susceptibles de provoquer une gêne olfactive et des irritations ; le plus étudié, le formaldéhyde est considéré comme un cancérogène pour les zones du nasopharynx et des fosses nasales.

2.2.3.3 Effets sur l'environnement

Les COV interviennent dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère. Il joue également un rôle dans la formation de certains gaz à effet de serre.

2.2.4 Ozone (O₃)

2.2.4.1 Origines

L'ozone est un polluant secondaire (pas de source directe). Il se forme uniquement par l'intermédiaire de réactions photochimiques complexes sous l'action du rayonnement solaire (principalement lors des journées chaudes de l'été). Pour être initiées, elles nécessitent la présence de plusieurs espèces de polluants (les « précurseurs » de l'ozone) à des gammes de concentrations précises : les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatiles (COV).

Les concentrations en ozone dans la couche atmosphérique la plus basse, la troposphère, dépendent dans un premier temps d'un équilibre photochimique :



Tant que le rayonnement solaire est suffisant, il y a quasiment simultanément formation et destruction de l'ozone. Ce cycle n'entraîne donc pas d'augmentation des concentrations en ozone.

En revanche la présence de COV perturbe cet équilibre par la formation, sous l'influence du rayonnement solaire, de composés radicalaires très réactifs. Ces composés modifient le cycle en prenant la place de l'ozone qui n'est alors plus détruit par le NO. L'ozone va par conséquent s'accumuler dans l'atmosphère. Le déséquilibre perdure jusqu'à ce que le rayonnement solaire baisse ou que les concentrations en COV ne soient plus suffisantes.

Hors conditions atmosphériques particulières (forte inversion thermique ou période anticyclonique durable), les concentrations en ozone sont plus importantes en périphérie des grandes agglomérations. En ville, l'ozone est consommé, pour une part, par le NO émis par les véhicules. En revanche en zone périurbaine sous le panache d'une grande agglomération, l'apport des précurseurs (NO₂ et COV) dans un environnement où la production de NO est faible, va générer une augmentation des concentrations d'ozone.

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque, dès une exposition prolongée de 150 à 200 µg/m³, des irritations oculaires, de la toux et une altération pulmonaire surtout chez les enfants et les asthmatiques. Les effets sont majorés par l'exercice physique et sont variables selon les individus.

2.2.4.2 Effets sur l'environnement

L'ozone est l'un des principaux agents de la pollution dite « photo-oxydante » et contribue aux pluies acides ainsi qu'à l'effet de serre. Il a également un effet direct sur la végétation en altérant les mécanismes de la photosynthèse (et diminue donc l'assimilation carbonée de la plante) et de la respiration. Il est susceptible de provoquer l'apparition de nécroses sur les feuilles des plantes.

2.2.5 Monoxyde de carbone (CO)

2.2.5.1 Origines

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète des combustibles et des carburants. Des taux importants de CO peuvent provenir d'un moteur qui tourne dans un espace clos, d'une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts ou du mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage.

2.2.5.2 Effets sur la santé

L'ozone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant au manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. A taux importants et à doses répétées, il peut être à l'origine d'intoxications chroniques avec céphalées, vertiges, asthénie et vomissements. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychologiques.

2.2.6 Dioxyde de soufre (SO₂)

2.2.6.1 Origines

Le dioxyde de soufre provient essentiellement de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre : fioul, charbon, gazole. Il est principalement émis par les secteurs de la production d'énergie (raffinage du pétrole, production d'électricité) et de l'industrie manufacturière (entreprises chimiques). C'est un polluant indicateur de pollution d'origine industrielle.

2.2.6.2 Effets sur la santé

C'est un gaz irritant. Le mélange acido-particulaire peut déclencher des effets bronchospasmodiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires chez l'adulte (toux, gêne respiratoire) et altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou crise d'asthme).

2.2.6.3 Effets sur l'environnement

En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue au phénomène des pluies acides et à la dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions.

2.2.7 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

2.2.7.1 Origines

Les HAP sont formés lors de combustions incomplètes (bois, charbon, fioul, essence, goudrons de houille, cigarettes...) puis rejetés dans l'atmosphère. Cette famille comprend des composés tels que l'anthracène, le chrysène, le naphtalène, le benzo(a)pyrène.

2.2.7.2 Effets sur la santé

Les HAP ont principalement des effets cancérogènes (pour le naphtalène cela n'a pas été clairement démontré), toxiques pour la reproduction (uniquement pour le benzo(a)pyrène), mutagènes (benzo(a)pyrène et autres HAP).

2.2.8 Métaux lourds

2.2.8.1 Origines

Les métaux lourds proviennent principalement des activités métallurgiques (exactions minières, aciéries, transformation manufacturière...), de combustion (production énergétique ou incinération de déchets) et transports en particulier routiers.

Cette famille comprend de nombreux éléments métalliques. En termes de qualité de l'air, les polluants surveillés sont le plomb (Pb), qui a connu une diminution spectaculaire de ses émissions aux cours des deux dernières décennies suite à l'interdiction des essences plombées au niveau européen, et plus récemment l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni) et le mercure (Hg).

2.2.8.2 Effets sur la santé

Les métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'homme ou bien contaminer les sols, les eaux, et les aliments et être ainsi ingérés par l'homme en entrant dans la chaîne alimentaire. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres. Certains, comme le cadmium, l'arsenic, le nickel et le chrome hexavalent (ou Cr VI) sont cancérogènes.

2.2.9 Gaz à effet de serre

Les principaux gaz à effet de serre sont :

- Le dioxyde de carbone (CO₂) qui provient principalement de la combustion du bois ou de combustibles fossiles (charbon, essences, fiouls, gaz...), de procédés industriels (décarbonatations dans les cimenteries ; industrie chimique) ; il est principalement émis par le secteur résidentiel/tertiaire, les transports routiers et le secteur industriel ;
- Le méthane (CH₄), principalement produit par la méthanogenèse (décomposition de la matière organique dans le secteur agricole) et certains procédés industriels (décharges, distribution de gaz naturel) ;
- Le protoxyde d'azote (N₂O) qui provient généralement de l'utilisation d'engrais azoté sur les terres cultivées et, dans une moindre mesure, de la combustion d'énergie fossile ou de certains procédés industriels (chimie).

2.3 Cadre réglementaire

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes. Ces dernières ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé humaine.

La directive n°2008/50/CE du 21 Mai 2008 de la Communauté Européenne, concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air. Cette directive vise à simplifier et homogénéiser les textes précédemment en

vigueur en regroupant la directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant avec les « directives filles » (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/3/CE et 2004/107/CE).

La réglementation française en matière de qualité de l'air est issue de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996, aujourd'hui codifiée aux articles L220-1 et suivants du Code de l'Environnement. Elle constitue la transcription en droit français de la directive européenne n° 96/62/CE du 27 septembre 1996. S'en sont de nombreux décrets d'application aujourd'hui dans les articles R221-1 et suivants du code de l'Environnement.

Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique dont la liste est fixée par l'article R221-1 du Code de l'environnement sont les suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO₂),
- Les particules en suspension (PM10 et PM2.5),
- Le dioxyde de soufre (SO₂),
- L'ozone (O₃),
- Le monoxyde de carbone (CO),
- Les composés organiques volatils (COV),
- Le benzène,
- Les métaux lourds (plomb, arsenic, cadmium, nickel),
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (le traceur du risque cancérogène utilisé est le benzo(a)pyrène)

L'article R221-1 du Code de l'environnement définit également différentes typologies de seuil :

- **Objectif de qualité** : un 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 cible** : un 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 ;
- **Valeur limite** : un 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 ;
- **Seuil d'information et de recommandation** : un 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** : un 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...

Le tableau ci-après regroupe les valeurs réglementaires en air ambiant par polluant réglementé en 2018 en France (issu du décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air).

Polluant	Valeur limite	Valeur cible	Objectif de qualité	Niveau d'information et de recommandation (NIR)	Niveau d'alerte (NA)
Ozone (O ₃)		Protection de la santé 120 µg/m ³ en moyenne sur 8h glissantes à ne pas dépasser plus de 25 jours/an (moyenne calculée sur 3 ans)	Protection de la santé 120 µg/m ³ en moyenne sur 8h glissantes	180 µg/m ³ (moyenne horaire)	Seuil 1 : 240 µg/m ³ pendant 3h consécutives
		Protection de la végétation 18 000 µg/m ³ .h pour l'AOT40** (moyenne calculée sur 5 ans)	Protection de la végétation 6 000 µg/m ³ .h pour l'AOT40**		Seuil 2 : 300 µg/m ³ pendant 3h consécutives
					Seuil 3 : 360 µg/m ³ (moyenne horaire)
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 µg/m ³ en moyenne annuelle			200 µg/m ³ (moyenne horaire)	400 µg/m ³ pendant 3h consécutives ou Persistance : 200 µg/m ³ plus de 2 jours consécutifs (J-1, J et J+1) (moyenne horaire)
	200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an				
Dioxyde de soufre (SO ₂)	125 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an		50 µg/m ³ en moyenne annuelle	300 µg/m ³ (moyenne horaire)	500 µg/m ³ pendant 3h consécutives
	350 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures/an				
Particules PM ₁₀	40 µg/m ³ en moyenne annuelle		30 µg/m ³ en moyenne annuelle	50 µg/m ³ (moyenne journalière)	80 µg/m ³ (seuil admis par le CSHPF) ou Persistance : 50 µg/m ³ plus de 2 jours consécutifs (J et J+1) (moyenne journalière)
	50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an				
Particules PM _{2.5}	25 µg/m ³ en moyenne annuelle	20 µg/m ³ en moyenne annuelle	10 µg/m ³ en moyenne annuelle		
Monoxyde de carbone (CO)	10 mg/m ³ en moyenne sur 8h glissantes				
Benzène (C ₆ H ₆)	5 µg/m ³ en moyenne annuelle		2 µg/m ³ en moyenne annuelle		
Plomb (Pb)	0.5 µg/m ³ en moyenne annuelle		0.25 µg/m ³ en moyenne annuelle		
Arsenic (As)		6 ng/m ³ en moyenne annuelle			
Cadmium (Cd)		5 ng/m ³ en moyenne annuelle			
Nickel (Ni)		20 ng/m ³ en moyenne annuelle			
Benzo(a)pyrène (C ₂₀ H ₁₂)		1 ng/m ³ en moyenne annuelle			

Tableau 1 : Réglementation sur la qualité de l'air – 2018 (Source : Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air)

2.4 Pollutions atmosphériques et pollutions routières

Les émissions des véhicules sont très variables et de nombreux facteurs sont à considérer pour les évaluer. Celles-ci varient notamment suivant la vitesse de circulation, la catégorie du véhicule (poids lourds/véhicules légers), les modèles de véhicule, la pente surtout pour les poids lourds, le type de carburant utilisé, l'âge du véhicule, le type de conduite (agressif ou écoconduite) ...

2.4.1 Vitesse des véhicules

La vitesse moyenne apparaît comme le paramètre déterminant des émissions de polluants et de la consommation de carburant. Quel que soit le polluant considéré, des émissions importantes sont enregistrées pour les plus basses vitesses (caractérisant des trajets urbains). **Pour les véhicules légers (VL), les émissions minimales se situent aux alentours de 60 à 80 km/h** (Figure 3). Ainsi, pour une distance parcourue identique, un trajet urbain ou autoroutier est donc plus émetteur qu'un trajet périurbain fluide ou interurbain. **Pour les poids lourds (PL), du fait de leur inertie, les émissions sont maximales pour les basses vitesses et diminuent quand la vitesse augmente** (Figure 4).

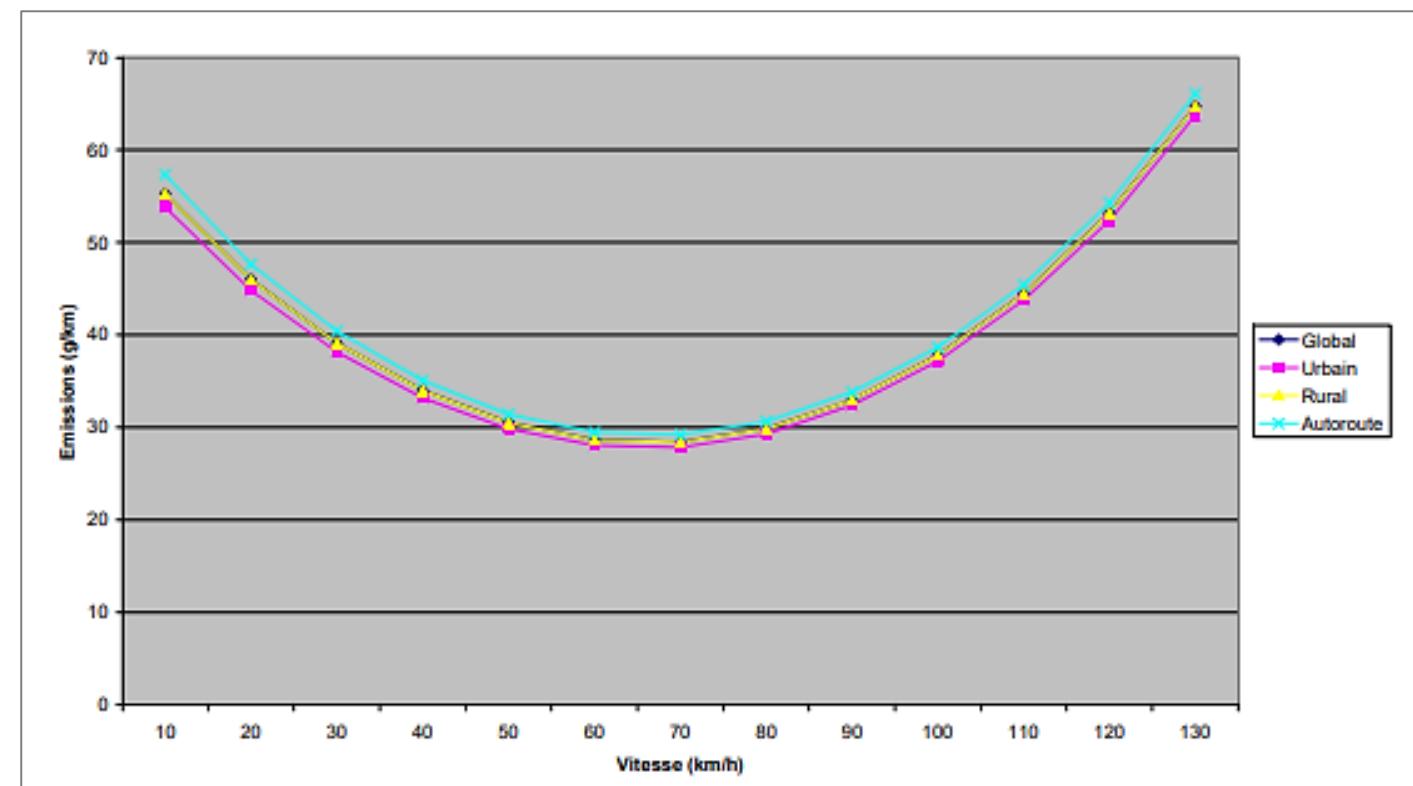


Figure 3 : Courbes des émissions de NOx en fonction de la vitesse et du parc automobile pour les véhicules légers

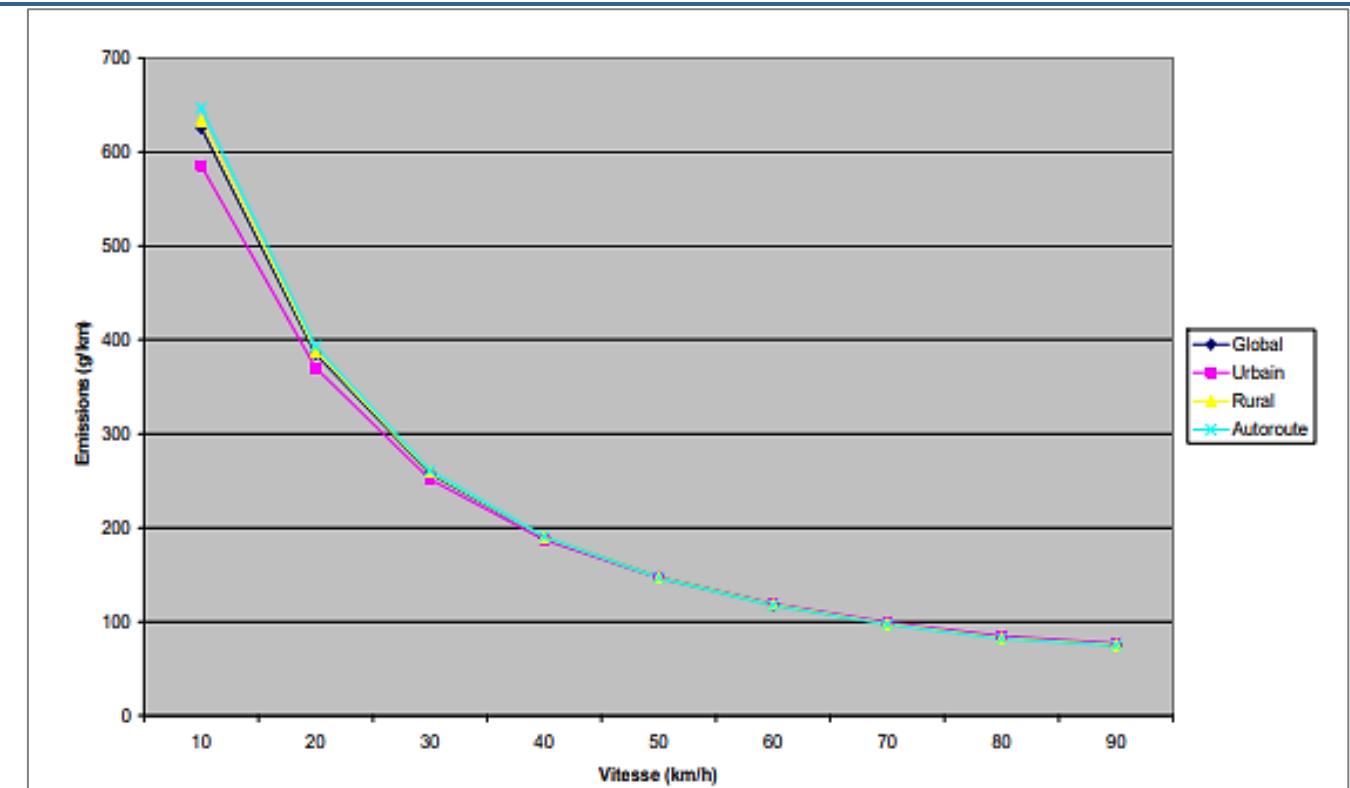


Figure 4 : Courbes des émissions de NOx en fonction de la vitesse et du parc automobile pour les poids lourds

2.4.2 Carburants

La motorisation des véhicules influe également sur les émissions de polluants. Ainsi :

- Pour les oxydes d'azote et particules, l'émission des véhicules diesel est prépondérante.
- Pour le monoxyde de carbone et les composés organiques volatils, les émissions sont surtout imputables à la motorisation essence.
- En ce qui concerne les particules fines, la combustion du diesel entraîne davantage d'émissions que celle de l'essence. La mise en œuvre de filtre à particules (FAP) sur les véhicules diesel récents permet toutefois de ramener leurs émissions à l'échappement à des valeurs équivalentes à celle des véhicules essence.

2.4.3 Effet de la pente et de la charge sur les poids lourds

L'augmentation de la charge des poids lourds conduit à une surémission importante (Figure 5). Le taux de charge joue principalement sur les émissions de dioxyde de carbone, d'oxydes d'azote, et dans une moindre mesure sur les émissions de particules et de monoxyde de carbone.

Concernant la pente, l'effet est sensible pour tous les polluants et particulièrement sur le dioxyde de carbone, les oxydes d'azote et les particules.

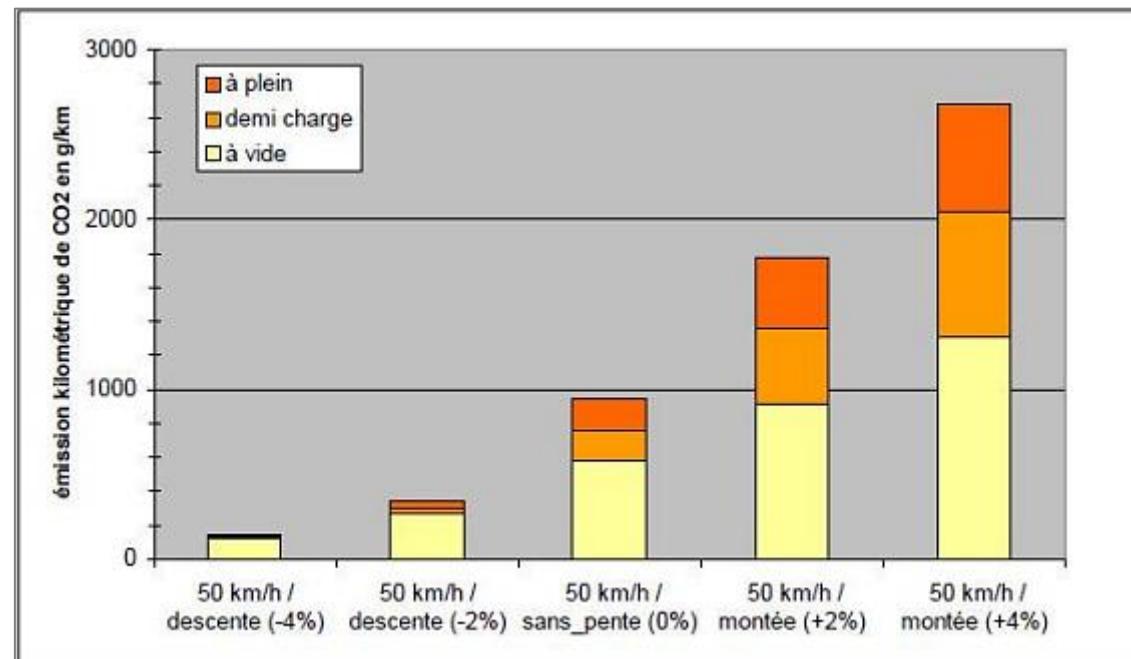


Figure 5 : Effet de la pente et de la charge pour les PL sur les émissions de CO2 (Source : Emissions routières de polluants atmosphériques, courbes et facteurs d'influence - SETRA 2009)

2.4.4 Emissions unitaires des véhicules

Les normes européennes d'émission, dites normes Euro sont des règlements de l'Union européenne qui fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants. Il s'agit d'un ensemble de normes de plus en plus strictes s'appliquant aux véhicules neufs. Leur objectif est de réduire la pollution atmosphérique due au transport routier. Les premières normes Euro sont entrées en vigueur en 1990.

