PROJET URBAIN LES CHARCOIX AU PLESSIS-PATE (91)

VOLET AIR ET SANTE – ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR

Commanditaire :	**TRANS-FAIRE**	Rapport :	**Final**
Réalisation :	**Rincent Air**	Phase :	**3-3**
Auteurs :	**Mélodie Chatain** **Arthur Campos Y Sansano**	Version :	**RP-AF1750-3-V4**
Validation :	**François Cape** **Benjamin Forestier**	Date :	**13/11/2018**

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

SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE 4

I. 1. INTRODUCTION 4
I. 2. DIMENSIONNEMENT DE L'ETUDE 4

II. ETAT INITIAL : ÉTUDE DOCUMENTAIRE 5

II. 1. LES EMISSIONS POLLUANTES 5
II. 1. 1. Secteurs d'émissions du département de l'Essonne (91) 5
II. 1. 2. Localisation des principales sources d'émissions 5
II. 2. LES SITES SENSIBLES 6
II. 3. DONNEES RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR 7
II. 3. 1. Définitions 7
II. 3. 2. Station de mesure de référence 7
II. 4. LES PLANS DE PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE 8
II. 4. 1. Les différents plans 8
II. 4. 2. Cohérence du projet 8

III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE IN-SITU 9

III. 1. METHODOLOGIE 9
III. 1. 1. Polluants mesurés 9
III. 1. 2. Mesure du dioxyde d'azote et du benzène 9
III. 1. 3. Mesure des particules PM_{10} 9
III. 2. CONDITIONS LORS DE LA CAMPAGNE 10
III. 2. 1. Période d'exposition des capteurs 10
III. 2. 2. Météorologie 10
III. 2. 1. Conditions de vent 11
III. 3. POLLUTION ATMOSPHERIQUE 11
III. 4. RESULTATS 12
III. 4. 1. Validité des mesures par capteur passif 12
III. 4. 2. Répartition des concentrations 12
III. 5. COMPARAISON A LA REGLEMENTATION 13

IV. EFFETS DU PROJET : ESTIMATION DES EMISSIONS POLLUANTES 14

IV. 1. METHODOLOGIE 14
IV. 1. 1. Polluants estimés 14
IV. 1. 2. Facteurs d'émissions unitaires 14
IV. 1. 3. Scénarios considérés 14
IV. 1. 4. Données de trafic 14
IV. 1. 5. Bande d'étude 15
IV. 2. RESULTATS 15
IV. 2. 1. Emissions polluantes globales 15
IV. 2. 2. Cartographie des émissions 16
IV. 2. 3. Etude des variations liées au projet 16
IV. 3. MONETARISATION DES COUTS 17
IV. 3. 1. Coûts collectifs liés à la pollution 17
IV. 3. 2. Coûts collectifs liés à l'effet de serre 18

V. EFFETS DU PROJET : MODELISATION DES CONCENTRATIONS 19

V. 1. DONNEES D'ENTREE 19
V. 1. 1. Emissions polluantes 19
V. 1. 2. Conversion des NOx en NO_2 19
V. 1. 3. Météorologie 19
V. 1. 4. Population 19
V. 1. 5. Topographie 20
V. 1. 6. Pollution de fond 20
V. 2. RESULTATS DES SIMULATIONS 21
V. 2. 1. Cartographies 21
V. 2. 2. Résultats sur le point de la zone d'étude le plus exposé 22
V. 3. INDICE IPP 22

VI. CONCLUSION 23

VI. 1. ETAT INITIAL 23
VI. 2. ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET 23
VI. 3. MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION OU DE COMPENSATION 24

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé 26
Annexe 2 : Fiches de point de mesure 31