Pour les automobiles particulières, les dates d'entrée en vigueur sont les suivantes :

- Euro 1 : automobiles mises en service après 1993 (nouveaux types dès juillet 1992) ;
- Euro 2 : automobiles mises en service après 1997 (nouveaux types dès janvier 1996) ;
- Euro 3 : automobiles mises en service après 2001 (nouveaux types dès janvier 2000) ;
- Euro 4 : automobiles mises en service après 2006 (nouveaux types dès janvier 2005) ;
- Euro 5a : automobiles mises en service après 2011 (nouveaux types dès septembre 2009)
- Euro 5b : automobiles mises en service après 2013 (nouveaux types dès septembre 2011)
- Euro 6b : automobiles mises en service après septembre 2015 (nouveaux types dès septembre 2014).
- Euro 6c : automobiles mises en service après septembre 2018 (nouveaux types dès septembre 2017).
- Euro 6d-TEMP : automobiles mises en service après septembre 2019 (nouveaux types dès septembre 2017).
- Euro 6d : automobiles mises en service après janvier 2021 (nouveaux types dès janvier 2020).

La réglementation européenne (Règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil pour les normes 5 et 6) induit une obligation de concevoir et de fabriquer des véhicules émettant

des concentrations de polluants – mesurées directement en sortie de pot d'échappement – de plus en plus faibles.

Le dioxyde de carbone n'est pas concerné par cette réglementation malgré sa contribution majeure à l'effet de serre. Les émissions de CO₂ augmentent directement avec l'accroissement du nombre de véhicules par kilomètre.

Le temps de pénétration des nouvelles technologies conditionne le gain attendu en termes d'émissions.

Ces gains obtenus sur le terrain ne sont visibles qu'à long terme à cause de l'inertie importante de renouvellement du parc (plus de 25 ans) comme le montre la figure suivante.

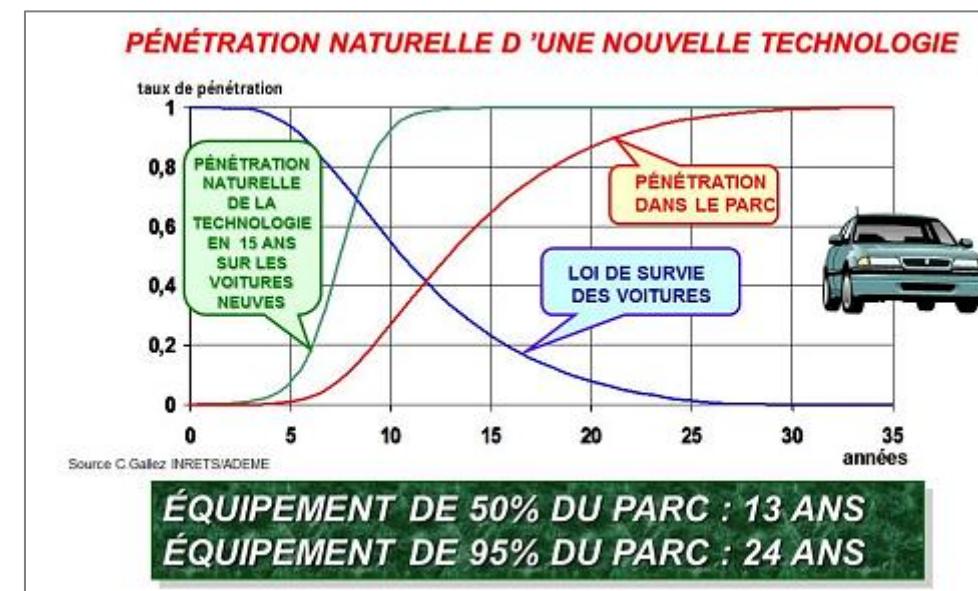


Figure 6 : Renouvellement du parc de voitures particulières

(Source : ADEME - INRETS)

3 CONTEXTE REGIONALE DE PROTECTION ET DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

3.1 Surveillance de la qualité de l'air

La surveillance réglementaire de la qualité de l'air est confiée aux 18 AASQA (Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air) régionales. Localement, il s'agit des associations Atmo Hauts-de-France.

Leurs missions sont :

- Surveiller l'air que nous respirons ;
- Informer au quotidien et alerter en cas de phénomènes de pollution atmosphérique ;
- Accompagner leurs partenaires dans leurs projets Air en lien avec les thématiques Santé, Climat, Energie

Les stations de mesure sont déployées par chaque AASQA de façon précise sur leur territoire et l'on distingue plusieurs types de stations de mesure. La différenciation entre les typologies de station permet de distinguer différentes situations d'exposition de la population et de hiérarchiser les zones du projet. Les différentes typologies de stations sont présentées ci-dessous :

- **Les stations de proximité** visent à mesurer les concentrations de polluants à proximité des sources industrielles (stations « de proximité industrielle ») ou des infrastructures routières (stations « de proximité trafic ») et d'observer les effets de leurs émissions atmosphériques.
- **Les stations urbaines** sont représentatives de la qualité de l'air ambiant urbain, sans cibler l'impact d'une source d'émission particulière. Elles sont souvent implantées dans des zones à forte densité de population.
- **Les stations périurbaines** ne se trouvent pas sous l'impact direct d'une source d'émission identifiée. Elles sont implantées à la périphérie des grandes villes.
- **Les stations rurales régionales** sont représentatives de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique « de fond », à l'échelle régionale. Elles sont éloignées au maximum des agglomérations et de toute zone construite, autoroute ou installation industrielle.

En 2020, Atmo Hauts-de-France dispose de 53 stations fixes qui mesurent en continu et en temps réel la qualité de l'air de la région.

La station fixe la plus proche de bande d'étude est située dans l'agglomération de Saint-Laurent-Blangy, à environ 4,5 km au Nord-Ouest de l'aire d'étude. Cette station mesure les oxydes d'azote (NO et NO₂), l'ozone et les particules en suspension (PM10).

Implantées en contexte péri-urbain/rural, cette station est représentative de la qualité de l'air au niveau de la bande d'étude (environnement également péri-urbain/rural).

3.2 Plans et schémas régionaux et locaux

Les communes de Tilloy-lès-Mofflaines, Neuville-Vitasse et Beaurains sont concernées par les documents de planification suivants :

- Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) Hauts-de-France, concernant la dimension Climat-Air-Energie,
- Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) Nord-Pas-de-Calais approuvé le 27 mars 2014

Ces documents sont plus amplement présentés dans les chapitres suivants.

Il convient également de noter que la Communauté Urbaine d'Arras (auxquelles appartiennent respectivement les communes de Tilloy-lès-Mofflaines, Beaurains et Neuville-Vitasse) se sont lancées dans l'élaboration d'un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET).

3.2.1 SRADDET Hauts-de-France

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) est un document stratégique intégrateur et à caractère prescriptif approuvé par le préfet de Région le 4 août 2020. Il répond à deux enjeux de simplification :

- La clarification du rôle des collectivités territoriales, en octroyant à la région un rôle majeur en matière d'aménagement du territoire
- La rationalisation du nombre de documents existants en prévoyant l'insertion, au sein du SRADDET, de plusieurs schémas sectoriels

Il comprend 5 dimensions :

- La dimension thématique « infrastructures de transports et intermodalité » en intégrant le Schéma Régional des Infrastructures et Transports (SRIT) et le Schéma Régional de l'Intermodalité (SRI),
- La dimension thématique « climat air énergie » en intégrant le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE),
- La dimension thématique « biodiversité » en intégrant le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE),
- La dimension « déchets » en intégrant le Plan Régional de Prévention et de gestion des déchets (PRPGD),
- La dimension « numérique » avec l'intégration possible de la SCORAN.

Les objectifs Air du SRADDET Hauts-de-France visent à réduire les émissions régionales de polluants atmosphériques aux horizons 2021 et 2030 (Figure 7).

Polluants	Cible 2021 (Kt)	Cible 2030 (Kt)
SO ₂	50,5	37,2
NO _x	84,5	54
COVnM	90	72,1
NH ₃	56,6	54,6
PM _{2,5}	17,4	14,4
PM ₁₀	31	26

Figure 7 : Objectifs de réduction des émissions polluantes régionales (Source : SRADDET Hauts-de-France)

L'atteinte de ces objectifs chiffrés s'appuie sur le respect des objectifs visés par le schéma en matière d'énergie et de climat notamment ceux portant sur la mobilité et visant à favoriser le développement de pratiques alternatives à la voiture individuelle, l'incitation à l'usage de véhicules moins polluants, le développement de pôles d'échanges multimodaux, l'amélioration de l'accessibilité de la métropole lilloise.

Par ailleurs, le fascicule des règles définit deux règles générales prescriptives visant l'amélioration de la qualité de l'air :

- Les SCoT et les PLU / PLUI doivent définir des principes d'aménagement visant à une réduction chiffrée des émissions de polluants atmosphériques, et une réduction de l'exposition des populations à la pollution de l'air, notamment des établissements accueillant des publics sensibles aux pollutions atmosphériques (personnes âgées, enfants, malades...).
- Les PCAET couvrant une agglomération de moins de 250 000 habitants et sans dépassements récurrents de seuils réglementaires sont incités à mettre en place des zones à faible émission (ZFE).

3.2.2 PPA Nord-Pas-de-Calais

Le PPA Nord-Pas-de-Calais a été approuvé par l'ensemble des Préfets de la région par arrêté inter-préfectoral du 24 mars 2014.

Ce document a pour objet, dans un délai qu'il fixe, de ramener les concentrations en polluants à des niveaux en conformité avec les valeurs limites européennes. Le PPA est le plan d'actions de l'Etat régional (Préfets) à mettre en œuvre pour une amélioration réelle de la qualité de l'air, tant en pollution chronique que pour diminuer le nombre d'épisodes de pollution.

Il prévoit 21 actions pour la qualité de l'air composé de 13 mesures réglementaires et 8 mesures d'accompagnement. Celles qui concernent les actions sur le trafic routier sont présentées ci-après :

- Réglementaire 6 : Organiser le covoiturage dans les zones d'activités de plus de 5000 salariés
- Réglementaire 7 : réduire de façon permanente la vitesse et mettre en place la régulation dynamique sur plusieurs tronçons sujets à congestion en région Nord-Pas-de-Calais
- Réglementaire 13 : Diminuer les émissions en cas de pic de pollution : mise en œuvre de la procédure inter-préfectorale d'information et d'alerte de la population

- Accompagnement 1 : Promouvoir la charte « CO₂, les transporteurs s'engagent » en région Nord-Pas-de-Calais
- Accompagnement 2 : Développer les flottes de véhicules moins polluants
- Accompagnement 3 : Promouvoir les modes de déplacement moins polluants

L'échéance de mise en œuvre des actions du PPA dépend de chaque type de mesure réglementaire ou d'accompagnement.

Le PPA de la région Nord-Pas-de-Calais, définit des mesures à prendre localement pour baisser les émissions atmosphériques et se conformer aux normes de qualité de l'air. Il propose ainsi 21 actions pour améliorer la qualité de l'air touchant de manière transversale tous les secteurs : résidentiel, tertiaire, transport, industrie et agriculture.

La CUA est identifiée en tant que zone sensible à la dégradation de la qualité de l'air dans le PPA

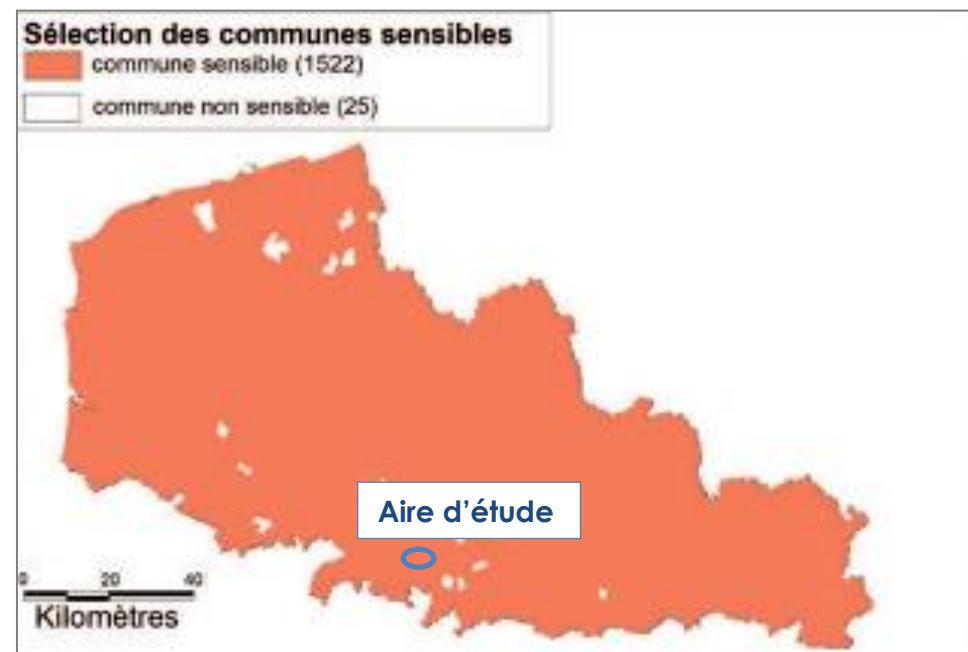


Figure 8 : Zones sensibles à la dégradation de la qualité de l'air (Source : PPA de la région du Nord-Pas-de-Calais)

3.3 Emissions régionales des principaux polluants par secteur

Le graphique suivant présente les contributions des principales activités aux émissions de polluants atmosphériques dans les Hauts-de-France pour l'année de référence 2015. L'analyse de ces graphiques amènent les conclusions suivantes :

- Le transport routier apparaît comme le principal émetteur d'émissions d'oxydes d'azote. Il s'agit également d'un émetteur secondaire de particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5}), de monoxyde de carbone, de benzo(a)pyrène et d'arsenic.
- Le secteur résidentiel/tertiaire représente la quasi-totalité des émissions de benzène et une très grande partie de celles de benzo(a)pyrène.

ETUDE AIR

- Les émissions de dioxyde de soufre et de nickel sont essentiellement liées à l'industrie et à la transformation de l'énergie. La part du résidentiel est toutefois plus importante pour les PM2.5 que pour les PM10.
- Les émissions de particules (PM10 et PM2.5) sont réparties entre l'agriculture, le résidentiel/tertiaire, l'industrie et le transport routier
- Les émissions de COVNM sont réparties entre le secteur résidentiel/tertiaire, l'industrie et les émissions naturelles (qui correspondent à la majeure partie du secteur « Emetteurs non inclus »). La répartition des émissions naturelles est majoritaire dans les Hauts-de-France.
- Les émissions d'arsenic se répartissent entre les secteurs de l'industrie, de l'énergie, du résidentiel/tertiaire et du transport routier
- L'agriculture et les moyens de transport non routiers disposent d'une part mineure voire négligeable dans les émissions régionales de polluants atmosphériques (hormis les particules pour l'agriculture).

En termes d'émissions de gaz à effet de serre, les Hauts-de-France sont à l'origine de 61,8 Mteq CO2 en 2015 (soit 14% des émissions nationales). Le tissu industriel et la présence d'industries fortement émettrices (industrie sidérurgique notamment) contribue à la part majoritaire de ce secteur en termes d'émissions (près de 40%). Le transport routier, le résidentiel/tertiaire, l'énergie et l'agriculture représentent chacun 10 à 20% des émissions.

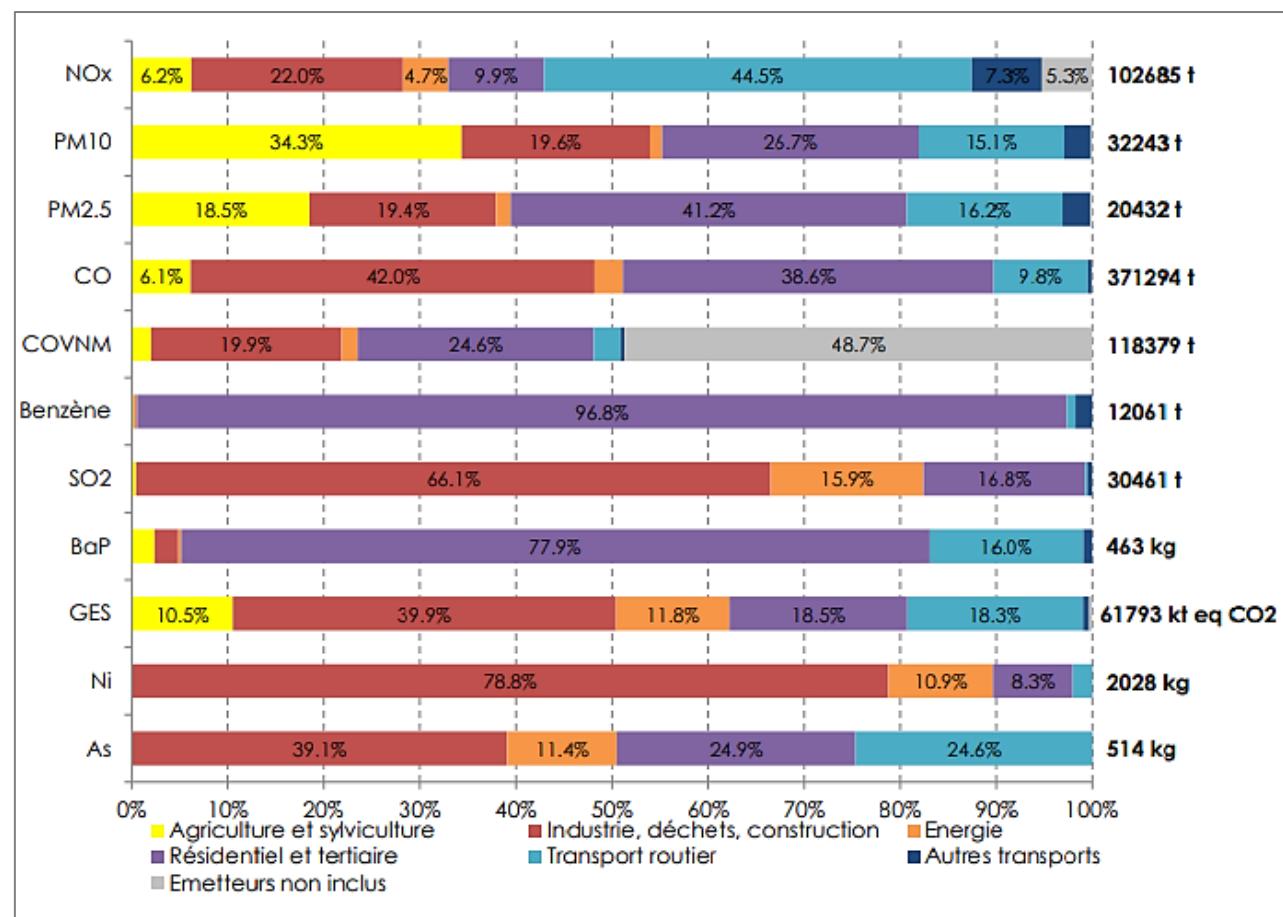


Figure 9 : Répartition des émissions polluantes par secteur dans les Hauts-de-France (Source : Atmo Hauts-de-France - données de 2015)

Le graphique suivant présente les contributions des différents types de véhicules aux émissions de polluants atmosphériques dans les Hauts-de-France pour l'année de référence 2015. On constate que

- Les véhicules particuliers diesel constituent les principaux émetteurs d'oxyde d'azote, de dioxyde de soufre et de benzo(a)pyrène; les véhicules utilitaires et les poids lourds (majoritairement à motorisation diesel) constituent des sources secondaires.
- Les véhicules essences et les deux-roues sont les principaux émetteurs de monoxyde de carbone, de benzène et de COVNM. A noter que l'évaporation d'essence constitue une source notable pour ces derniers.
- Quasi-uniquement formées par abrasion, les émissions de métaux lourds sont indépendantes de la motorisation. Les contributions par types de véhicules sont globalement en rapport avec leur contribution au trafic routier. Les poids lourds sont néanmoins surreprésentés (usure plus importante des freins et des pneumatiques) ;
- Pour les gaz à effet de serre, les émissions par type de véhicules sont également le reflet de leur contribution au trafic routier et de leur consommation de carburant (ce qui explique la surreprésentation des poids lourds).

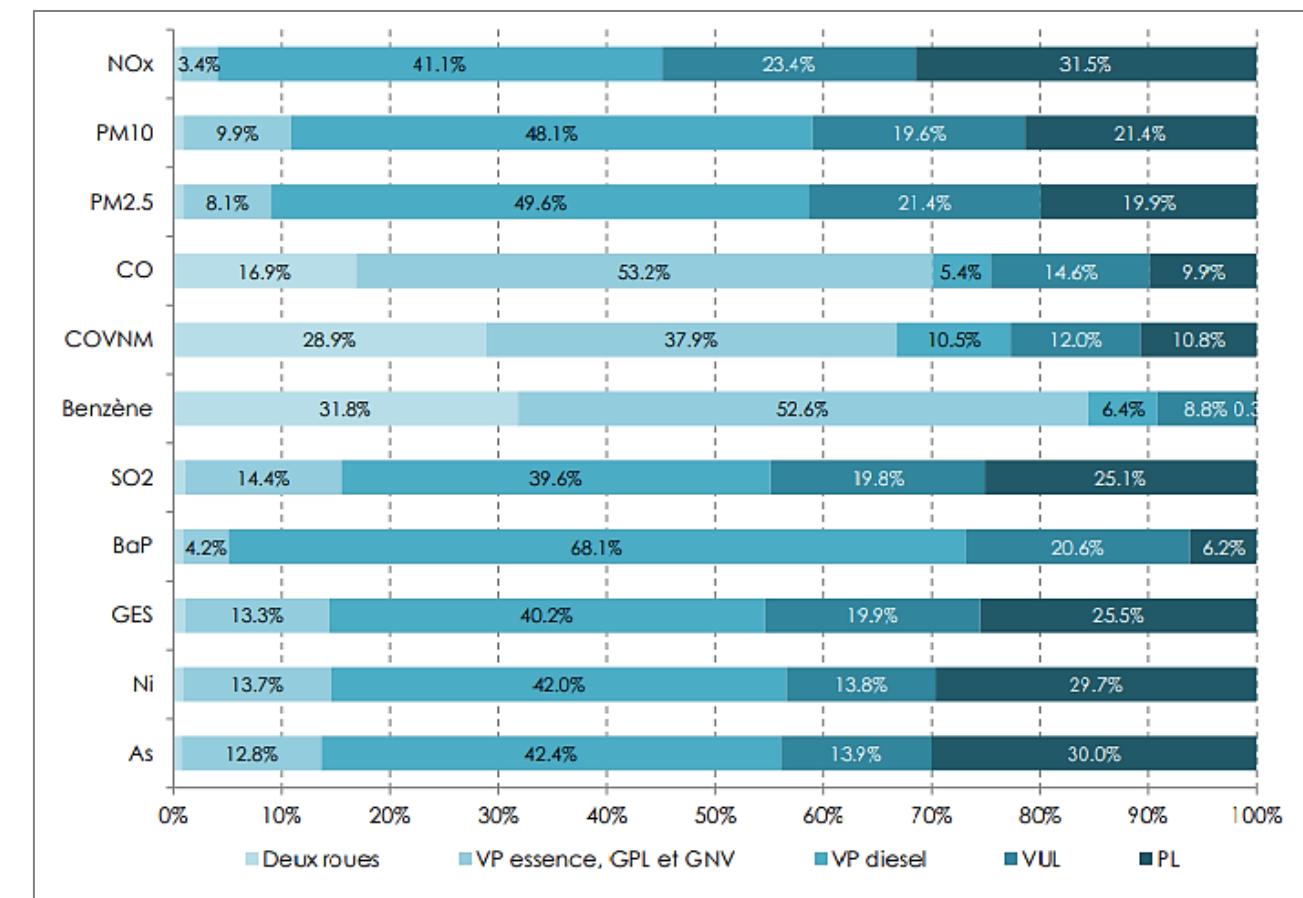


Figure 10 : Répartition des émissions polluantes du transport routier dans les Hauts-de-France (Source Atmo Hauts-de-France - données de 2015)

3.4 Evolution des émissions de polluant par secteur d'activité au sein de la communauté urbaine d'Arras

La commune de Tilloy-lès-Mofflaines fait partie d'une des 46 communes de la Communauté Urbaine d'Arras (CUA). Celle-ci a vu le jour le 1^{er} janvier 1998 et compte désormais 108347 habitants.