TABLEAUX

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (circulaire du 05/02/2005) 4
Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude 4
Tableau 3 : variation du trafic selon les différents scénarios 4
Tableau 4 : industries et types d'émissions 6
Tableau 5 : description des sites sensibles 6
Tableau 6 : moyennes annuelles (2013-2017) des concentrations en polluants (données : Airparif) 7
Tableau 7 : actions du PPA applicables au secteur du transport 8
Tableau 8 : objectifs du SCRAE Ile-de-France 2012 (PRQA 2009) 8
Tableau 9 : actions du PDU Ile-de-France 2014 8
Tableau 10 : caractéristiques analytiques de la méthode de mesure 9
Tableau 11 : étude des données des stations Argenteuil et Gennevilliers (données : Airparif) 11
Tableau 12 : paramètres de validité de la campagne de mesure 12
Tableau 13 : résultats des mesures de NO_2, benzène et PM_{10} 12
Tableau 14 : données de trafic 14
Tableau 15 : définition de la bande d'étude (circulaire du 05/02/2005) 15
Tableau 16 : bilan des émissions 15
Tableau 17 : émissions de NOx par brins routiers 16
Tableau 18 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier 17
Tableau 19 : densité de population des zones traversées par l'infrastructure 17
Tableau 20 : évolution du trafic total 17
Tableau 21 : évolution des émissions de PM2.5, NOx, COVNM et SO2 17
Tableau 22 : évolution des valeurs tutélaires 17
Tableau 23 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution 18
Tableau 24 : coûts collectifs 18
Tableau 25 : coûts liés à l'effet de serre 18
Tableau 26 : concentration maximale journalière sur la zone de projet 22
Tableau 27 : IPP dans la maille la plus exposée et IPP global 22
Tableau 28 : description des principaux polluants en air ambiant 26
Tableau 29 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air 29
Tableau 30 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant 30
Tableau 31 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant 30
Tableau 32 : définition des seuils réglementaires 30

FIGURES

Figure 1 : émissions dans l'air pour le département de l'Essonne (91) 5
Figure 2 : localisation des principaux axes routiers (source : IGN) 5
Figure 3 : localisation des sites industriels 6
Figure 4 : localisation des sites sensibles 6
Figure 5 : localisation des stations de mesure de qualité de l'air de référence 7
Figure 6 : description des systèmes de prélèvement 9
Figure 7 : collecteur de PM_{10} 9
Figure 8 : localisation de la station météorologique de référence 10
Figure 9 : étude des températures et précipitations (données : Météo France) 10
Figure 10 : étude des conditions de vent (données : Météo France) 11
Figure 11 : localisation des stations Airparif de référence 11
Figure 12 : cartographie des résultats 12
Figure 13 : comparaison des résultats des concentrations de NO_2 à la réglementation 13
Figure 14 : comparaison des résultats des concentrations de PM_{10} à la réglementation 13
Figure 15 : comparaison des résultats des concentrations de benzène à la réglementation 13
Figure 16 : bande d'étude 15
Figure 17 : émissions de NO_X actuelles 16
Figure 18 : émissions de NO_X futures avec projet 16
Figure 19 : delta émissions de NO_X : futures avec projet / futur sans projet 16
Figure 20 : rose des vents de la station d'Orly 19
Figure 21 : population à l'état actuel 19
Figure 22 : population à l'état futur avec projet 19
Figure 23 : représentation du relief en vue 2D 20
Figure 24 : concentration moyenne journalière en NOx - Actuel 21
Figure 25 : concentration moyenne journalière en NOx – Futur sans projet 21
Figure 26 : concentration future moyenne journalière en NOx – Futur avec projet 21
Figure 27 : différence de concentration moyenne journalière en NOx 21
Figure 28 : histogrammes de distribution concentration/population 22
Figure 29 : profil annuel des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif) 27
Figure 30 : profil journalier des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif) 27
Figure 31 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en $PM_{2.5}$ à 10 µg/m³ 28
Figure 32 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique 28

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

I. 1. Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement de la zone des Charcoix au Plessis-Pâté (91). Les aménagements prévus entrainent des modifications de la voirie et du trafic routier susceptibles d'avoir un impact sur la pollution atmosphérique. A ce titre le projet est soumis à l'article L122-1 du Code de l'Environnement qui impose au maitre d'ouvrage la réalisation d'une évaluation environnementale systématique ou après examen au cas par cas.