Au sein de cette communauté, entre 2008 et 2015, les émissions d'oxydes d'azote ont diminué de 20% (-408 t au total). Elles proviennent principalement des Transports, contribuant à 63% des NOx du territoire en 2015. Ce sont les véhicules personnels qui participent le plus aux émissions du secteur (40% en 2015). L'IDEC représente la seconde source de NOx, contribuant à 19% des rejets totaux en 2015 (process industriels).

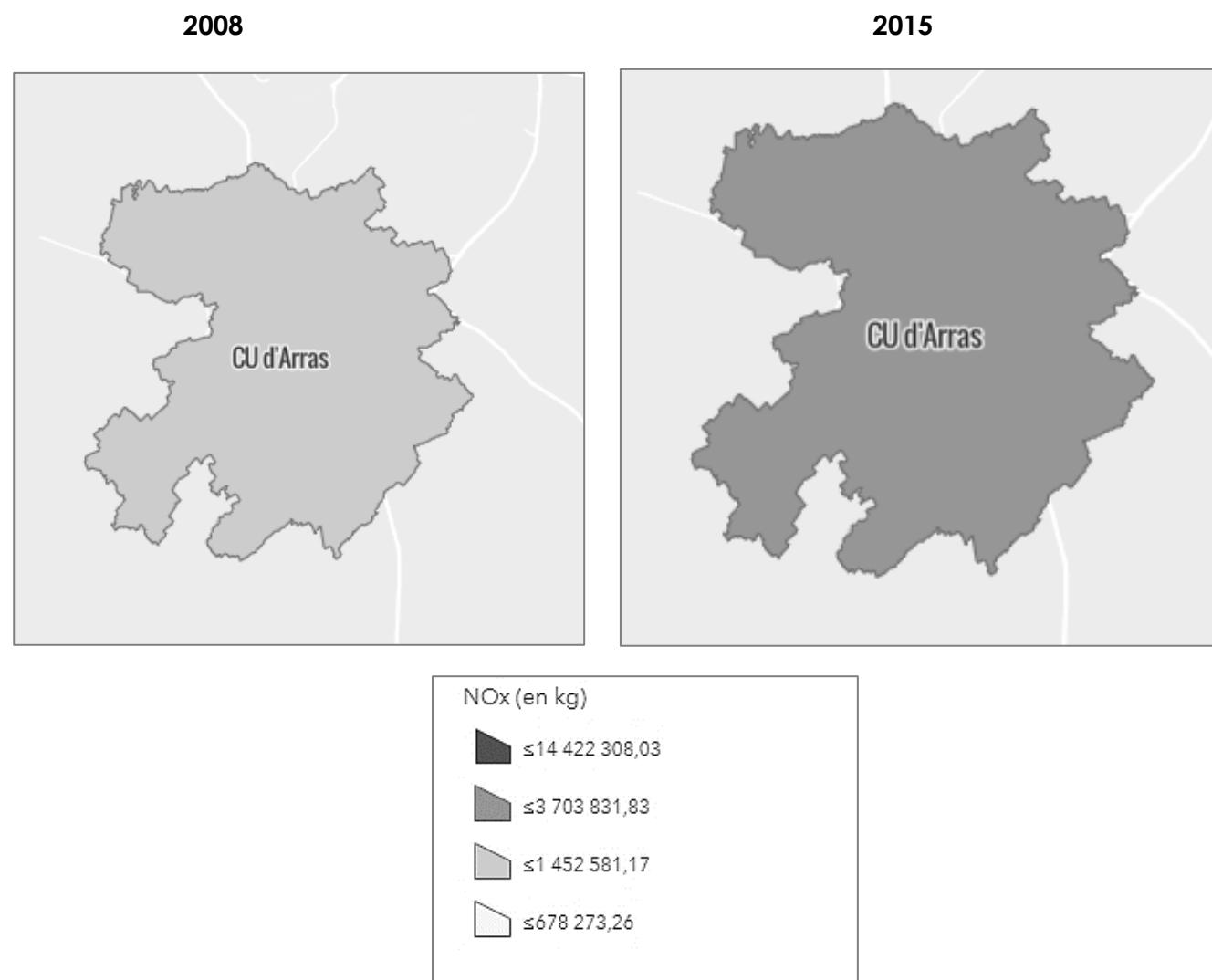


Figure 11 : Evolution des émissions de NOx au sein de la CUA entre 2008 et 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)

Les émissions de particules PM10 durant la période 2008-2015 ont baissé de 6% (-23 t au total). Sur les 7 années, le secteur Agricole et le secteur Transports représentent à eux deux les 2/3 des émissions de particules PM10 sur la Communauté Urbaine d'Arras. En 2015, 83% des émissions agricoles proviennent du travail du sol.

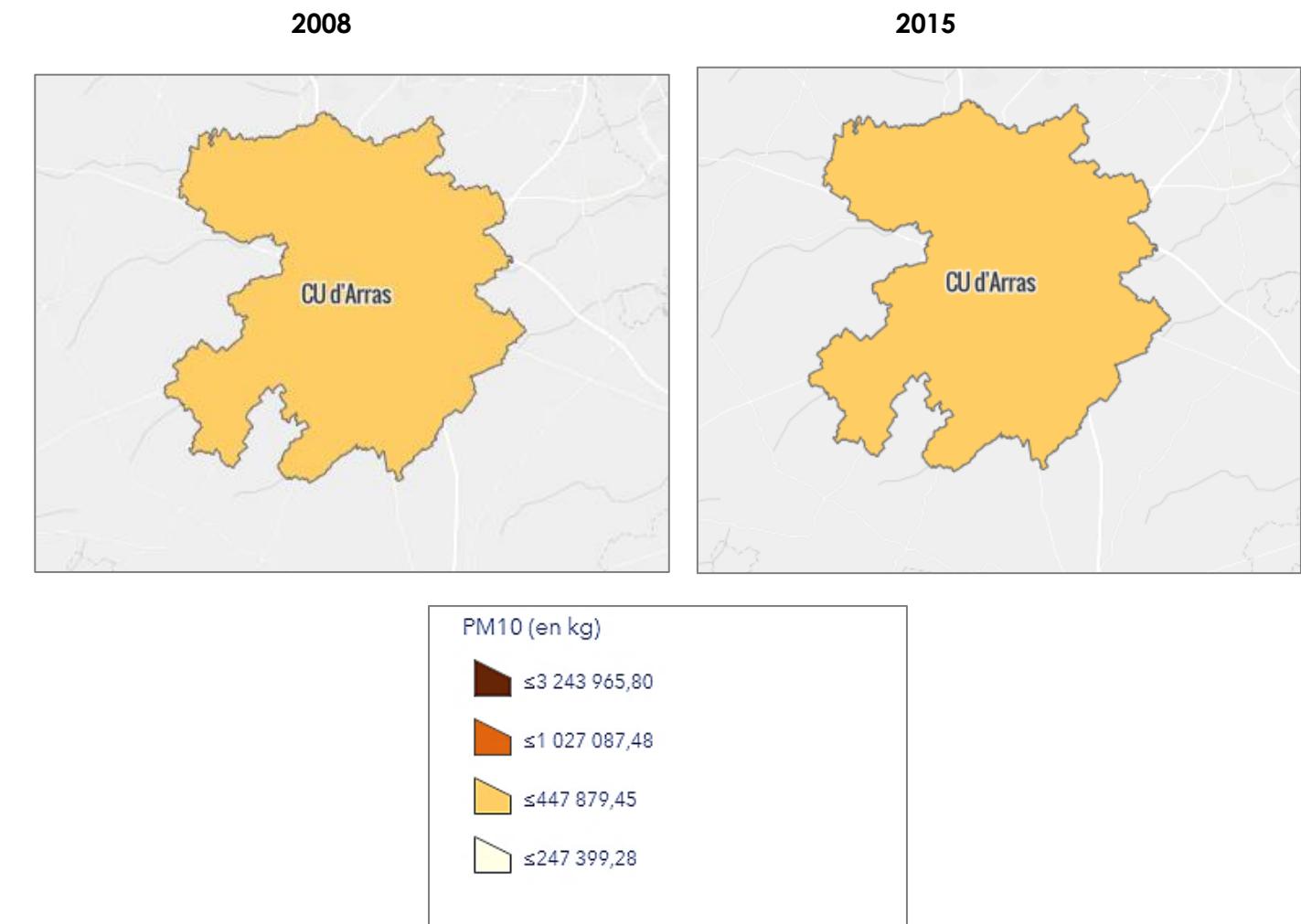


Figure 12 : Evolution des émissions de PM10 au sein de la CUA entre 2008 et 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)

Enfin, les émissions de particules PM2.5 ont diminué de 10% sur la période 2008-2015 (-26 t au total). Jusqu'en 2012, les Transports, et principalement les véhicules personnels restent la première source d'émissions de PM2.5, à hauteur de 35% des rejets totaux en 2012. En 2015, le Résidentiel-Tertiaire et les Transports se partagent la première place avec une part similaire de 34% des émissions globales. L'utilisation du chauffage, principalement au bois constitue la source principale des rejets du Résidentiel Tertiaire.

ETUDE AIR

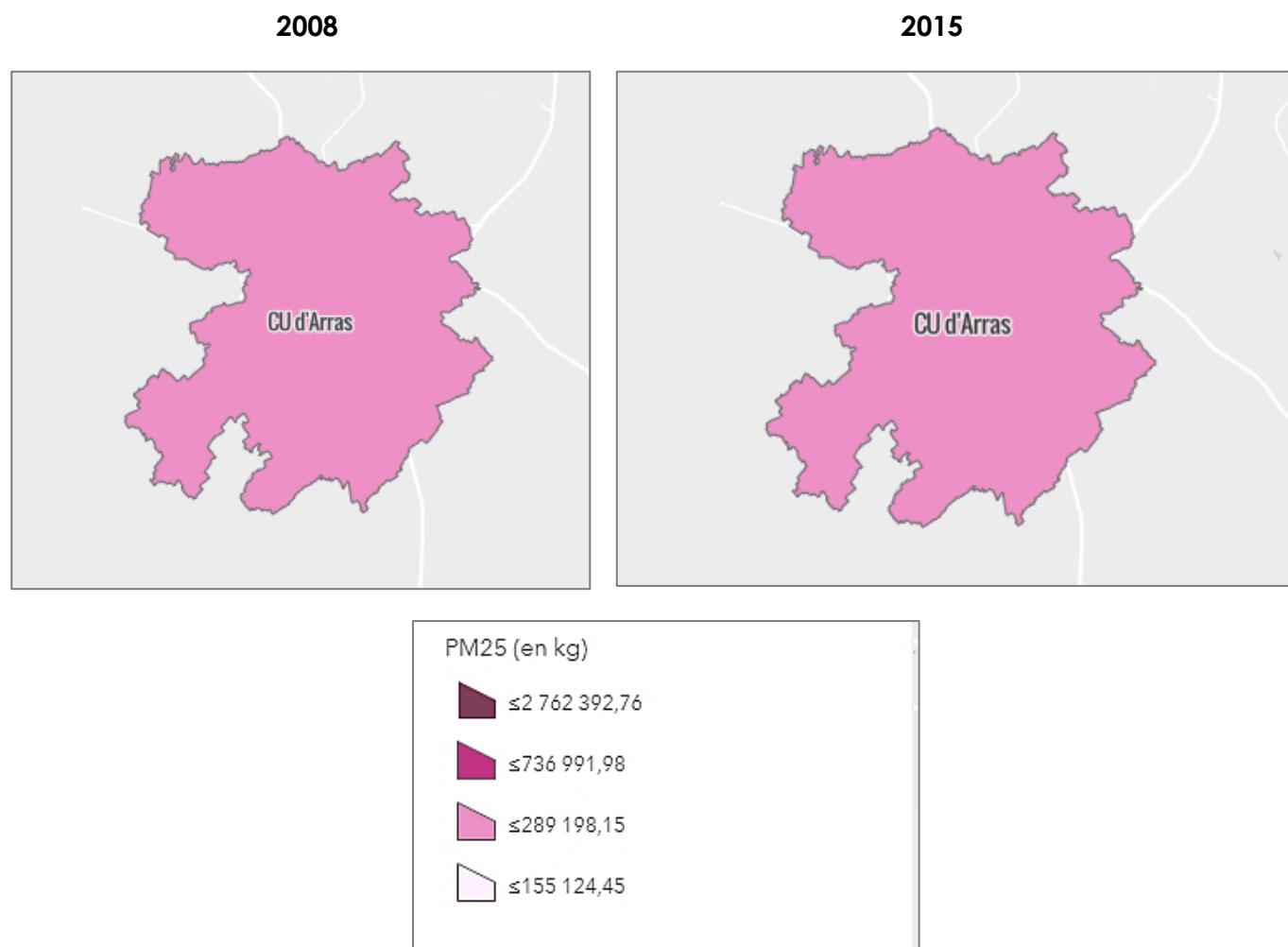


Figure 13 : Evolution des émissions de PM2.5 au sein de la CUA entre 2008 et 2015 (Source : Atmo Hauts-de-France)

Polluant	Respect des valeurs réglementaires sur la région en 2020	Episodes de pollution en 2020
Dioxyde d'azote	●	non
Particules PM10	●	oui
Particules PM2.5	● OQ	nc
Ozone	● VC santé /OLT/OQ santé et végé	oui
Dioxyde de soufre	●	non
Monoxyde de carbone	●	nc
Benzène	●	nc
Benzo(a)pyrène	●	nc
Métaux lourds	● VC nickel	nc

Légende :
OQ : objectif de qualité
VC : Valeur cible
OLT : Objectif Long Terme

Tableau 2 : Comparaison à la réglementation des polluants mesurés dans les Hauts-de-France en 2020 (Source : Atmo Hauts-de-France – Bilan de la qualité de l'air en 2020)

3.5 Qualité de l'air régionale

La qualité de l'air en Hauts-de-France s'est améliorée d'une manière générale entre 2019 et 2020, avec une augmentation du nombre de jours caractérisés par un indice bon à très bon.

En 2020, tous les polluants sont conformes à la réglementation (hors épisodes de pollution) dans les Hauts-de-France, sauf l'ozone, les particules PM2.5 et le nickel comme le montre le tableau suivant

Ces dépassements ne concernent toutefois aucune valeur limite définie par la réglementation française par le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010. Des épisodes de pollution (déclenchement des procédures d'information ou d'alerte) ont été constatées pour les particules PM10, l'ozone.

Comme le montre le graphique ci-dessous, la tendance d'évolution des concentrations de fond est à la baisse sur les 10 dernières années pour le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2.5. L'ozone est en augmentation assez constante depuis 10 ans, à l'image de la tendance nationale.

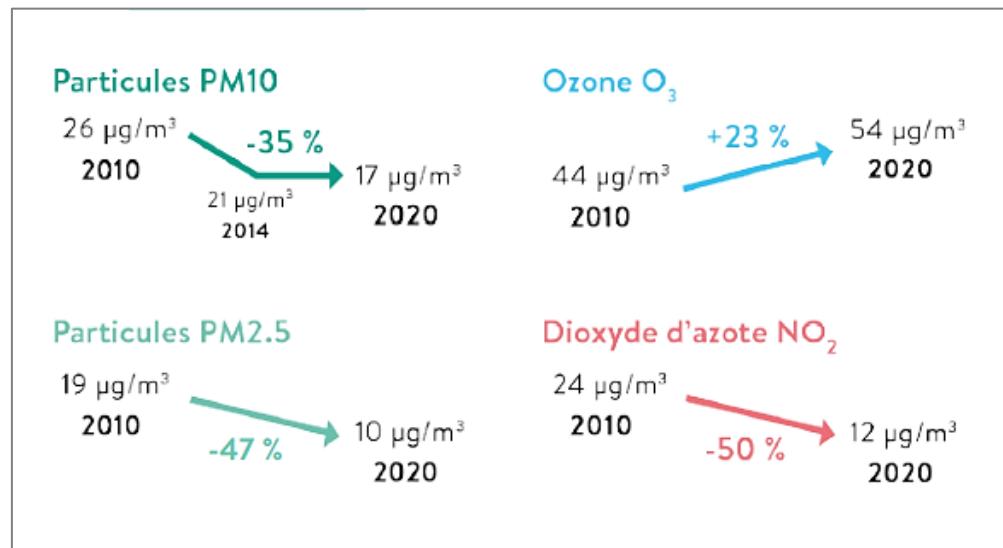


Figure 14 : Tendances d'évolution des polluants mesurés dans les Hauts-de-France (Source Atmo - Bilan de la qualité de l'air en 2020)

4 SITE D'ETUDE DANS SON ENVIRONNEMENT

4.1 Facteurs influençant la concentration en polluants

4.1.1 Facteurs météorologiques

Les concentrations en polluant sont étroitement liées aux conditions météorologiques. Les données du climat (normales annuelles) sont issues de la station météorologique de St Quentin (02), station de référence météorologique qui se trouve la plus proche de la zone du projet. Ces données sont représentées pour une période comprise entre 1981 et 2010 (excepté pour l'ensoleillement où les données sont représentées pour une période comprise entre 1991 et 2010).

La station météorologique se situe à environ 59 Km au Sud-Est de la zone d'étude

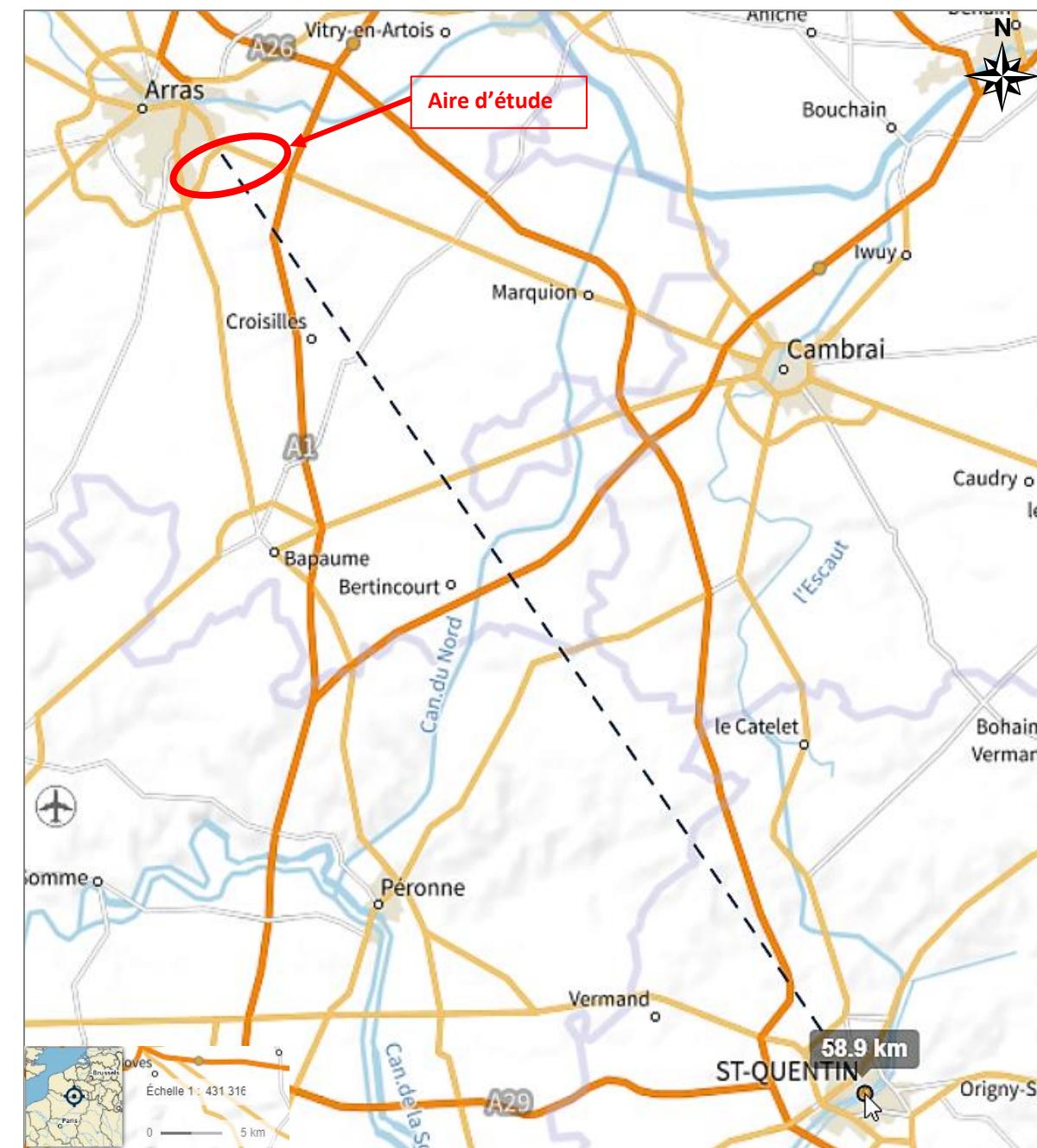


Figure 15 : Localisation de la station météorologique par rapport à la zone d'étude (Source : Géoportail)

4.1.1.1 Précipitations

Les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable. Elles permettent de rabattre les polluants les plus lourds au sol et d'en solubiliser certains (lessivage de l'atmosphère). Les concentrations en polluants dans l'atmosphère peuvent, par temps de pluie associés aux vitesses de vents souvent plus importantes, diminuer les concentrations.