Lors de cette évaluation, et en l'absence d'autre référentiel, les effets sur la qualité de l'air peuvent être pris en compte conformément à la réglementation applicable aux infrastructures routières. Dans ce cadre, Rincent Air applique la méthodologie décrite par la circulaire interministérielle Equipement-Sante-Ecologie DGS/SD 7B n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, ainsi qu'à la note méthodologique qui lui est annexée.

Ce document indique le niveau d'étude applicable en fonction des enjeux liés au projet, définis sur l'ensemble du réseau routier subissant une modification des flux de trafic de plus de 10 % du fait des aménagements. Le tableau 1 présente les différents niveaux d'étude (de I à IV) définis par la circulaire en fonction de la population impactée, des trafics et de la longueur des voies subissant une modification.

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

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (circulaire du 05/02/2005)

Le contenu de l'étude sur la pollution atmosphérique dépend directement du niveau défini selon le tableau 2 :

Phase d'étude d'impact	**Contenu du volet air et santé**	**IV**	**III**	**II**	**I**
Etat initial	Rappel des effets de la pollution atmosphérique et étude documentaire	✓	✓	✓	✓
	Campagne de mesure par capteurs passifs **uniquement en cas de manque d'information lors de l'étude documentaire*		✓*	✓	✓
Estimation des effets du projet	Calcul des émissions de polluants	✓	✓	✓	✓
	Modélisation des concentrations, calcul d'un indice d'exposition des populations (IPP), monétarisation des coûts collectifs			✓	✓
	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires ***uniquement au droit des sites sensibles*			✓**	✓

Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude

I. 2. Dimensionnement de l'étude

Quel que soit le niveau d'étude, l'état initial du volet air et santé comprend un rappel sommaire des effets de la pollution sur la santé (annexe 1), et une étude documentaire portant sur l'environnement du projet (présentée chapitre II).

La nécessité de compléter l'état initial par une campagne de mesure, ainsi que la méthodologie d'évaluation des effets du projet sont quant à elles définies d'après les données de trafic sur les axes subissant une variation significative (>10 %) du fait du projet.

Les données de trafic sont extraites de l'étude de circulation réalisée par Ingetec pour Trans-faire et référencée « Etude d'impact de l'opération d'aménagement du projet urbain les Charcoix au Plessis-Pâté (91) » - 4 juin 2018. Le tableau ci-dessous présente les donnees utilisées :

N°	Rue	TMJA actuel	TMJA futur sans projet	TMJA futur avec projet	Variation sans/avec projet (%)
1	RD19	34875	37575	38025	1
2	RD117 sud	4920	5540	7920	43
3	RD117	4970	5360	7520	40
4	RD117 nord	4850	5250	7200	37
5	Rue des Capettes	380	380	550	45
6	Avenue de la Rogère	1440	1440	1960	36
7	RD19B8	1260	1260	1710	36
8	Rue de la Mare	0	0	2140	+∞
9	Rue du Parc	0	0	920	+∞
10	Rue de la Rogère	0	0	1370	+∞
11	Passage du Parc	0	0	270	+∞
12	Passage de Corbeil	0	0	230	+∞
13	Rue des Charcoix	0	0	320	+∞
14	Passage des Charcoix	0	0	320	+∞

Tableau 3 : variation du trafic selon les différents scénarios

Aucun axe ne présente un trafic supérieur à 10 000 véh/j susceptible d'être impacté de plus de 10 % par le projet, ce qui situe l'étude en niveau III. **Néanmoins, la maitrise d'ouvrage considère la qualité de l'air comme un enjeu important du projet, et souhaite à ce titre traiter l'étude selon un niveau II.**

Dans le cadre d'une étude de niveau II, une campagne de mesure doit être réalisée pour compléter les données du réseau local de surveillance de la qualité de l'air. Les résultats de la campagne de mesure in-situ sont présentés au chapitre III de ce rapport.