La pluviométrie moyenne annuelle recensé entre 1981 et 200 au niveau de la station de st Quentin est de 702,6 mm, avec un nombre de jour de précipitations moyen de 122,5 jours.

Les maximums de précipitation sont obtenus en août (67,9 mm) et un minimum au mois de février (48 mm).

Les précipitations se répartissent globalement de manière régulière sur toute l'année et leur total annuel ne dépasse pas le mètre.

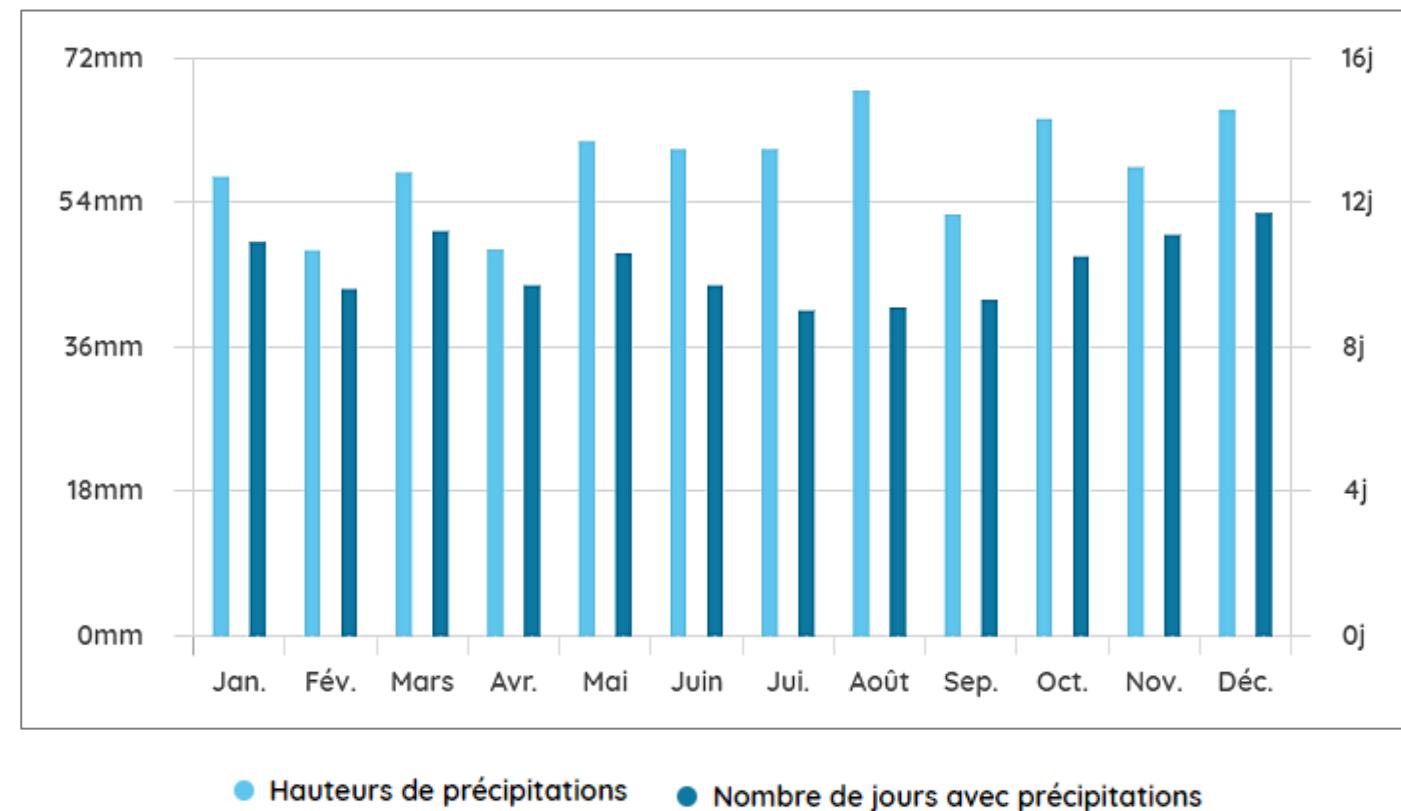


Figure 16 : Précipitations normales (1981-2010) à St Quentin (02) (Source : Météo-France)

4.1.1.2 Températures

La température a également un impact sur les teneurs en polluants par différents biais :

- Les émissions du chauffage urbain en périodes hivernales sont conditionnées par la température extérieure.
- Le fonctionnement à froid des moteurs thermiques entraîne des surémissions.
- Les inversions de température, fréquemment rencontrées en hiver lors d'amplitudes thermiques importantes entre le jour et la nuit, entraînent des accumulations de polluants à proximité du sol.
- Les pics de pollution d'ozone sont favorisés lors de températures importantes.

La température moyenne annuelle recensé entre 1981 et 2010 au niveau de la station de st Quentin est de 6,3 °C avec les deux mois les plus chaud en juillet et août (max 23,4°C, min 12,5 °C) et les trois mois les plus froids de décembre à février (min 0,6°C, max 5,9°C). L'aire d'étude bénéficie de températures moyennes mensuelles douces.

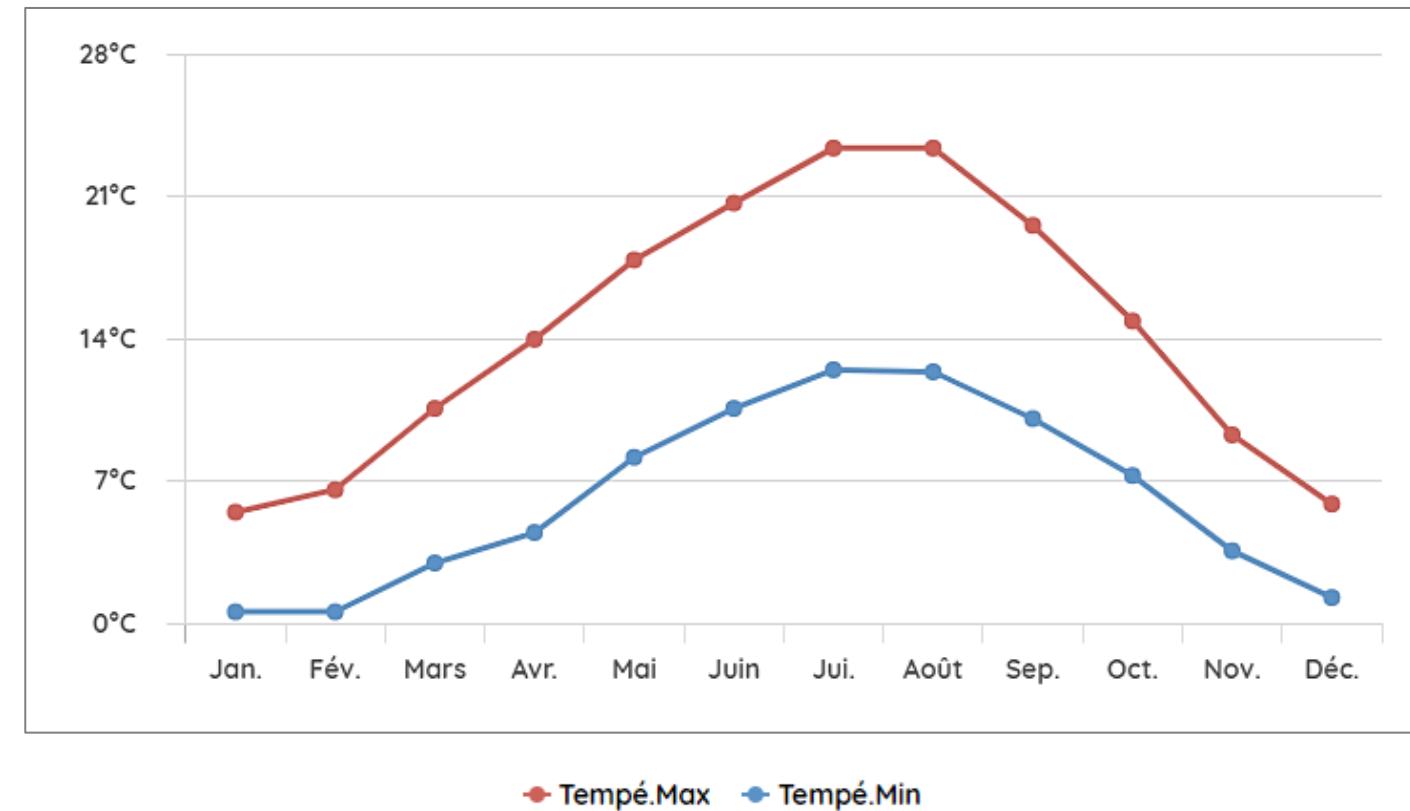


Figure 17 : Température normales (1981-2010) à St Quentin (02) (Source : Météo-France)

4.1.1.3 Ensoleillement

L'ensoleillement influence aussi les concentrations en entraînant des phénomènes de convection thermique à l'origine de mouvements de masses d'air dans l'atmosphère. Un fort ensoleillement participe également aux pics de pollution de composés secondaires (tel que l'ozone).

La durée d'ensoleillement moyenne recensé entre 1981 et 2010 au niveau de la station de st Quentin est de 1659,9 heures

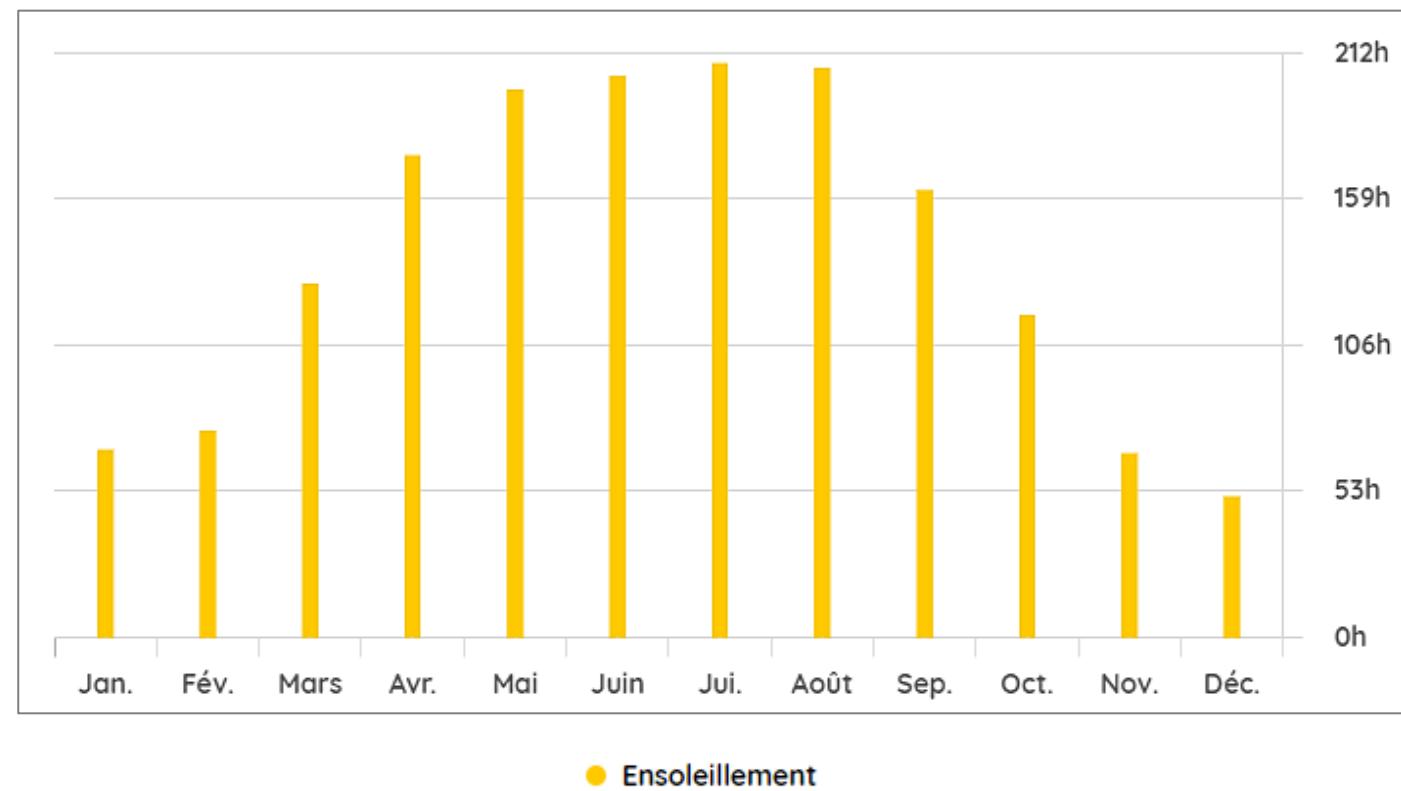


Figure 18 : Ensoleillement normal (1981-2010) à St Quentin (02) (Source : Météo-France)

4.1.1.4 Vents

Les conditions de vent jouent un rôle essentiel dans les phénomènes de pollution atmosphérique car ils conditionnent l'impact des sources d'émissions locales et régionales (sous/hors panache de pollution) et influencent la dispersion des polluants. La vitesse du vent permet en effet d'apprécier le caractère dispersif de l'atmosphère. Des vitesses faibles auront tendance à laisser accumuler les polluants à proximité des sources et au contraire des vitesses fortes disperseront les polluants ce qui entraînera une diminution des concentrations.

Au niveau de la zone d'étude, les vents dominants sont de secteur sud-ouest. La vitesse du vent moyennée sur 10 mn est de 4,9 m/s.

La rafale de vent maximale atteint en moyenne 40 m/s. Le nombre de jours avec rafales est de 64,3 pour des vitesses de vent supérieurs à 16 m/s (soit 58 km/h) et de 3,2 pour des vitesses de vent supérieures à 28 m/s (soit 100 km/h).

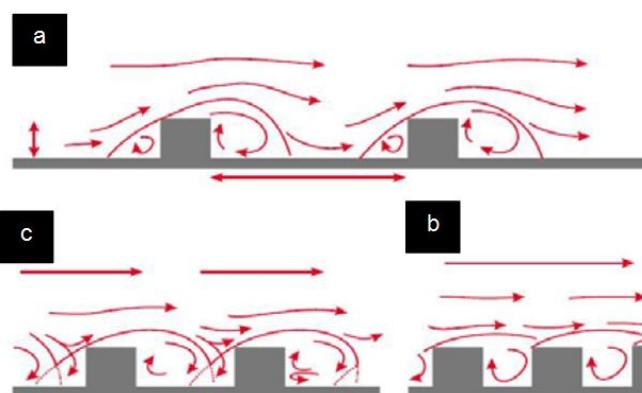
4.1.2 Facteurs urbains

En milieu urbain, le trafic automobile constitue la principale source de pollution. Divers facteurs urbains influent sur la dispersion de cette pollution.

4.1.2.1 La configuration des rues

Les rues de type « canyon » sont des rues bordées de hauts bâtiments de part et d'autre de la chaussée, configuration la plus fréquente en ville. C'est aussi la configuration la plus défavorable

à la dispersion des polluants par le vent. Une rue « canyon » est caractérisée par son rapport H/L supérieur à 0,7 (H étant la hauteur moyenne des bâtiments et L étant la largeur entre les deux rangées de bâtiments). La direction du vent au-dessus des toits et la forme de « canyon » conditionnent le développement d'un ou plusieurs tourbillons à l'intérieur de la rue, qui seront à l'origine de niveaux élevés de pollution en des points précis. Les régimes d'écoulement dans ces rues dépendent du rapport H/L comme l'illustre le schéma suivant.



- (a) « Isolated roughness flow » : quand deux vortex indépendants se développent de part et d'autre de la rue, celle-ci étant suffisamment large pour qu'il n'y ait pas d'interactions entre les structures ($H/L < 0.2$).
- (b) « Skimming flow » : quand un seul vortex se développe, la rue étant très étroite. Dans ce cas le tourbillon agit à l'intérieur de la rue et il y a peu d'échanges avec l'extérieur ($H/L > 0.65$).
- (c) « Wake interference flow » : état intermédiaire entre les deux précédemment décrits. L'écoulement est alors très complexe puisque plusieurs structures tourbillonnaires peuvent interagir ($0.2 < H/L < 0.65$).

Figure 19 : Les régimes d'écoulement dans une rue canyon
(Source : Air Pays de la Loire)

4.1.2.2 La densité du bâti et la continuité du bâti

Plus le bâti est dense et laisse peu d'espace à l'air pour circuler et moins la dispersion des polluants est bonne.

4.1.2.3 L'orientation de la rue

L'orientation idéale pour les voies de circulation est celle qui suit le sens des vents dominants de la région concernée. Lorsque les vents viennent majoritairement du sud, il faut privilégier des voies de circulation orientée nord-sud.

4.1.2.4 L'état de la circulation

En fonction de la nature des véhicules, de la vitesse et du mode (accélération/freinage) de circulation, les émissions sont différentes.

4.2 Sources d'émissions polluantes

La détermination des sources d'émission constitue un préalable essentiel dans la caractérisation de la qualité de l'air au niveau du secteur d'étude. Elle permet de déterminer les enjeux locaux.

4.2.1 Répartition des émissions polluantes par secteurs d'activités

Les graphiques ci présente l'évolution entre 2008 et 2015 de la répartition des émissions atmosphériques par secteur au sein du territoire de la communauté urbaine d'Arras, à laquelle les communes de Neuville-Vitasse, Beaurains et Tilloy-lès-Mofflaines sont rattachées.

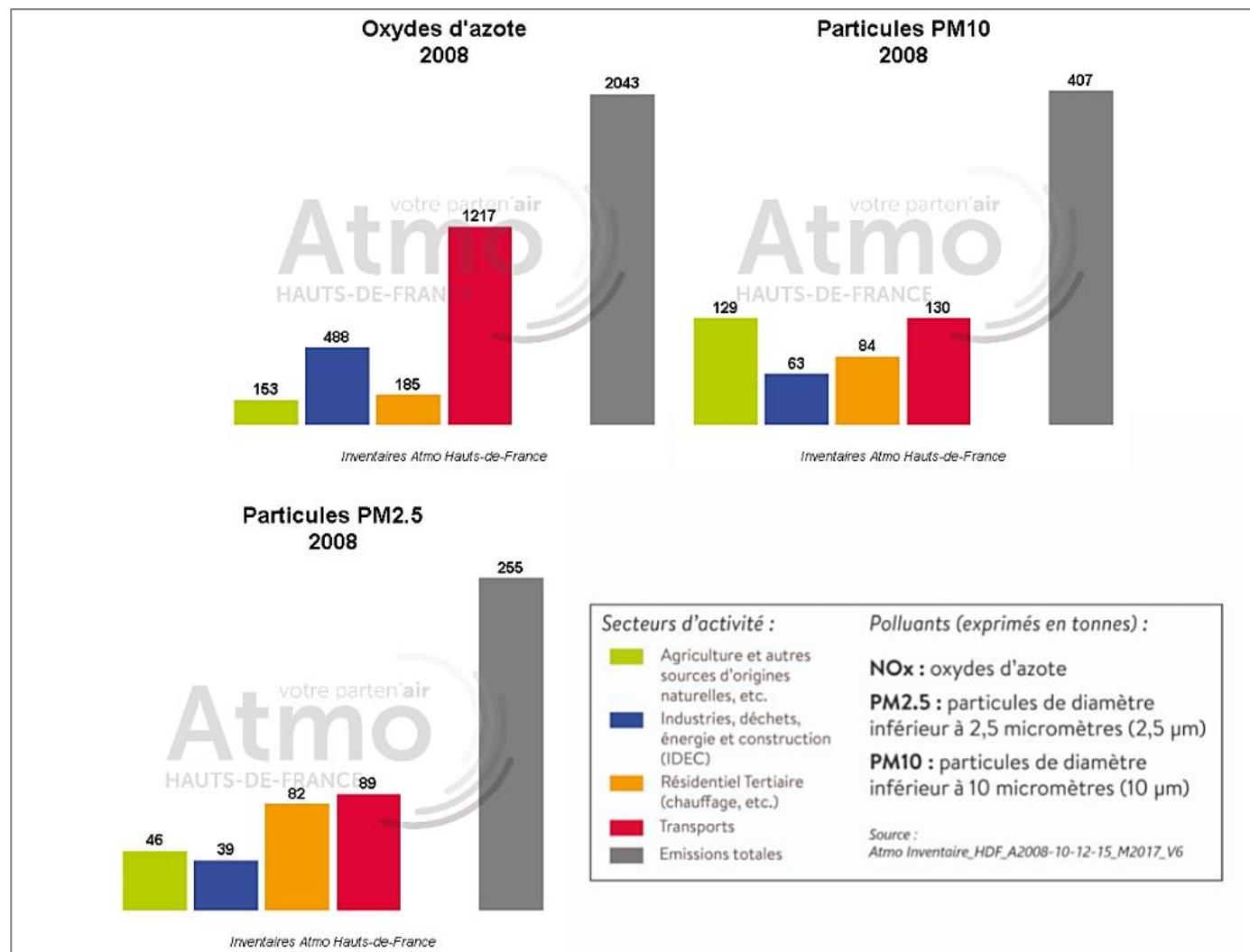


Figure 20 : Répartition des émissions polluantes par secteurs au sein de la CUA en 2008
(Source : Atmo Hauts-de-France)

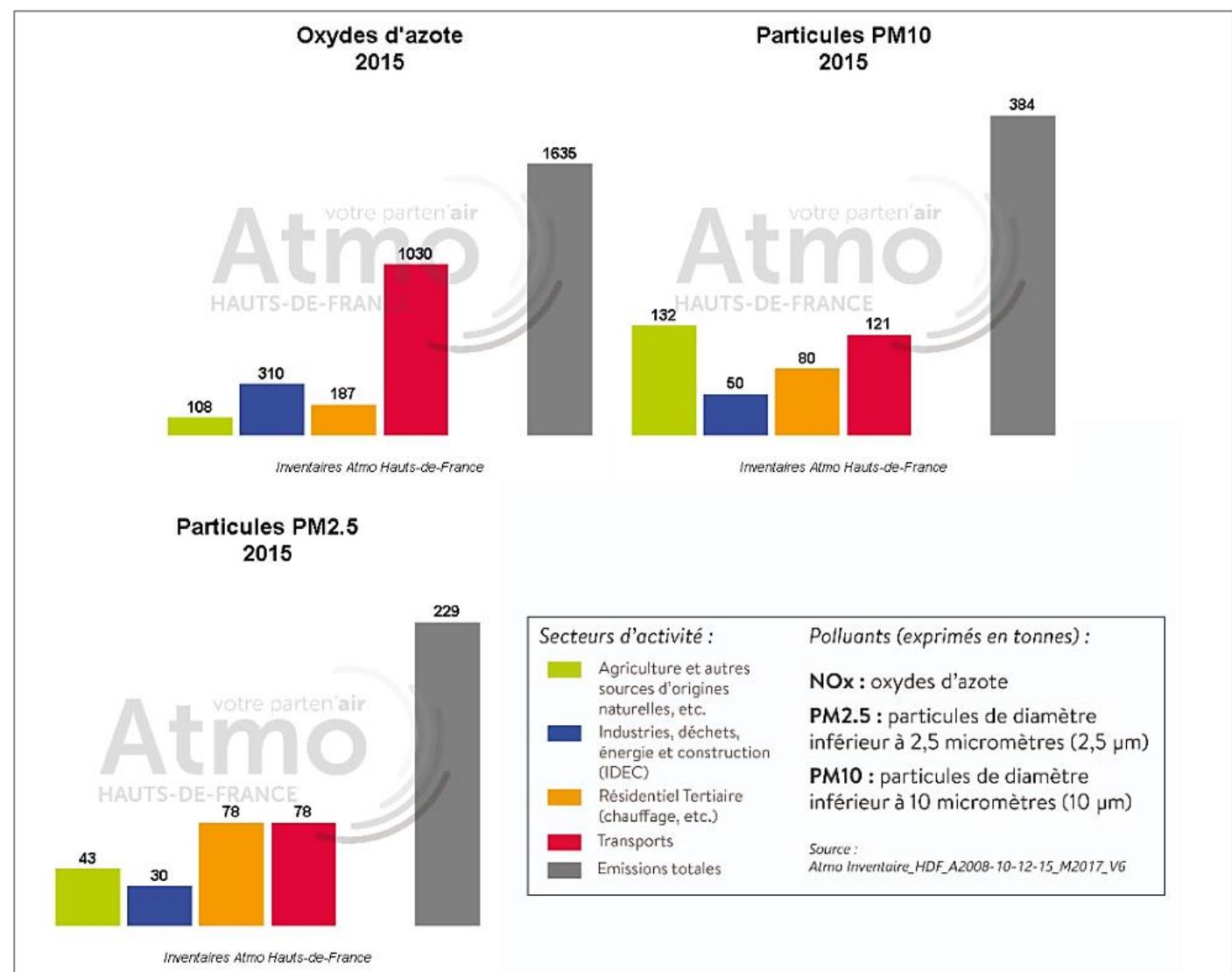


Figure 21 : Répartition des émissions polluantes par secteurs au sein de la CUA en 2015
(Source : Atmo Hauts-de-France)

Au sein de la Communauté Urbaine d'Arras, entre 2008 et 2015, les émissions d'oxydes d'azote ont diminué de 20% (-408 t au total). Elles proviennent principalement des Transports, contribuant à 63% des NOx du territoire en 2015. Ce sont les véhicules personnels qui participent le plus aux émissions du secteur (40% en 2015). L'Industries, Déchets, Energies et Construction (IDEC) représente la seconde source de NOx, contribuant à 19% des rejets totaux en 2015 (process industriels).

Les émissions de particules PM10 durant la période 2008-2015 ont baissé de 6% (-23 t au total). Sur les 7 années, le secteur Agricole et le secteur Transports représentent à eux deux les 2/3 des émissions de particules PM10 sur la Communauté Urbaine d'Arras. En 2015, 83% des émissions agricoles proviennent du travail du sol.

Enfin, les émissions de particules PM2.5 ont diminué de 10% sur la période 2008-2015 (-26 t au total). Jusqu'en 2012, les Transports, et principalement les véhicules personnels restent la première source d'émissions de PM2.5, à hauteur de 35% des rejets totaux en 2012. En 2015, le Résidentiel-Tertiaire et les Transports se partagent la première place avec une part similaire de 34% des émissions globales. L'utilisation du chauffage, principalement au bois constitue la source principale des rejets du Résidentiel Tertiaire.

4.2.2 Source d'émission atmosphérique sur la zone et à proximité

4.2.2.1 Sources atmosphériques ponctuelles

Le registre français des émissions polluantes recense les entités polluantes soumises à déclaration.

Aucune entité ayant déclarée des émissions en 2020 ne se trouve au sein de la bande d'étude.

Un émetteur est identifié dans un rayon de 1 km autour de la bande d'étude, le site est une installation de transport routier de fret interurbains, situé sur la commune de Tilloy-lès-Mofflaines au nord de la bande d'étude. Ses émissions déclarées en 2020 concernent les Hydrochlorofluorocarbures (HCFC) et Chlorofluorocarbures (CFC).

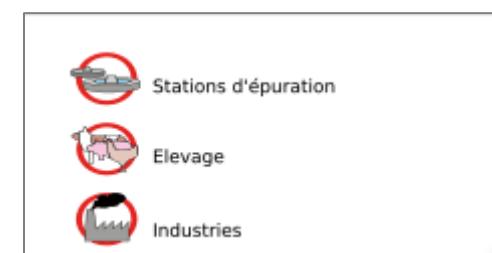
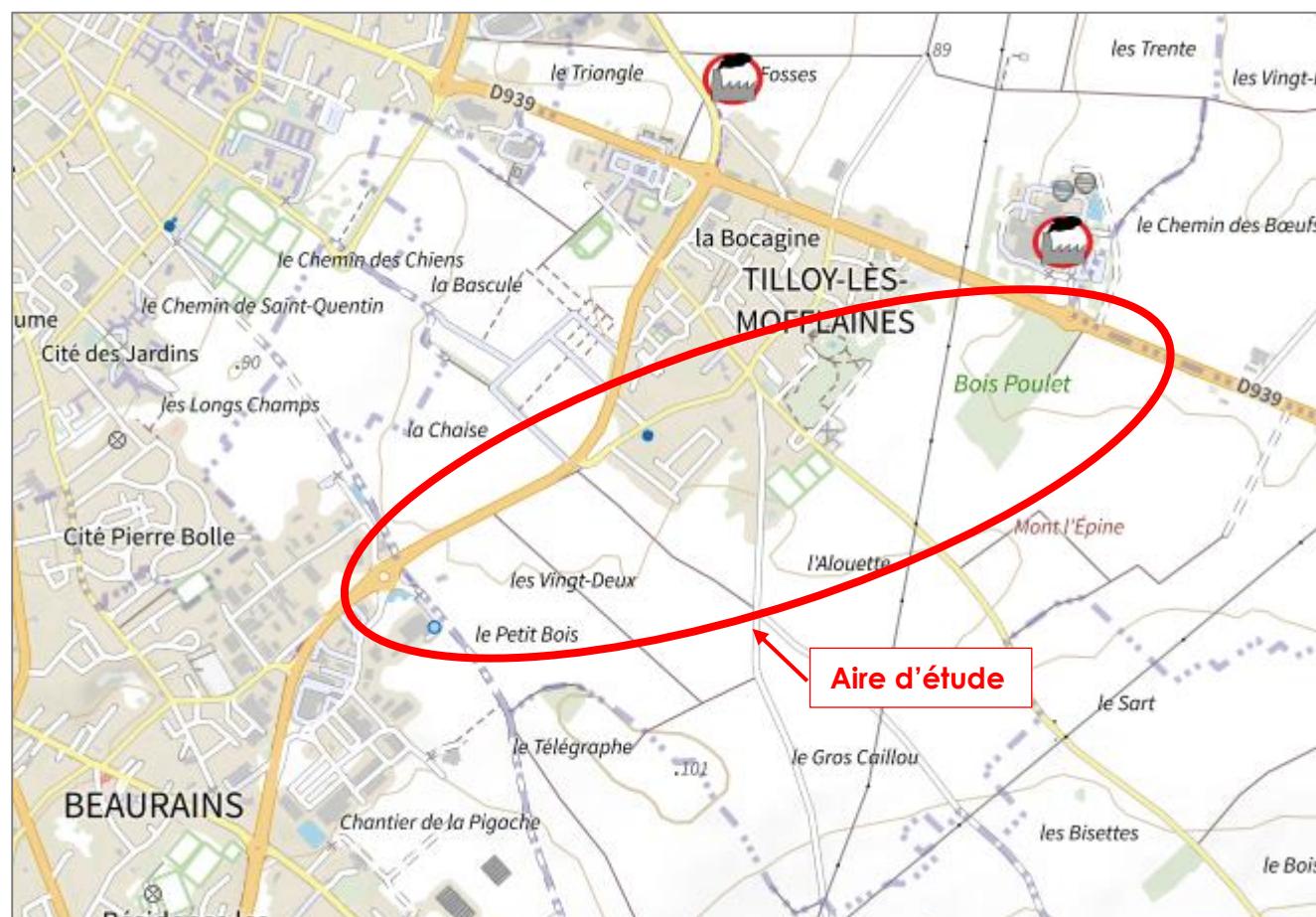


Figure 22 : Etablissement déclarants des rejets et transferts de polluants (Source : Géorisques)

4.2.2.2 Trafic routier

Le trafic routier est un émetteur important de polluants atmosphériques.

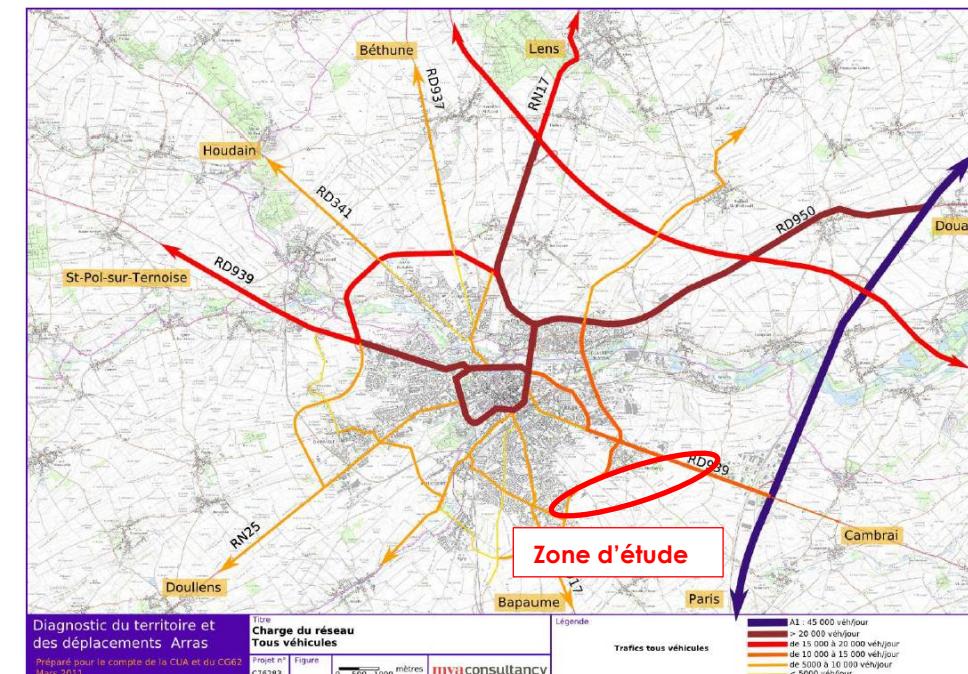
Une étude de trafic a été réalisé par la CUA en 2011 dans le cadre d'une étude de mobilité pour la section RD 60 indique que l'axe est fortement emprunté aux heures de pointe en semaine, mais également par les poids lourds en direction de Arras.

Le diagnostic indique que le giratoire RD 60/ RD 939 à hauteur du lycée agricole est saturé.

En effet le schéma d'itinéraire relate que la RD 60 et la RD 939 sont considérées en 1^{ère} catégorie d'intérêt départemental soit un axe à forte circulation.

- Le trafic journalier sur la RD 60 est de 21 100 véh/j dont 7 % de PL (1 400),
- Le trafic journalier sur la RD 939 est de 14910 véh/j dont 12 % de PL (1850).

Figure 2.23 : Niveaux de charge du réseau routier (en véhicules par jour)



ETUDE AIR

Figure 2.24 : Niveaux de charge PL des principaux axes de l'agglomération

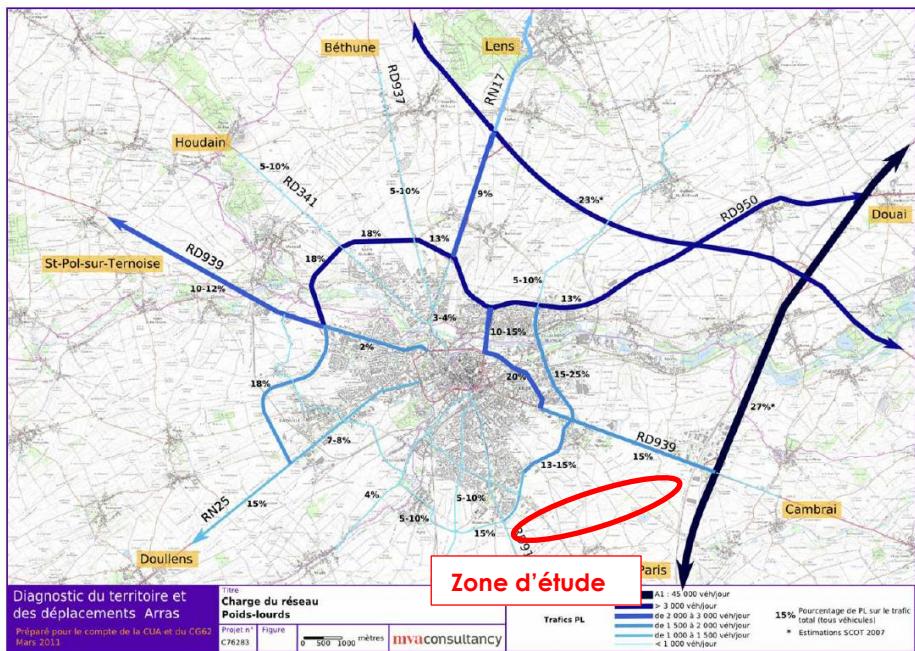


Figure 23 : Etude de mobilité de 2012 (Source : Conseil Départemental du Pas-de-Calais)

Les pôles industriels à l'est de l'agglomération (Artoipole et ZI Est) génèrent des flux de PL conséquents sur le réseau et notamment sur la RD60, la RD 939, la RD 917 et la RD 260 (21.2 % de PL selon l'étude du PN 83 de 2010).

Les principaux flux de transit empruntent la rocade Nord-Ouest entre la RD 939 et la RD 950.

L'accès à l'agglomération se fait surtout par le nord (charges nettement plus élevées qu'au sud) du fait de la proximité du réseau autoroutier et de la présence de grands axes. Cette partie du réseau absorbe en particulier un afflux de pendulaires en provenance de l'ancien bassin minier.

La commune de Tilloy-lès-Mofflaines est aujourd'hui traversée, d'une part par la RD939, pénétrante est, qui subit un trafic moyen journalier en jours ouvrés d'environ 15 000 vél/j, dont environ 1 900 PL.

Tilloy-lès-Mofflaines est également traversée par la RD60. Le trafic sur la RD60, située hors agglomération mais très proches des habitations, est de l'ordre de 21100 vél/j dont environ 1 400 PL.

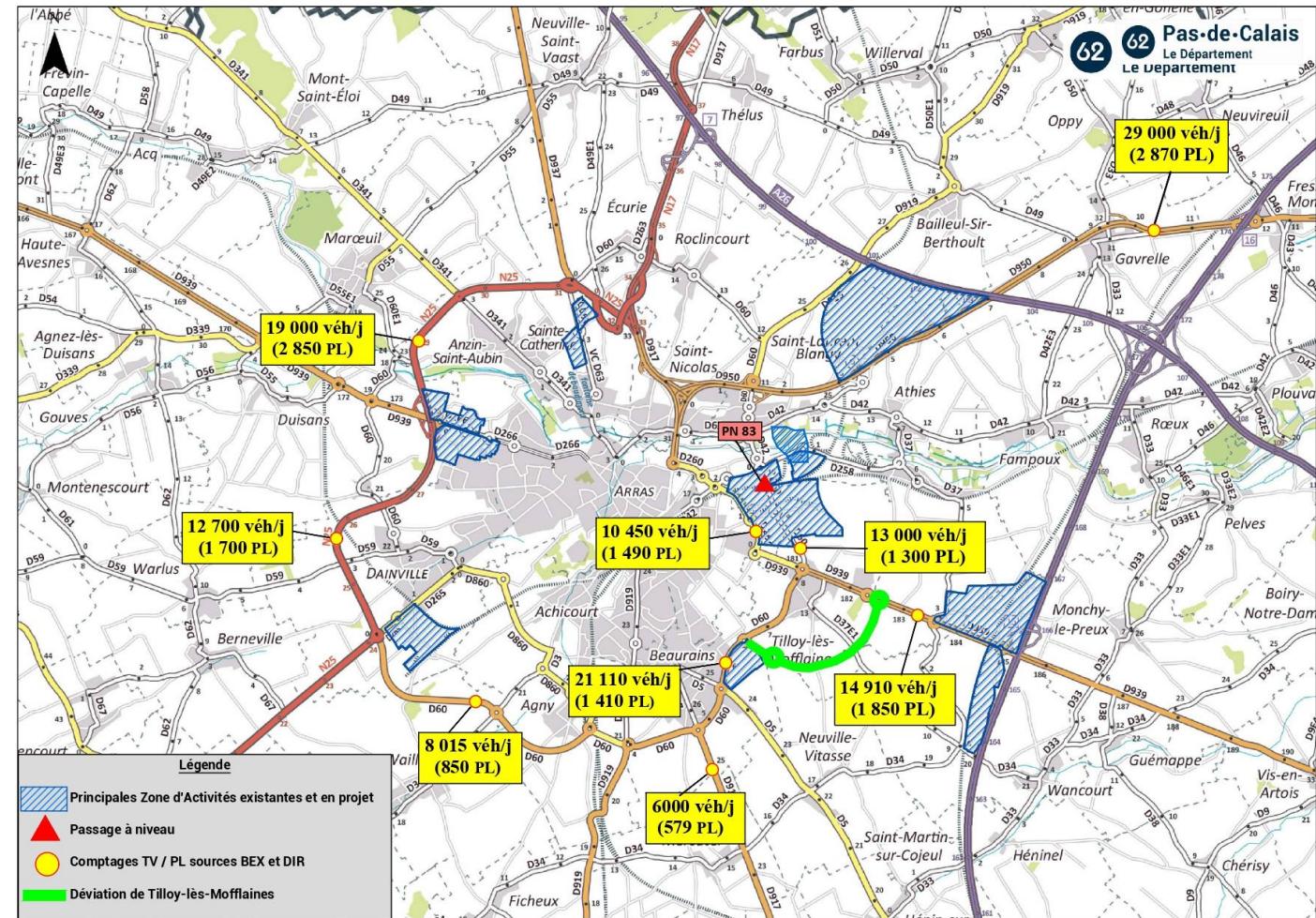


Figure 24 : Agglomération arrageoise : les principaux trafics,

(Source : CD62, 06/12/2023)

Ainsi les nombreux pôles industriels présents aux abords de la zone d'étude génèrent sur la RD 60 et la RD939 des flux de PL conséquents. Le trafic de véhicules légers est également important sur ces axes structurants. Il s'agit principalement de trafics pendulaires liés au déplacement domicile-travail.

Les voies ferrées représentent également une source d'émission de polluants atmosphériques : dioxyde de soufre (SO₂), NO_x ou particules au passage des locomotives Diesel ; métaux lourds ou HAP liés au freinage ou à la remise en suspension à chaque passage des trains. Néanmoins, ces émissions restent marginales par rapport à d'autres sources (transport routier, résidentiel/tertiaire, industries,) et ce, quel que soit le polluant considéré.

La ligne Nord Europe reliant Paris à la frontière belge et au tunnel sous la Manche est identifiée à environ 3,1 Km au Sud-Est de la zone d'étude à proximité de l'autoroute A1.