L'estimation des effets du projet pour une étude de niveau II est réalisée par calcul des émissions polluantes, modélisation des émissions, calcul d'un indice sanitaire, monétarisation des coûts et EQRS au droit des sites sensibles. Ces éléments sont présentés au chapitre IV.

II. ETAT INITIAL : ETUDE DOCUMENTAIRE

II. 1. Les émissions polluantes

II. 1. 1. Secteurs d'émissions du département de l'Essonne (91)

La figure 1 présente le poids des émissions de différentes activités pour les principaux polluants atmosphériques dans l'Essonne pour l'année 2012[1].

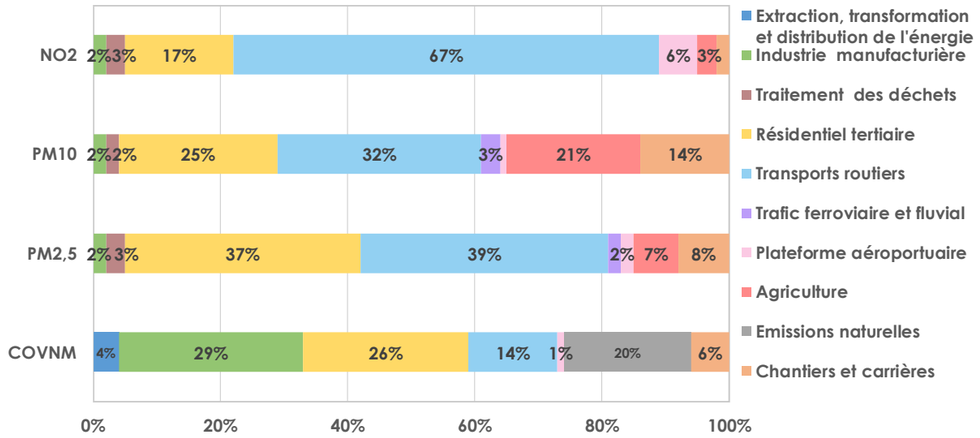


Figure 1 : émissions dans l'air pour le département de l'Essonne (91)

L'analyse de l'évolution de ces secteurs d'émission entre 2000 et 2012 indique les points suivants :

- Les émissions de **NO_X** ont baissé de 39 %, principalement grâce aux améliorations technologiques du parc automobile (-40 % d'émissions sur le secteur routier) et à la baisse de la consommation d'énergies fossiles au profit de l'électricité (-10 % d'émissions sur le secteur résidentiel/tertiaire). En 2012, environ deux tiers des émissions de NO_X restent liés au trafic automobile (présence de nombreux axes à fort trafic dans le département). Le secteur résidentiel-tertiaire a également une importance dans les émissions départementales (17 %).

- Les émissions de particules **PM_{10}** et **$PM_{2.5}$** ont baissé respectivement de 42 % et 50 % grâce aux améliorations technologiques du parc automobile (filtres à particules) et à la diminution du chauffage au bois. Pour les $PM_{2.5}$, la diminution la plus importante est toutefois constatée sur le secteur industriel avec une baisse de 63 %. En 2012, le trafic routier et le secteur résidentiel et tertiaire sont responsables de plus de la moitié des émissions de PM_{10} et de deux tiers pour les $PM_{2.5}$, mais la part de l'agriculture est également assez importante à l'échelle du département pour les PM_{10} (21 %).

- Les émissions de **COVNM** ont baissé de 54 %, avec une diminution de 85 % des émissions issues du secteur routier (généralisation des pots catalytiques et des moteurs quatre temps) ainsi que sur le secteur résidentiel/tertiaire et industriel (baisse de l'usage de produits solvantés). En 2012, les deux secteurs les plus émetteurs sont l'industrie (29 %) et le résidentiel/tertiaire (26 %). Les émissions naturelles (20 %) sont supérieures à celles du trafic routier pour ces polluants.

II. 1. 2. Localisation des principales sources d'émissions

Trafic routier

Les principales émissions liées au trafic routier sont constituées par la RD19 à l'est du projet et la RD117 au nord.

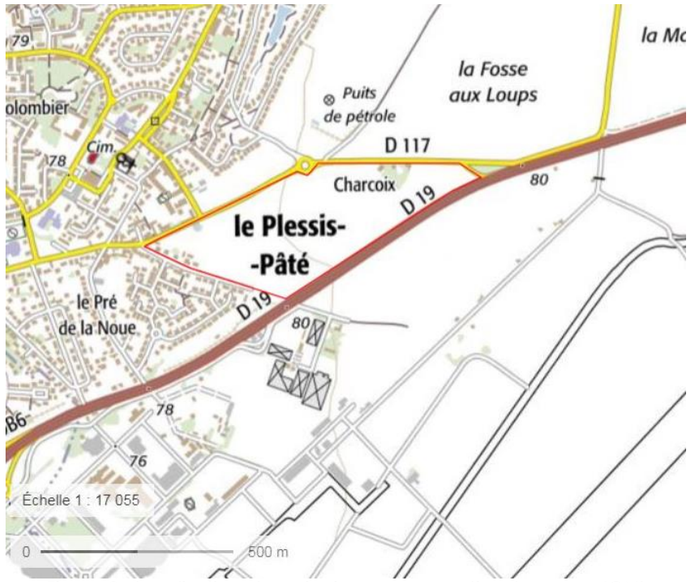


Figure 2 : localisation des principaux axes routiers (source : IGN)

Secteurs résidentiel/tertiaire et agricole

La commune de Plessis-Pâté (zone urbanisée) délimite le projet à l'ouest et au nord, tandis que des parcelles agricoles délimitent le projet à l'est. Le secteur résidentiel-tertiaire est fortement émetteur de NOX, CO, COVNM et de particules (PM_{10} et $PM_{2.5}$), notamment en période de chauffe (hiver). Le secteur agricole est également un émetteur significatif de particules PM_{10} en Essonne, ce qui laisse envisager des émissions d'autant plus importantes de ces polluants dans la zone d'étude, notamment en période hivernale et d'activité agricole intense.

Secteur industriel

Le Registre Français des Emissions Polluantes (iREP) recense les rejets atmosphériques déclarés par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Par ailleurs, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie en Ile-de-France recense les principaux sites industriels émetteurs de polluants atmosphériques dans la région.

Le croisement de ces bases de données a permis de localiser trois sites industriels dans un rayon de 10 km autour de la zone du projet, représentés sur la figure 3.

[1] « Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en Essonne pour les données de l'année 2012 et historique 2000/2012 », rapport réalisé par Airparif (février 2016).

Figure 3 : localisation des sites industriels

N°	Industrie	Polluants	Emissions
1	Bollig et Kemper France	COVNM	67 tonnes en 2016
2	East Balf France	COV	82 tonnes en 2013
3	Semardel	NOx	169 tonnes en 2016

Tableau 4 : industries et types d'émissions

Ces émissions polluantes peuvent, sous des conditions météorologiques particulières (vents de secteur nord-est ou sud-est) venir s'additionner au bruit de fond urbain (notamment aux émissions issues du trafic pour les NO_X et aux émissions issues du secteur agricole et résidentiel/tertiaire pour les COV) dans la zone du projet. Les COV peuvent par ailleurs contribuer, par différents processus physico-chimiques dans l'atmosphère, à la formation d'aérosols secondaires et donc à l'augmentation des concentrations en particules dans l'environnement du projet.

II. 2. Les sites sensibles

Les sites sensibles sont définis à partir de la note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routier et concernent :

- Les structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies, etc. ;
- Les établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges, lycées ;
- Les structures d'accueil des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Les établissements de santé : hôpitaux, cliniques, etc. ;
- Les lieux dédiés à la pratique du sport en extérieur : stades non couverts, piscines non couvertes, courts de tennis non couverts, zones de baignade, parcs, etc.