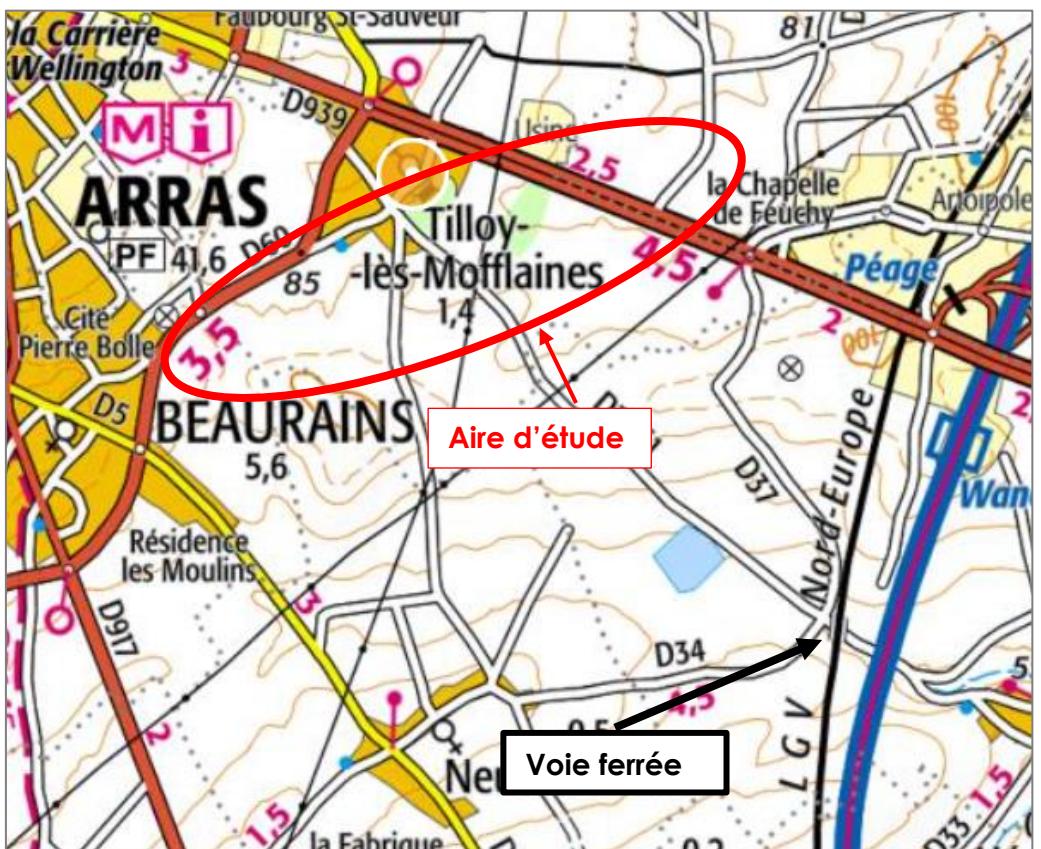


Figure 25 : Localisation de la voie ferrée LGV Nord-Europe par rapport à la zone d'étude
(Source : Géoportail)

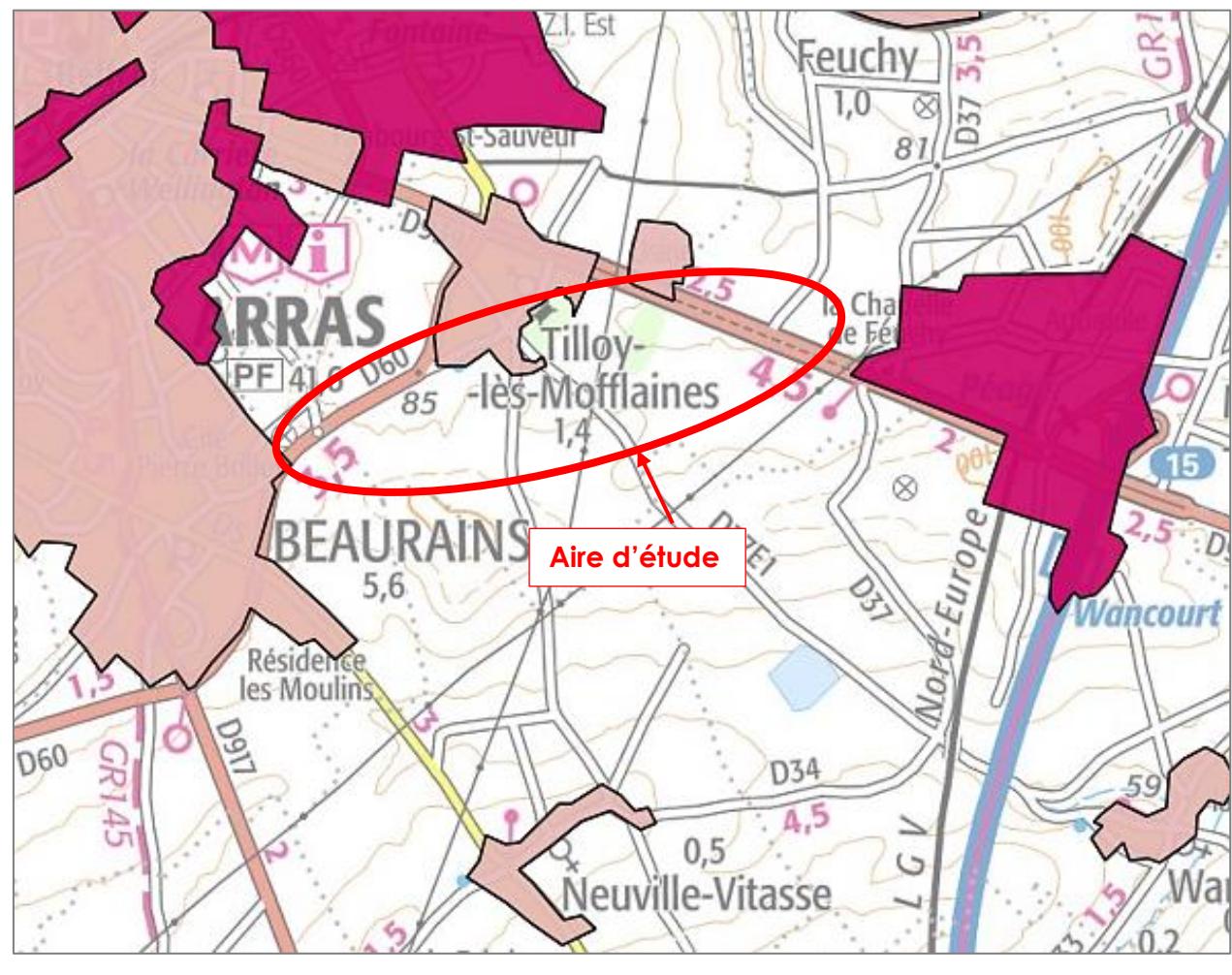


Figure 26 : Identification des bâtis (secteurs résidentiels, zones d'activités) présents à proximité de l'aire d'étude (Source : Atlas des patrimoines)

4.2.2.3 Sources diffuses

La bande d'étude s'inscrit en contexte globalement péri-urbain mais à proximité des principaux centres urbains locaux (Arras, Douai, Cambrai)

Les secteurs résidentiels constituent des sources d'émissions diffuses provenant principalement du chauffage urbain et des déplacements routiers sur les voies de desserte. Ce secteur est émetteur de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de soufre (SO₂), de Composés Organiques Volatils (COV), d'oxydes d'azote (NO_x), de particules (PM10 et PM2.5 notamment) et de métaux lourds.

4.3 Lieux vulnérables

Les établissements vulnérables sont définis à partir du guide méthodologique du 22 février 2019 et concernent les bâtiments dont l'activité implique principalement l'accueil des populations dites vulnérables (jeunes enfants, personnes âgées, personnes présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques). Il s'agit ainsi :

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

Aucun lieu vulnérable n'est identifié au sein de la bande d'étude. Il convient toutefois de signaler la présence du Groupe Scolaire Jacques Prévert et du Centre médical de santé « Filieris » à

ETUDE AIR

proximité de la zone d'étude. Cependant, la réalisation du contournement routier de Tilloy-lès-Mofflaines permettra d'éloigner encore davantage le trafic de ce lieu sensible.

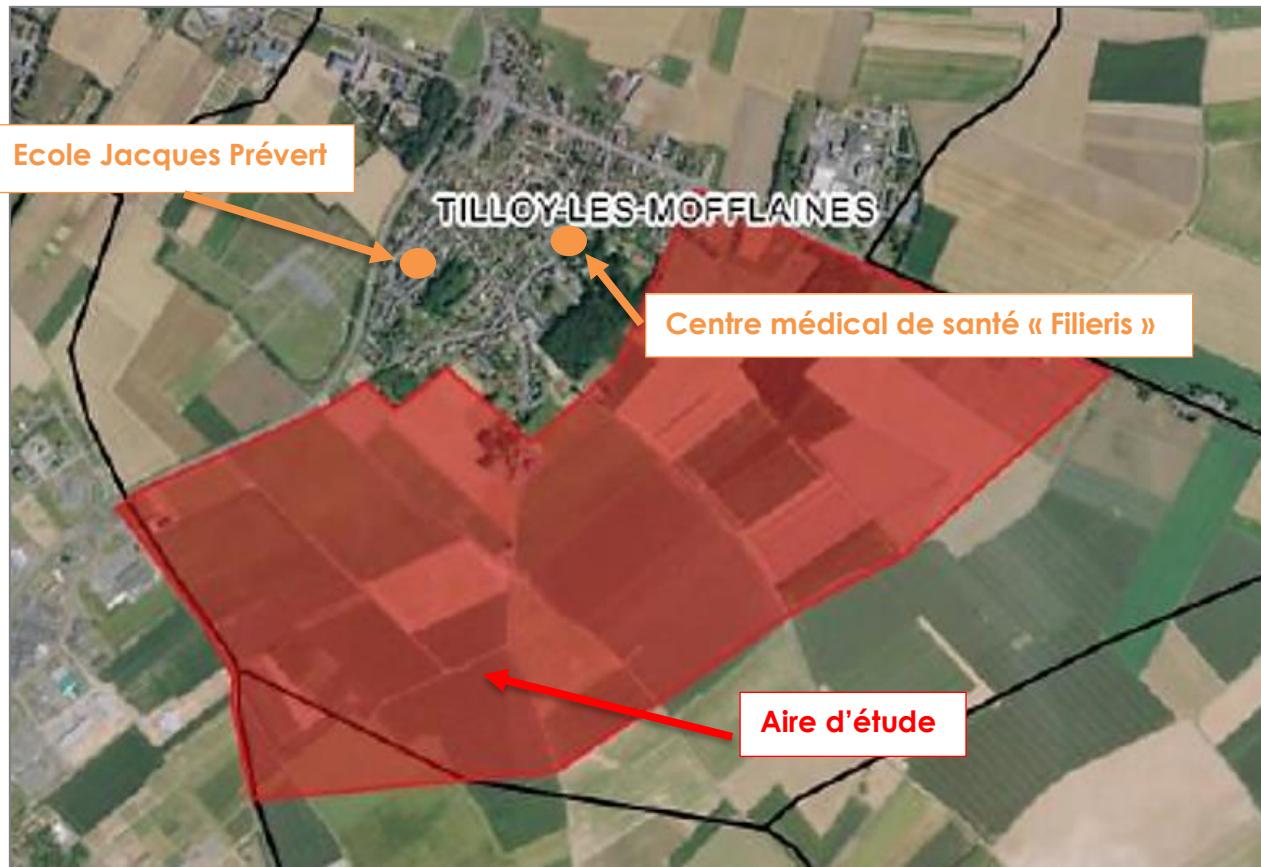


Figure 27 : Emplacement des établissements sensibles par rapport à l'aire d'étude (Source : état initial de l'environnement - Verdi 15/11/2017)



Figure 28 : Groupe Scolaire Jacques Prévert 1/2 (Source : reportage photographique INGEROP – 09/12/2021)



Figure 29 : Groupe Scolaire Jacques Prévert 2/2 (Source : reportage photographique INGEROP – 09/12/2021)



Figure 30 : Emplacement du centre médical de santé "Filieris" 1/2 (Source : Géoportail)



Figure 31 : Centre médical de santé "Filieris" 2/2 (Source : reportage photographique INGEROP – 09/12/2021)

4.4 Qualité de l'air local

4.4.1 Indice de qualité de l'air

L'indice national ATMO repose sur les concentrations de 5 polluants : NO₂, PM10, PM2.5, O₃ et SO₂. Il est calculé à partir des données des sites urbains ou périurbains de fond afin d'être représentatif de la pollution de l'air sur l'ensemble d'une agglomération. Il est calculé chaque jour sur l'ensemble du territoire français (France métropolitaine et outre-mer). **Il est suivi au sein de l'agglomération d'Arras.**

La qualité de l'air en Hauts-de-France s'est améliorée d'une manière générale entre 2019 et 2020, avec une augmentation du nombre de jours caractérisés par un indice bon à très bon

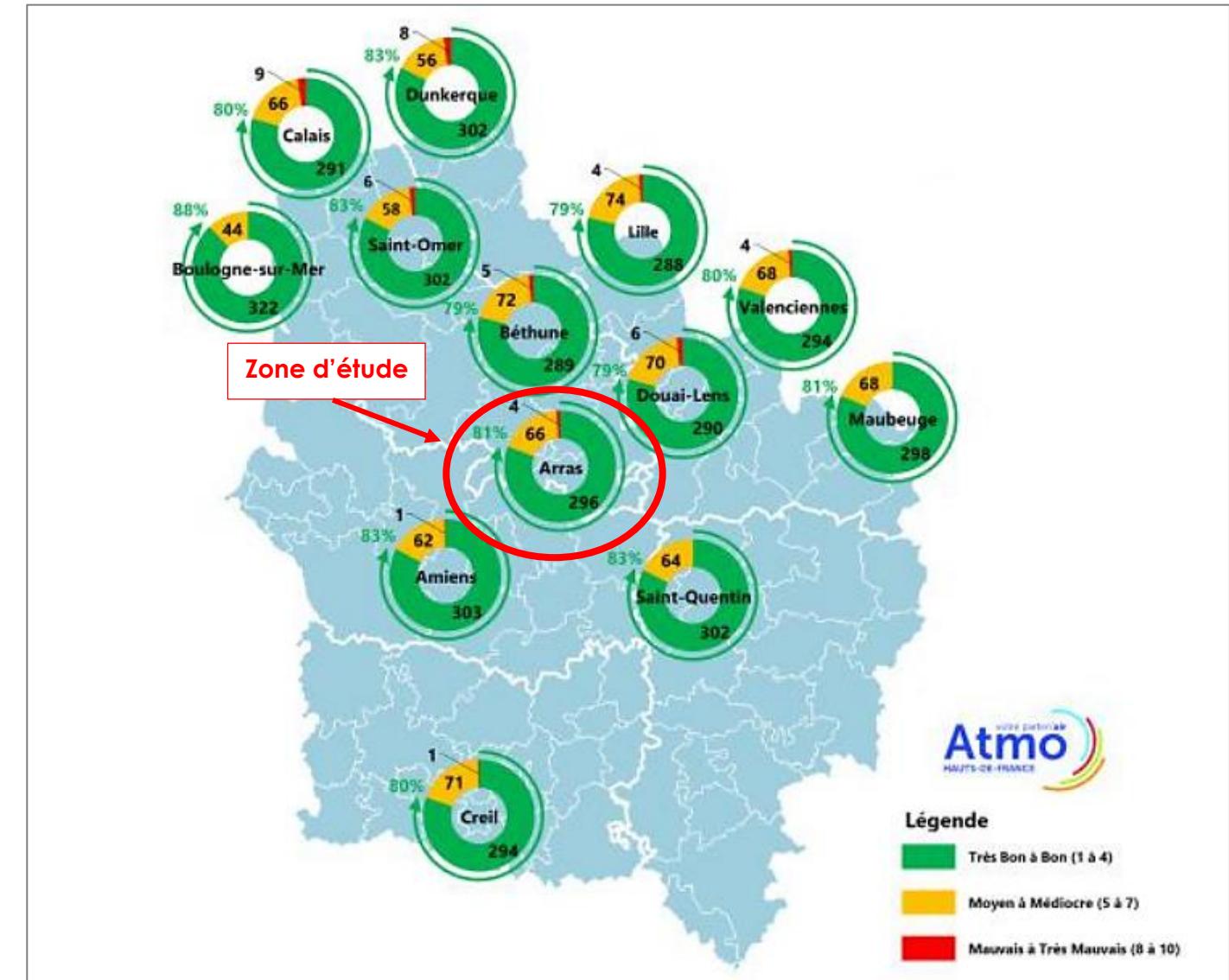


Figure 32 : Indice de la qualité de l'air dans la région des Hauts-de-France en 2020 (Source : Atmo Hauts-de-France)

En effet, au niveau de la zone d'étude il y a eu 296 jours (81%) de bonne à très bonne qualité de l'air contre 66 jours de qualité moyenne à médiocre.

4.4.2 Bilan des concentrations

Du fait de sa situation en contexte péri urbain, aucun suivi de la qualité de l'air n'est opéré au droit de la bande d'étude.

Il est toutefois possible d'estimer les niveaux de pollution au sein de la bande d'étude :

- À partir des cartes de concentrations modélisées réalisées par Atmo Hauts de France ;
- En extrapolant des relevés sur des stations proches ou représentatives de la qualité de l'air de la bande d'étude. Ont ainsi été exploités dans le cadre du présent chapitre, les relevés de la station périurbaine proches de l'agglomérations d'Arras.

4.4.3 Stations de mesures

La station de mesure de Saint-Laurent-Blangy est la station fixe la plus proche et donc la plus représentative de la qualité de l'air de la zone d'étude (environ 4km au nord de la zone d'étude)

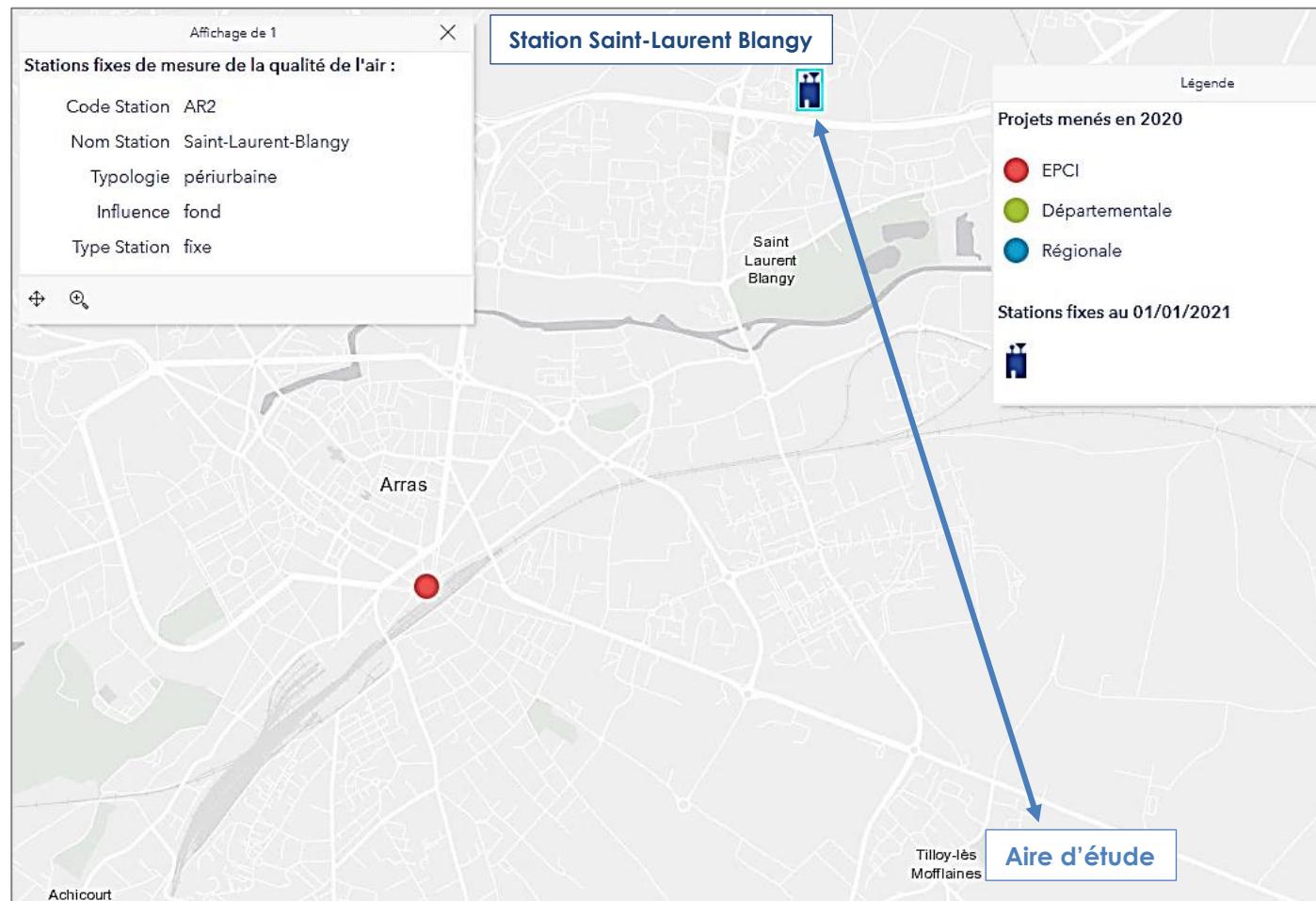


Figure 33 : Emplacement de la station de mesure de Saint-Laurent Blangy par rapport à l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France)

Les polluants surveillés au niveau de cette station périurbaine sont le Dioxyde et le monoxyde d'Azote en phase gazeuse, l'Ozone en phase gazeuse et les émissions de poussières PM10 et PM25.

4.4.3.1 Dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote est un polluant essentiellement issu du trafic routier. Les concentrations sont alors plus importantes à proximité immédiate de la voirie. Les teneurs dépendent de la densité d'urbanisation et du trafic routier environnant.

Les fluctuations des concentrations en NO₂ sont marquées saisonnièrement et journalièrement car elles dépendent des émissions et de la dispersion atmosphérique :

- À l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en période hivernale qu'en période estivale, du fait d'émissions plus élevées (chauffage urbain) et d'une stabilité atmosphérique plus importante.

- Sur une journée, les pics de concentrations sont constatés le matin et le soir du fait d'émissions plus fortes aux heures de pointes de trafic et d'une dispersion atmosphérique moindre dans ces créneaux horaires.

La carte des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) ci-dessous dans la bande d'étude que les valeurs sont comprises entre 1,6 µg/m³ (au niveau des parcelles agricoles) et 24,1 µg/m³ (à proximité des axes routiers) en 2020.



Figure 34 : Carte de modélisation des concentrations en NO₂ en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartotheque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)

L'évolution sur 6 ans des concentrations de dioxyde d'azote mesuré par la station est présentée dans le tableau ci-après.

- Dioxyde d'azote phase gazeuse (NO₂) : évolution des moyennes annuelles**

Station de	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Saint-Laurent-Blangy							

Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18,0	18,2	17,2	15,3	15,4	11,8	N. D

La moyenne annuelle a progressivement baissé depuis 2015 et reste en dessous de la valeur limite de $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil réglementaire de 2018 - décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010)

4.4.3.2 Particules (PM10 et PM2.5)

Les PM10 et les PM2.5 sont deux classes de particules qui présentent essentiellement les mêmes origines (trafic urbain, résidentiel / tertiaire et industrie manufacturière). Comme pour le NO2, les concentrations sont plus importantes en bordure de voirie mais avec toutefois des écarts moins importants avec celles de fond dans la mesure où les émissions sont essentiellement influencées par le chauffage urbain.

Les teneurs en particules sont plus importantes en hiver qu'en été. Dans la même logique, à l'échelle d'une journée, les concentrations présentent un maximum durant la nuit et un minimum en journée ; de plus, les vents sont généralement moins forts la nuit ce qui limite la dispersion des particules.

Les cartes des concentrations moyennes annuelles en particules (PM10 et PM2.5) ci-après montrent dans la bande d'étude que les valeurs sont comprises entre $13,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ et $20,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et entre 8 et 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2.5 en 2020.

PM10

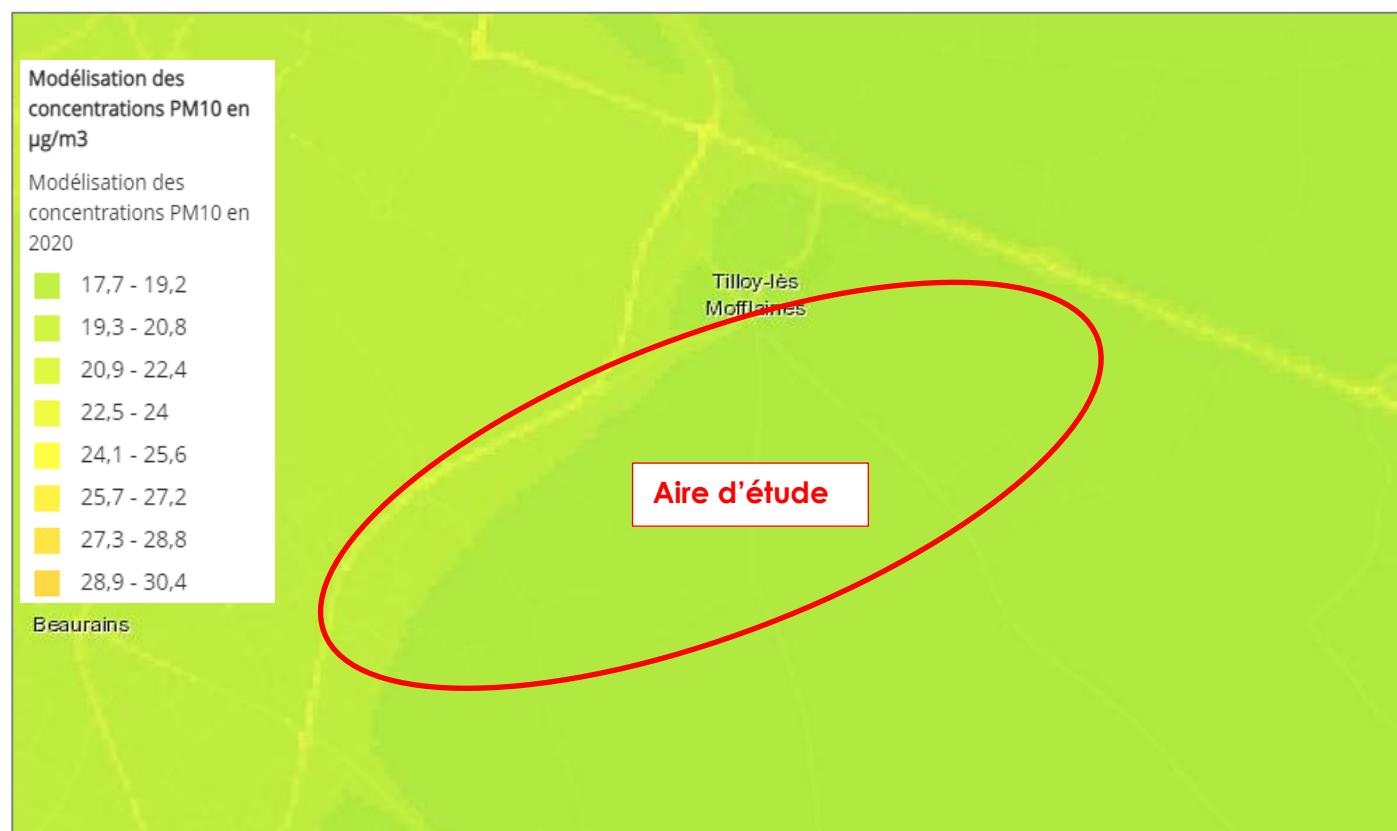


Figure 35 : Carte de modélisation des concentrations en PM10 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartotheque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)

ETUDE AIR

PM2.5



Figure 36 : Carte de modélisation des concentrations en PM2.5 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartothèque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)

La station de mesure de Saint-Laurent-Blangy mesure uniquement les PM10.

L'évolution sur 6 ans des concentrations de PM10 mesuré par la station est présenté dans le tableau ci-après.

- Particules (PM10) : évolution des moyennes annuelles

Station de Saint- Laurent- Blangy	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Moyenne annuelle (µg/m ³)	18,8	18,9	19,8	20,9	19,6	17,6	N. D

La moyenne annuelle de PM10 au niveau de cette station de mesure a progressivement augmenté entre 2015 et 2018 et a baissé depuis jusqu'en 2020. Cette valeur reste inférieure à l'objectif de qualité de 30 µg/m³ (seuil réglementaire de 2018 - décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010).

4.4.3.3 Ozone

Les concentrations d'ozone sont généralement plus faibles à proximité des sources d'émissions de polluants précurseurs (dioxyde d'azote, COVNM notamment) en raison de sa consommation par le monoxyde d'azote. Ainsi, les teneurs les plus importantes d'ozone sont relevées en zone périurbaine ou rurale régionale.

La teneur en ozone dépend de réactions photochimiques plus propices en période chaude et de concentrations d'autres composés soumis également aux conditions météorologiques. Ainsi, à l'échelle d'une année, les concentrations en ozone sont plus importantes en été du fait d'émissions plus faibles de NOx et de températures plus importantes. Sur la journée, le principe est le même, les concentrations en ozone sont plus importantes en milieu de journée et au minimum le matin à l'heure de pointe du trafic routier.

La carte de concentration moyenne annuelle en particules ozone (O₃) ci-après montre dans la bande d'étude que les valeurs sont comprises entre 18 µg/m³ et 20 µg/m³ en 2020.

O₃



Figure 37 : Carte de modélisation des concentrations en PM2.5 en 2020 au niveau de l'aire d'étude (Source : Atmo Hauts-de-France, cartothèque-atmo-hdf.hub.arcgis.com)

L'évolution sur 6 ans des concentrations en ozone mesuré par la station est présenté dans le tableau ci-après.

- **Ozone phase gazeuse (O₃) : évolution des moyennes annuelles**

Station de Saint- Laurent- Blangy	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	49,1	45,5	47,6	54,0	53,9	55,0	N. D

Les niveaux d'ozone enregistrés entre 2015 et 2020 n'ont pas cessé de fluctuer avec une tendance globalement à la hausse. Ces valeurs restent inférieures aux différents seuils réglementaires (valeur cible, objectif de qualité, niveau d'information et niveau d'alerte) de 2018 issues du décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010.

Ainsi, les concentrations moyennes annuelles en ozone relevées à la station de Saint-Laurent-Blangy montrent une tendance à l'augmentation ces cinq dernières années.

4.4.4 Synthèse

Située en contexte périurbain à rural, les communes de Tilloy-lès-Mofflaines, Beaurains et Neuville-Vitasse bénéficient d'une bonne qualité de l'air avec des concentrations qui, dans l'ensemble, respectent assez largement les valeurs réglementaires issu du décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010.

Il convient toutefois de noter que la bande d'étude peut être soumise à des épisodes de pollution à l'ozone en période estivale voire aux particules en période hivernale.

5 MESURES IN SITU

5.1 Métrologie

Le dioxyde d'azote est échantillonné par prélèvement passif (norme NF EN 14412). Cette méthode repose sur la diffusion passive du polluant à travers une cartouche remplie d'un adsorbant spécifique qui est ensuite analysé en laboratoire. La concentration moyenne mesurée est représentative de la durée d'exposition de la cartouche dans l'air ambiant.

Dioxyde d'azote	
Absorbant	Support imbibé de triéthanolamine
Analyse	Spectrométrie UV après réaction de Saltzman

Tableau 3 : Adsorbants et méthodes analytiques des tubes à diffusion passive

Les tubes sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent (qui a tendance à provoquer une surestimation des concentrations). Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur (3,5 m du sol) pour limiter le vandalisme sur des supports existants de type candélabre, poteau, grillage...



Figure 38 : Boîte de protection (à gauche) et tube passif pour le NO₂

Les analyses sont réalisées par le laboratoire PASSAM, situé en Suisse. Ce laboratoire est accrédité par « the Swiss Federal Office of Metrology and Accreditation » selon la norme ISO/IEC 17025. Les spécificités en termes de gammes d'utilisation, limites de détection et incertitudes sur la mesure sont présentées dans le tableau suivant pour chaque composé.

Dioxyde d'azote	
Gamme de mesure	1 à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limite de détection	0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertitude sur la mesure	18,4% entre 20 et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figure 39 : Limites d'utilisation du tube à diffusion passive de NO₂

5.2 Période et localisation des mesures

La campagne de mesure a été réalisée du 9 novembre au 9 décembre 2021.

Le plan d'échantillonnage doit permettre de renseigner la qualité de l'air au niveau de la bande d'étude en prenant soin de caractériser les différentes typologies d'exposition de la population. Aussi, les sites de mesure sont sélectionnés afin de caractériser d'une part les niveaux de concentration à proximité des axes routiers (sites de proximité trafic), d'autre part ceux des zones éloignées des sources d'émissions (site de fond urbain) et les niveaux de concentration à proximité d'établissements vulnérables (site d'implantation urbaine). Cette différenciation permet d'évaluer l'exposition des personnes circulant à proximité des axes de celles vivant ou travaillant sur la zone.

6 sites d'analyses ont été investigués au sein de la bande d'étude et répartis de la manière suivante :

- 2 points de typologie de fond urbain, en retrait des principaux axes (points 3 et 4)
- 2 points de proximité trafic qui caractérisent la pollution automobile en bordure de la RD60 et un point au niveau du rond-point d'Häagen-Dazs en bordure de la RD939 (points 5 et 6)
- 2 points en zone urbaine au niveau d'établissements vulnérable : un point au niveau du groupe scolaire Jacques Prévert et un point au niveau du centre médical de santé « filieris » (points 1 et 2)

La carte ci-après présentent l'emplacement des sites de mesure et leur typologie.

A noter que des fiches comportant les différentes caractéristiques des tubes et des sites d'implantation sont présentées en annexe du présent volume 3.



ETUDE AIR



Figure 43 : Emplacement du tube de mesure n°3 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)



Figure 45 : Emplacement du tube de mesure n°5 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)



Figure 44 : Emplacement du tube de mesure n°4 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)



Figure 46 : Emplacement du tube de mesure n°6 (Source Google maps - consulté le 04/11/2021)

5.3 Analyse des conditions météorologiques

5.3.1 Températures et précipitations

Au cours de la campagne de mesure, la température moyenne a été de 6,3°C. Cette température est supérieure à la température maximale mensuelle rencontrée en décembre dans la région (température maximale 5,9 °C mesuré à la station de St Quentin entre 1981 et 2010 en décembre).

La hauteur des précipitations relevées durant la période de la campagne de mesure est de 24,3 mm. Cette valeur est inférieure aux normales mensuelles de précipitation pour le mois de décembre relevées dans la région (hauteur de précipitations de 65,6 mm mesuré à la station de St Quentin entre 1981 et 2010 en décembre).

5.3.2 Vents

Durant la campagne de mesures, les vents dominants ont été majoritairement en provenance Sud-Ouest. Les vitesses moyennes de vent étaient d'environ 3,9 m/s.

5.4 Synthèse des résultats de la campagne de mesures

Le graphique ci-après présente les résultats des concentrations en NO₂ de la campagne de mesure menée sur le terrain. La fiche de résultats est présentée en annexe du présent volume 3.

Les variations de concentration découlent des modifications de la densité du trafic routier en fonction de l'emplacement des tubes. Le tube n°5 présente la plus grande concentration en NO₂ et le tube n°4 présente la concentration la plus faible.

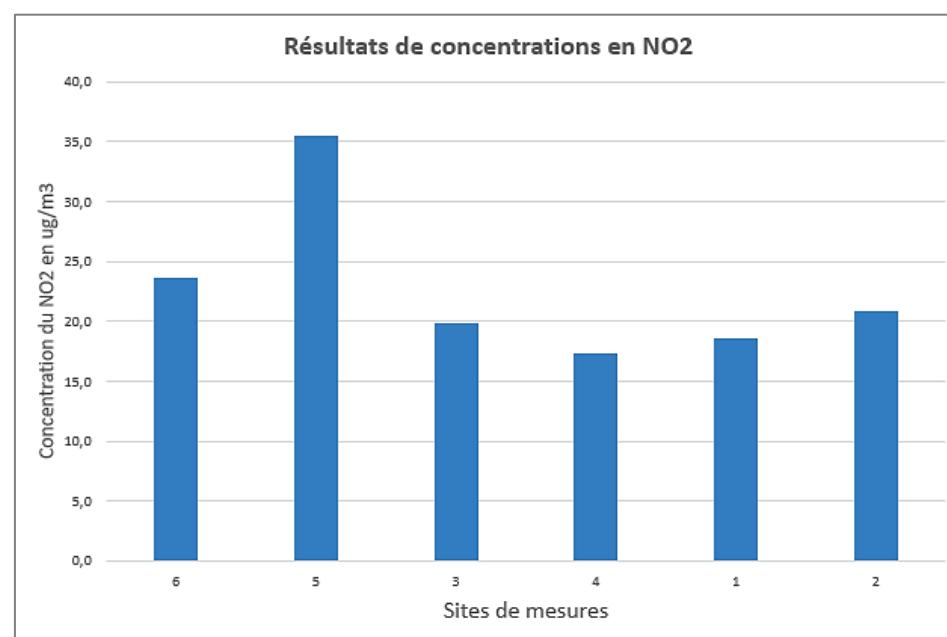


Figure 47 : synthèse des résultats de concentration en NO₂ de la campagne de prélèvement (Source : données issues du laboratory for environmental analysis - passam ag, INGEROP – 3/01/2022)

Le tableau ci-après présente les concentrations moyennes par typologie de site.

	De fond de Trafic	De fond urbain	De fond Industriel
Moyenne (ug/m ³)	35,5	18,9	21,8

Tableau 4 : Concentration moyenne en dioxyde d'azote relevées lors de la campagne de mesures (Source : INGEROP, 01/2022)

La concentration de fond péri-urbaine est la plus faible sur l'ensemble de l'aire d'étude avec 18,9 µg/m³. Les sites de fond industriel sont en moyenne de 21,8 µg/m³ et les sites de fond de trafic de 35,5 µg/m³.

Au niveau réglementaire, aucune mesure ne dépasse la valeur limite de 40 µg/m³.

Les variations dépendent du débit de circulation, de la vitesse, de la fluidité du trafic et de la configuration du bâti.

La forte concentration relevée au point de mesure n°5, situé en sortie de rond-point dans un contexte de fond de trafic, peut s'expliquer par :

La congestion du trafic qui entraîne, notamment aux heures de pointe :

- La réduction de la vitesse moyenne de circulation (pour mémoire, en-dessous de 70 km/h, les émissions de dioxyde d'azote augmentent lorsque la vitesse diminue);
- La formation de remontées de files ;

A l'inverse, au niveau du point de mesure n°4 situé dans un contexte de fond urbain, le trafic s'écoule avec une plus grande fluidité, à une vitesse plus importante et à l'écart du bâti ce qui explique les concentrations plus faibles relevées.

Vis-à-vis de la réglementation, il convient toutefois de garder à l'esprit que les résultats des mesures sont représentatifs d'une période de 1 mois alors que les valeurs réglementaires portent sur une année complète. La comparaison des résultats des mesures avec la réglementation est donc à relativiser d'autant que les concentrations en dioxyde d'azote varient en fonction des saisons (période hivernale est propice à des teneurs en NO₂ plus importantes qu'en période estivale).

Ainsi, compte tenu des résultats obtenus, le respect de la valeur limite et de l'objectif de qualité (40µg/m³) est très probable en situation de fond d'agglomération. L'analyse est plus délicate en situation de proximité de trafic.

6 EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET

6.1 Calcul des émissions liées au projet

6.1.1 Méthodologie du calcul des émissions

Le calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique est réalisé à partir du logiciel TREFIC™ distribué par Aria Technologies. Cet outil de calcul intègre la méthodologie COPERT V issue de la recherche européenne (European Environment Agency). La méthodologie COPERT V est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours...).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

- Les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- Les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- Les surémissions liées à la pente, pour les poids lourds ;
- Les surémissions liées à la charge des poids lourds ;

Elle intègre aussi :

- Les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés ;
- Les corrections liées aux améliorations des carburants.

Le logiciel TREFIC™ intègre également la remise en suspension des particules sur la base d'équations provenant de l'EPA (Environment Protection Agency) et en y associant le nombre de jours de pluie annuel.

Des facteurs de surémissions sont également intégrés afin de prendre en compte les émissions liées à l'entretien de la voirie et des équipements automobiles (hors émissions du moteur et usure des pneumatiques). Les données sont issues d'un rapport de 2004 sur la « Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières ».

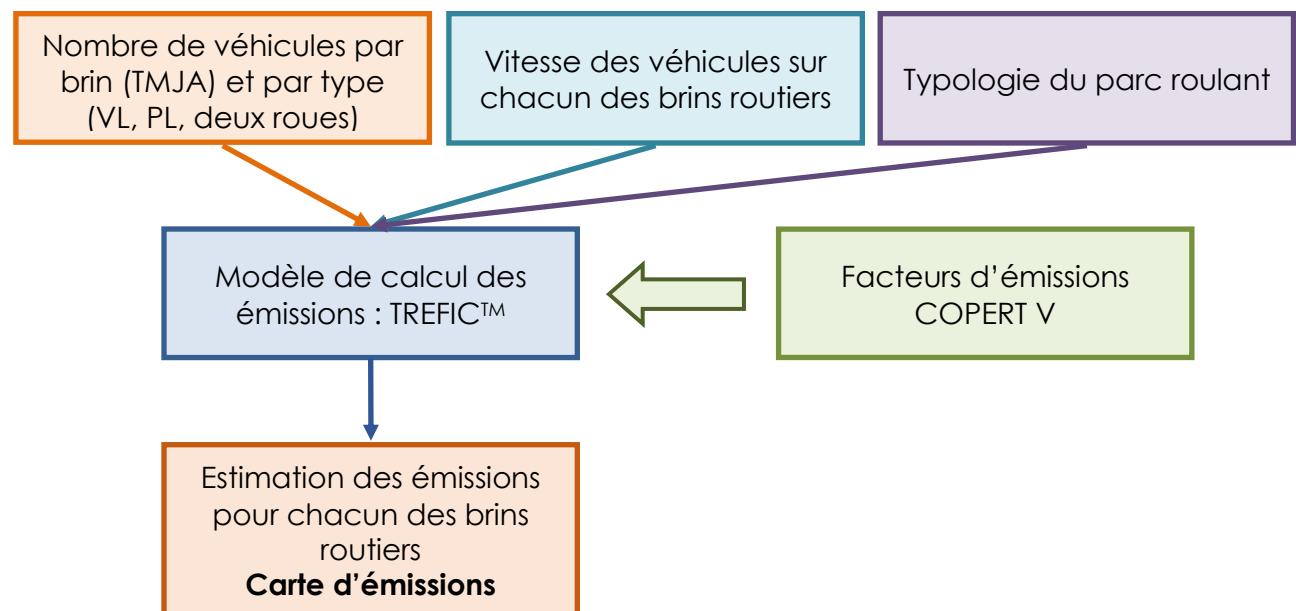


Figure 48 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier

Tableau 5 : Surémissions liées aux équipements automobiles

Substance	Equipement source	Urbain g/km.véhicule	Autoroute g/km.véhicule
Nickel	Lubrifiant	1,00.10 ⁻⁷	1,00.10 ⁻⁷
	Antigel	2,30.10 ⁻⁶	2,30.10 ⁻⁶
	Freins	3,12.10 ⁻⁶	4,44.10 ⁻⁷
Chrome	Lubrifiant	2,00.10 ⁻⁷	2,00.10 ⁻⁷

Tableau 6 : Surémissions liées à l'entretien de la voirie

Substance	Equipement source	Urbain g/km.an	Autoroute g/km.an	Remarques
Nickel	Fondants routiers	93	210	Hiver moyen
Arsenic	Fondants routiers	19,4	43,8	Hiver moyen
Chrome	Fondants routiers	36,43	82,25	Hiver moyen
PM10	Usures des routes	25,82	25,71	

6.1.2 Données d'entrée

6.1.2.1 Trafic routier

La carte et le tableau suivant rappellent pour chacun des scénarios modélisés (actuel, référence, projet) :

- Le réseau routier pris en compte ;
- Les caractéristiques du trafic sur chaque tronçon routier : TMJA (trafic moyen journalier annuel) ; %PL (proportion de poids lourds).