La figure 4 présente la localisation des sites sensibles les plus proches du projet. Leur description est présentée dans le tableau 3.

Figure 4 : localisation des sites sensibles

N°	Etablissement	Type
1	Lieu d'accueil « Debout les loulous"	Etablissements de la petite enfance
2	Ecole maternelle du Parc	Etablissements scolaires
3	Ecole municipale de Musique et de Danse Michel Legrand	
4	Ecole élémentaire Léon Blum	
5	Collège Paul Eluard	
6	Lycée Jean-Pierre Timbaud	
7	Centre sportif du Colombier	Etablissements sportifs découverts

Tableau 5 : description des sites sensibles

Les sites sensibles les plus proches de la zone sont susceptibles d'être impactés par les modifications du trafic sur la RD117, notamment l'école élémentaire Léon Blum (n°4), le centre sportif du Colombier (n°7) et le lycée Jean-Pierre Timbaud (n°6). Par ailleurs 4 sites sensibles sont prévus sur le projet (résidence séniors, crèche groupe scolaire et pôle sportif) et constituent également des établissements sur lesquels apporter une vigilance particulière par rapport à la pollution atmosphérique.

II. 3. Données relatives à la qualité de l'air

II. 3. 1. Définitions

La surveillance de la qualité de l'air à l'échelle d'un territoire est confiée en France aux associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Pour la région Ile-de-France, c'est l'association Airparif qui réalise cette surveillance par l'intermédiaire d'un réseau de stations de mesures permettant de caractériser différentes situations d'exposition à la pollution appelées « typologies ». Les typologies de station ou de points de mesure sont définies de la façon suivante :

- Les points de **trafic** sont situés au plus près des sources d'émission polluantes constituées par les axes routiers. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement (piétons).

- Les points de **fond** sont situés en dehors de l'influence des principales sources de pollution atmosphérique. Ils permettent de connaître l'exposition chronique à laquelle est soumise une population sur une large zone spatiale. En fonction de l'environnement du site, le terme de **fond urbain, périurbain,** ou **rural** peut être utilisé.

II. 3. 2. Station de mesure de référence

La station Airparif RN20 Montlhéry est la plus proche du projet. Etant donné qu'il s'agit d'une typologie trafic, une autre station Airparif de typologie de fond urbain, la station Evry, située à moins de 10 km de la zone du projet, peut également être utilisée comme comparaison ou pour l'extrapolation des données obtenues lors de la campagne de mesure. Leur localisation par rapport à la zone du projet est présentée sur la figure ci-dessous :

Figure 5 : localisation des stations de mesure de qualité de l'air de référence

Le tableau 5 présente les évolutions annuelles des polluants mesurés par ces deux stations :

Stations	Valeur	Valeur limite	2013	2014	2015	2016	2017
NO_2 RN20 Montlhéry	Moyenne annuelle (µg/m³)	40	-	72	70	66	67
NO_2 Evry			30	28	27	28	27

Tableau 6 : moyennes annuelles (2013-2017) des concentrations en polluants (données : Airparif)

Dioxyde d'azote (NO_2)

La station de trafic RN20 Montlhéry est installée depuis fin 2014, les données relatives aux concentrations de NO_2 ne sont donc accessibles qu'à partir de cette période. Les données des teneurs en dioxyde d'azote au cours de la période 2014-2017 mettent en évidence une moyenne annuelle dépassant la valeur limite fixée par la réglementation (40 µg/m³ en moyenne annuelle). Ceci s'explique par le fait qu'il s'agit d'une station de typologie trafic (située sur un tronçon très fréquenté) le NO_2 étant un polluant émis principalement par le trafic routier.

En ce qui concerne la station Evry, les teneurs en NO_2 sont relativement constantes (entre 27 et 30 µg/m³) au cours des 5 années étudiées et elles montrent que la moyenne annuelle sur cette station respecte chaque année la valeur limite fixée par la réglementation (40 µg/m³ en moyenne annuelle).