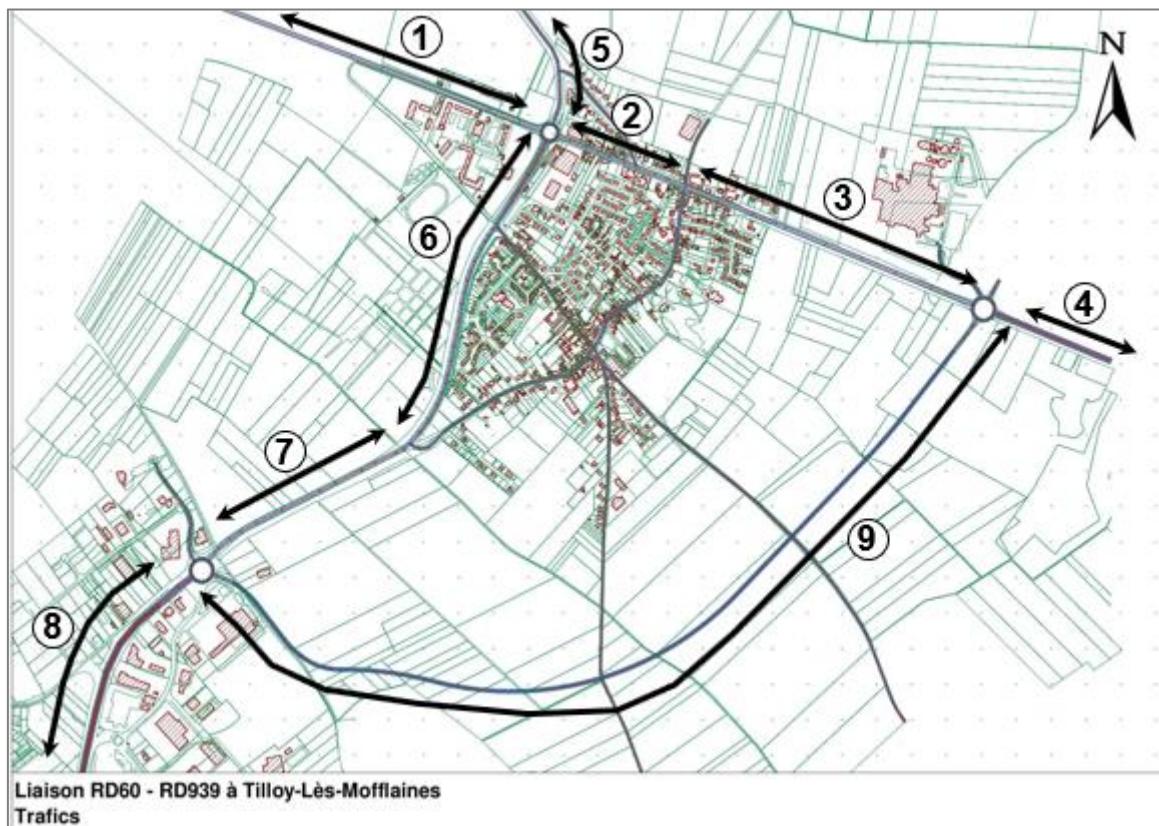


Figure 49 : Trafics routiers considérés aux horizons 2026 et 2046 (Source : Conseil Départemental du Pas-de-Calais, 2022)

Repère	Localisation	Mise en service (2026)			Mise en service (2026)		
		Sans projet			Avec projet		
		TV	VL	PL	TV	VL	PL
1	RD939-1	18325	15540	2785	14395	12710	1685
2	RD939-2	26855	22235	4620	21900	19175	2725
3	RD939-3	25790	21065	4725	21440	18715	2725
4	RD939-4	23025	18470	4555	25325	20355	4970
5	RD60-1	20175	17775	2400	18780	16805	1975
6	RD60-2	21670	20170	1500	12485	11515	970
7	RD60-3	20335	19015	1320	12010	11160	850
8	RD60-4	19090	18230	860	23890	21165	2725
9	Projet				23805	20145	3660

Repère	Localisation	Mise en service + 20ans (2046)			Mise en service + 20ans (2046)		
		Sans projet			Avec projet		
		TV	VL	PL	TV	VL	PL
1	RD939-1	20247	17170	3077	15905	14043	1862
2	RD939-2	29672	24567	5105	24197	21186	3011
3	RD939-3	28495	23275	5221	23689	20678	3011
4	RD939-4	25440	20407	5033	27981	22490	5491
5	RD60-1	22291	19640	2652	20750	18568	2182
6	RD60-2	23943	22286	1657	13795	12723	1072
7	RD60-3	22468	21010	1458	13270	12331	939
8	RD60-4	21092	20142	950	26396	23385	3011
9	Projet				26302	22258	4044

Les données ci-dessus sont issues d'une étude de trafic réalisée en 2022 par le bureau d'étude Egis (Voir en annexe du présent volume 3.)

Les scénarios étudiés dans le cadre de la présente étude correspondent aux scénarios suivants :

- Scénario sans projet – horizon de mise en service : Trafic estimé en 2026, sans le contournement ;
- Scénario avec projet – horizon de mise en service : Trafic estimé en 2026, avec le contournement ;
- Scénario sans projet – horizon de mise en service + 20 ans : trafic estimé en 2046, sans le contournement ;
- Scénario avec projet – horizon de mise en service + 20 ans : trafic estimé en 2046, avec le contournement.

Il est à noter que le scénario sans projet correspond à la situation « au fil de l'eau » aussi appelée scénario de référence.

Pour la répartition des véhicules utilitaires légers, il a été fait le choix de considérer un pourcentage moyen national de 16 % des véhicules légers.

Les vitesses de circulation appliquées sur chacun des tronçons routiers correspondent aux vitesses réglementaires actuelles, même s'il ne s'agit pas nécessairement des vitesses réellement pratiquées. Une vitesse de circulation de 80 km/h a été prise en compte sur le projet de contournement.

La notion de distance parcourue permet de comparer les charges globales de trafic supportées par l'ensemble du réseau dans chacun des scénarios étudiés. Pour chaque tronçon pris en compte, elle est obtenue par le produit de sa longueur et de la charge de trafic journalier qu'il supporte.

En comparant les situations futures avec projet et les situations sans projet, on constate une augmentation du trafic et de la distance parcourue sur le réseau de l'ordre de 64%. Cette évolution au fil de l'eau résulte d'une demande croissante en déplacements et des trafics supplémentaires apportés par l'extension de zones d'activités aux alentours (Boréal Parc, Z.I Est, Artoipôle ...).

Il convient également de noter :

- Une augmentation de la distance parcourue durant les 20 années suivant la mise en service
- Une augmentation de la vitesse moyenne de circulation du fait de la réalisation du projet ; une part importante du trafic circulant actuellement en agglomération (centre-ville de Tilloy-lès-Mofflaines) se reporte en effet sur une voie hors agglomération dont le trafic de transit de PL.

Tableau 7 : Evolution du trafic sur l'aire d'étude

		Km parcourus	Comparaison de l'impact
Mise en service	Sans projet	70 382	-
	Avec projet	115 415	+64% / Sans projet
Mise en service + 20 ans	Sans projet	77 765	-
	Avec projet	127 522	+64% / Sans projet

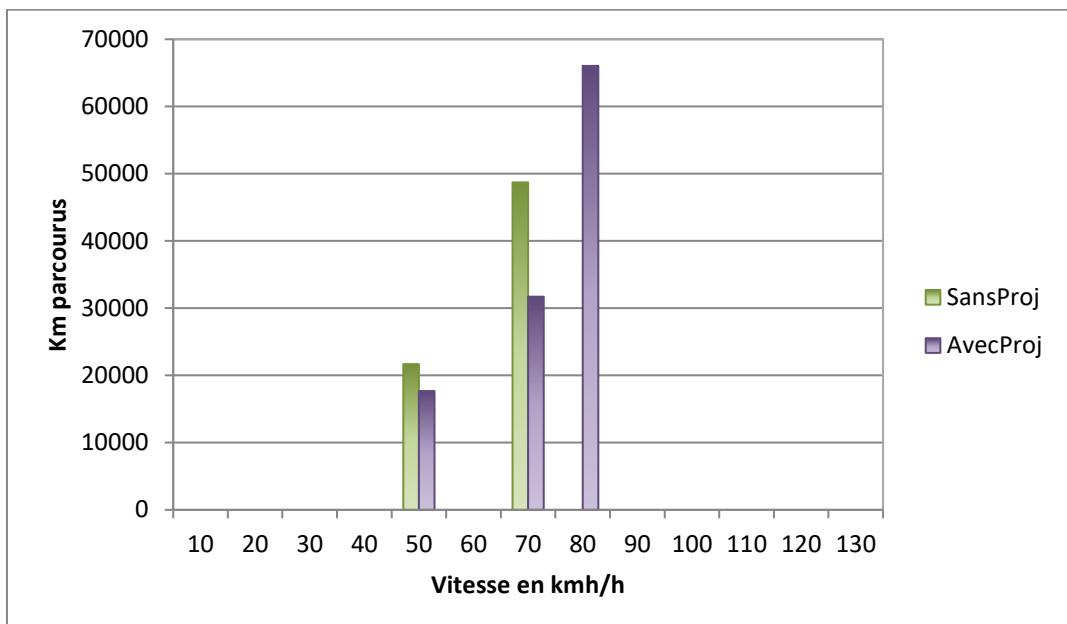


Figure 50 : Répartition des kilomètres parcourus par gamme de vitesse en 2026 – mise en service

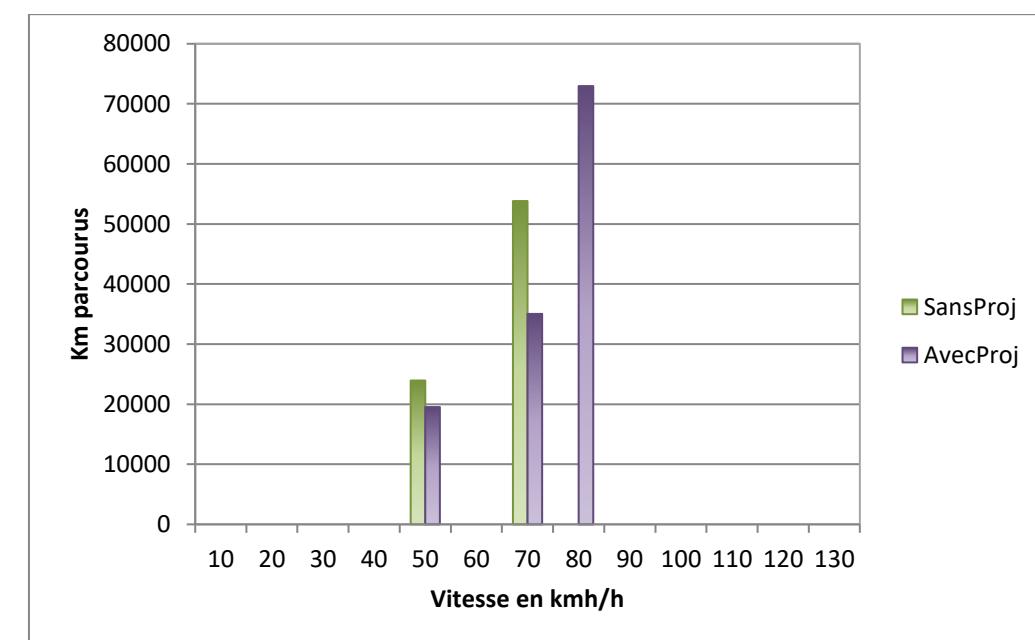


Figure 51 : Répartition des kilomètres parcourus par gamme de vitesse en 2046 - + 20 ans

6.1.2.2 Parc automobile

Le parc automobile donne la distribution par type de voie (urbain, route et autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, PL), par motorisation (essence ou diesel) et par norme (Euro). Ainsi les facteurs d'émissions issus de la méthodologie Copert V sont proposés pour chaque type de véhicule discrétisé selon les paramètres précédemment cités. Par conséquent pour déterminer les émissions d'un flux de véhicule, il est primordial de connaître sa composition ou

encore son parc automobile. La répartition du parc roulant intégrée au logiciel TREFIC™ est extraite des statistiques disponibles du parc français, fournies par l'IFSTTAR¹.

Les parcs pris en compte dans le cadre de l'étude sont

- Le parc 2026 pour les scénarios avec et sans projet à l'horizon de mise en service ;
- Le parc 2046 pour les scénarios avec et sans projet à l'horizon 20 ans après la mise en service (en l'absence de données disponibles au-delà de 2046).

6.1.2.3 Données météorologiques

Les émissions à froid (émissions durant la période où le moteur n'est pas à sa température optimum) sont d'une part liées au temps de parcours d'un trajet (en France le parcours moyen est de 12,4 km) mais également à la température extérieure. Pour estimer ces surémissions, la température moyenne sur un an relevé à la station St Quentin a été prise en compte (11°C). Les envolées de poussières étant tributaires de la pluviométrie, ce paramètre est par conséquent également intégré en indiquant le ratio de jour de pluie annuel. Avec 122,5 jours pluvieux par an relevés en normales saisonnières à la station de St Quentin, le ratio est de 0,34.

6.1.2.4 Polluants modélisés

Les polluants étudiés découlent du guide méthodologique 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.

- Les oxydes d'azote (NOx) ;
- Les particules (PM10 et PM2.5) ;
- Le monoxyde de carbone (CO) ;
- Les composés organiques volatils non-méthane (COVNM) ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre (SO₂) ;

Les émissions de gaz à effet de serre ont également été évaluées en prenant en compte le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et le pouvoir de réchauffement global (PRG²).

6.1.3 Présentation des résultats du calcul d'émission

6.1.3.1 Bilan énergétique des déplacements

Le bilan énergétique du projet prend en compte :

- La consommation de carburant liée au trafic en situation future sans projet ;
- La consommation de carburant liée au trafic en situation future avec projet ;

¹ « Dynamique de renouvellement du parc automobile - Projection et impact environnemental », Zéhir KOLLI, Thèse pour le doctorat en Sciences Economiques, 2012.

« Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France », Michel ANDRÉ, Anne-Laure ROCHE, Lauréline BOURCIER, Rapport Ifsttar-LTE, Janvier 2013 (révision mars 2014).

La consommation de carburant est exprimée en TEP/jour (Tonne Équivalent Pétrole par jour). Les résultats des calculs sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Bilan de la consommation énergétique journalière dans le réseau d'étude

		Consommation (TEP/j)	Comparaison de l'impact
Mise en service	Sans projet	5.06	-
	Avec projet	8.30	+64,1% / Sans projet
Mise en service + 20 ans	Sans projet	5.29	-
	Avec projet	8.71	+64,7% / Sans projet

En comparant les scénarios futurs projet avec la situation actuelle, on constate que :

- A l'horizon de mise en service du projet, la consommation augmente de 64,1% du fait de l'augmentation des trafics sur le projet ;
- A l'horizon 20 ans après la mise en service, la consommation est de 64,7%, les l'amélioration technologique des véhicules permettent de contenir la consommation de carburant à un horizon plus lointain.

En comparant le scénario de mise en service avec le scénario à +20 ans, le projet aura pour effet une légère augmentation (+0,6%) de la consommation énergétique. Cette évolution est liée au report d'une partie de la circulation de la RD939 et de la RD60 sur le contournement ainsi qu'à l'interdiction du trafic de transit de PL dans la traversée de Tilloy-lès-Mofflaines ce qui augmente le trafic sur le contournement et donc la consommation en carburant.

Cependant, cette augmentation reste faible du fait de l'amélioration des vitesses de circulation sur le contournement hors agglomération (consommation moindre à 80 km/h qu'à 50 km/h).

6.1.3.2 Bilan des émissions en polluants

Pour l'ensemble des axes pris en compte, le bilan des émissions de polluants (et leurs variations) aux horizons étudiés est présenté dans le tableau en page suivante.

Dans tous les cas (avec ou sans projet), on constate les évolutions suivantes entre l'horizon de mise en service et 20 ans plus tard :

- Une diminution significative des NOx CO et benzène
- Une légère diminution des émissions de particules PM10, PM2.5, COVNM et SO₂
- Une légère diminution des gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O) et du Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)

² Le PRG est déterminé sur la base des émissions de CO₂, de méthane (1kg CH₄ = 30 kg CO₂) et de protoxyde d'azote (1 kg N₂O = 265 kg CO₂).

ETUDE AIR

- Une légère augmentation des émissions de NO₂

Cette évolution est liée à l'amélioration des technologies lors du renouvellement du parc roulant permettant d'apporter un gain en termes d'émissions.

Il est toutefois à noter que si au global la pollution atmosphérique augmente avec le projet, dans les secteurs urbanisés où la problématique de la pollution de l'air est la plus sensible, les émissions diminuent puisqu'une partie du trafic est reporté sur le contournement situé en zone non habitée. Cette tendance sera encore plus sensible à terme par la mise en place l'interdiction de trafic PL dans la traversée de la commune.

Tableau 9 : Bilan des émissions journalières du réseau d'étude (polluants généraux et gaz à effet de serre (CO₂ et CH₄))

	NOx (kg/j)	PM10 (kg/j)	PM2.5 (kg/j)	CO (kg/j)	COVNM (kg/j)	Benzène (g/j)	SO ₂ (kg/j)
Mise en service	Sans projet	25.333	2.788	1.772	12.252	0.643	12.620
	Avec projet	40.025	4.315	2.759	20.547	1.014	20.277
	Impact du projet	+58%	+54,8%	+55,7%	+67,7%	+57,6%	+60,7%
Mise en service + 20 ans	Sans projet	7.875	2.653	1.550	8.443	0.336	4.196
	Avec projet	12.264	4.063	2.376	14.181	0.539	6.875
	Impact du projet	+55,7%	+53,2%	+53,2%	+68%	+60,3%	+63,9%

Tableau 10 : Bilan des émissions journalières du réseau d'étude (gaz à effet de serre : CO₂, PRG, CH₄ et N₂O)

	CO ₂ (t/j)	PRG (t CO ₂ /j)	CH4 (kg/j)	N ₂ O (kg/j)
Mise en service	Sans projet	16.036	16.036	0.071
	Avec projet	26.311	26.311	0.115
	Impact du projet	+64,1%	+64,1%	+62%
Mise en service + 20 ans	Sans projet	16.715	16.715	0.119
	Avec projet	27.525	27.525	1.004
	Impact du projet	+64,7%	+64,7%	+37,9%

Quel que soit l'horizon considéré, les données de trafic fournies montrent une augmentation du trafic pour le scénario avec projet par rapport à l'état sans projet ce qui implique au global des émissions plus importantes. Cependant, à plus 20 ans, avec ou sans la mise en place du projet, les émissions de certains polluants atmosphériques diminuent par rapport à la situation actuelle sans projet.

Cette évolution est liée à l'augmentation des vitesses de circulation sur le contournement (consommation et émissions de polluants moindres à 80 km/h qu'à 50 km/h) et à l'amélioration des technologies lors du renouvellement du parc roulant permettant d'apporter un gain en termes d'émissions (davantage de véhicules électriques).

6.2 Appréciation des impacts du projet en phase chantier

Dans le cadre du projet de contournement de Tilloy-lès-Mofflaines, l'impact de la phase chantier sur la qualité de l'air se décline selon des émissions directes et indirectes :

- **Les émissions directes concernent :**

- L'ensemble des sources polluantes liées aux phases de chantier faisant intervenir des engins à moteurs : terrassement, travaux de voirie, transport de remblais ou déblais. Les émissions polluantes concernent les polluants émis à l'échappement (les principaux sont les particules : NOx, benzène, composés organiques volatiles) ;
- Les envolées de particules dues au passage des engins sur les voies ;
- Les envolées de poussières liées à la fragmentation du sol lors du terrassement.

- **Les émissions indirectes concernent :**

- L'impact du chantier sur la réorganisation du trafic routier local qui peut se trouver par nécessité dévié ou ralenti. Les modifications du trafic peuvent entraîner une augmentation des émissions soit en raison d'un rallongement des distances parcourues par les usagers pour un même trajet, soit par une congestion du réseau plus importante (les émissions sont nettement plus élevées lors de circulation congestionnée où de nombreuses phases d'accélération et décélération apparaissent). Les émissions polluantes concernent les polluants émis à l'échappement ;
- Les envolées de poussières par abrasion du vent des sols décapés ;
- Les émissions de polluants liées à la découverte d'éventuels sites et sols pollués (dégazage du sol). Les polluants émis sont ceux identifiés dans les sols ayant un potentiel volatil ou de mise en suspension dans l'air sous l'action du vent.

7 MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES IMPACTS DU PROJET

7.1 Phase travaux

Les émissions directes causées par les engins de chantier seront limitées compte tenu de la restriction du chantier aux engins respectant la réglementation en vigueur.

Les émissions de particules résultant de leur remise en suspension suite aux passages des véhicules seront réduites en procédant à l'aspersion d'eau des voies de chantier lors de périodes sèches.

Les émissions indirectes liées à l'abrasion par le vent des sols décapés non exploités seront réduites en phasant les travaux afin de limiter la durée où ces sols ne sont pas retravaillés. Afin de limiter les émissions indirectes liées à la modification du réseau routier, les travaux seront organisés afin de perturber au minimum la circulation en veillant à laisser la circulation libre.

Les sites et sols pollués découverts de manière fortuite sont également susceptibles d'émettre des polluants de façon indirecte à partir du moment où les terres sont retournées. Si de tels sites venaient à être découverts, des solutions de traitement seront immédiatement prises afin de limiter les émissions diffuses (excavation et envoi en filières spécialisées de traitement). La problématique sanitaire concerne essentiellement le personnel du chantier. Les riverains ne sont que peu concernés étant donné les concentrations rencontrées bien que des nuisances olfactives peuvent être observées.

Au vu de la configuration du territoire du projet, des problèmes de pollution sont probablement à attendre (dépassement des objectifs de qualité de l'air, milieu fortement urbanisé etc.). Afin de vérifier l'efficacité des mesures mises en œuvre, des campagnes de mesure peuvent être réalisées le long du projet afin d'avoir un suivi de la qualité de l'air dans le secteur du projet.

7.2 Phase exploitation

Le projet de contournement de Tilloy-lès-Mofflaines constitue en soi une mesure de réduction de l'exposition de la population du bourg à la pollution atmosphérique puisqu'il permet de fluidifier le trafic automobile et d'écartier la circulation de transit des zones d'habitat du centre-ville de Tilloy-lès-Mofflaines. La réalisation du projet permet d'autre part, d'éloigner le trafic automobile des lieux vulnérables.

De plus, suivant cette logique de réduction des nuisances pour les habitants, le Conseil Départemental du Pas-de-Calais a décidé lors des phases de concertations de retenir une variante la plus éloignée possible des quartiers périphériques.

Il conviendra toutefois de porter une attention particulière à l'urbanisation future de la commune en évitant l'implantation de nouvelle zone d'habitat et de lieux vulnérables (établissements scolaires, maisons de retraite, hôpitaux...) dans la zone d'influence de la déviation.

8 CONCLUSION

Cette étude sur la qualité de l'air et la santé découle de l'application du guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

8.1 Etat initial

Située en contexte rural, la commune de Tilloy-lès-Mofflaines bénéficie globalement d'une bonne qualité de l'air avec des concentrations de fond qui respectent les valeurs réglementaires. Les fortes dégradations (qualité de l'air mauvaise) ne se produisent que très rarement et la qualité de l'air restant bonne pendant près de 81% de l'année.

La campagne de mesures in situ a mis en exergue des concentrations relativement élevées en dioxyde d'azote en situation de proximité trafic au centre-ville de Tilloy-lès-Mofflaines avec des dépassements probables de la valeur limite de référence de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces fortes concentrations sont vraisemblablement liés aux phénomènes de congestion du trafic. Les teneurs restent par contre modérées en situation de fond urbain ou lorsque les conditions de circulation et de dispersion des polluants sont meilleures.

Le projet de contournement de Tilloy-lès-Mofflaines s'insère donc dans un milieu présentant une qualité de l'air globalement satisfaisante mais présentant des sensibilités particulières le long de la RD60 dans le centre de la commune.

8.2 Calcul des émissions polluantes

L'étude prévisionnelle de l'évolution des émissions automobiles sur le domaine d'étude et leurs impacts sur les concentrations dans l'air ambiant a été réalisée. Les calculs d'émissions polluantes liés aux données de trafic fournies montrent une **augmentation des polluants émis pour le scénario avec projet par rapport à l'état sans projet** (NO_x, particules fines, SO₂, gaz à effet de serre).

Cette augmentation est liée causée par un trafic globalement plus important dans le scénario avec projet.

Il est toutefois essentiel de souligner que la création de la voie nouvelle permet de reporter les nuisances liées à la pollution atmosphérique en dehors des zones habitées ce qui représente un bénéfice local pour la population concernée.