Conclusion

Ces données ne laissent pas envisager de dépassements des valeurs réglementaires vis-à-vis des concentrations de NO_2 dans l'environnement de fond urbain, cependant une portion de la zone du projet se situe en bordure immédiate d'un axe routier fréquenté (D19).

La distance des stations de mesure et la difficulté de comparer la qualité de l'air à proximité de deux axes routiers possédant des trafics différents soulignent l'importance de réaliser une campagne de mesure in-situ afin d'étudier plus précisément au niveau local la répartition des concentrations en NO_2 et notamment en particules PM_{10} – non renseignées par les deux stations les plus proches – et de mieux définir l'impact de la RD19 sur la zone.

Les résultats de la campagne de mesure in-situ sont présentés dans le chapitre suivant.

II. 4. Les plans de prévention de la pollution atmosphérique

II. 4. 1. Les différents plans

Les principales orientations de la prévention de la pollution atmosphérique à l'échelle d'un territoire sont traitées par le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SCRAE), et le Plan de Déplacement Urbain (PDU). Le projet d'aménagement doit s'inscrire en cohérence avec ces différents plans d'action :

- La dernière version du PPA en Ile-de-France a été approuvée le 25 mars 2013. Ce plan décline 24 actions pour réduire les émissions de polluants atmosphériques sur les différents secteurs du transport, de l'énergie, du chauffage, de l'industrie ou de l'agriculture. Parmi elles, 12 actions peuvent s'appliquer au secteur du transport, qui constitue une problématique liée aux aménagements urbains. Celles-ci se déclinent en mesures réglementaires ou incitatives (objectifs, accompagnements, études) :

Mesures réglementaires
Obliger les principaux pôles générateurs de trafic à réaliser un plan de déplacement
Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les documents d'urbanisme
Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impact
Diminuer les émissions en cas de pointe de pollution
Actions incitatives
Promouvoir une politique de transports respectueuse de la qualité de l'air et atteindre les objectifs fixés par le PDUIF
Mettre en œuvre des mesures supplémentaires, notamment issues des travaux du Comité Interministériel sur la Qualité de l'Air (CIQA) et déclinées localement, permettant d'accroitre de 10% la réduction des émissions de NO_X et de PM10 liées au trafic routier dans le cœur dense de l'agglomération
Sensibiliser les automobilistes franciliens a l'éco-conduite
Sensibiliser les gestionnaires de flottes captives aux émissions polluantes de leurs véhicules
Sensibiliser les franciliens a la qualité de l'air
Réduire les émissions de particules dues aux chantiers
Etudier la faisabilité d'un contournement pérenne du cœur dense de l'agglomération parisienne pour les poids lourds en transit
Etude sur le partage multimodal de la voirie en Ile-de-France

Tableau 7 : actions du PPA applicables au secteur du transport

- Le SCRAE en vigueur a été approuvé en 2012. Il intègre les précédents objectifs du Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) dans sa version de 2009 :

Objectifs du SCRAE 2012 (repris du PRQA 2009)
Atteindre les objectifs de qualité de l'air fixés par la réglementation ou par l'Organisation Mondiale de la Santé, en particulier pour les polluants pour lesquels sont observés en Île-de-France des dépassements : o Les particules PM_{10} : 25 µg/m³ en moyenne annuelle d'ici 2015, pour tendre vers les préconisations de l'OMS, à 20 µg/m³ ainsi que 50 µg/m³ (moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, o Les particules $PM_{2,5}$: 15 µg/m³ d'ici 2015 pour tendre vers les préconisations de l'OMS à 10 µg/m³, o Le dioxyde d'azote NO_2 : 40 µg/m³ en moyenne annuelle, o L'ozone O_3 : seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ sur 8 heures, o Le benzène C_6H_6 : 2 µg/m³ en moyenne annuelle.
Atteindre ces objectifs de qualité de l'air à proximité immédiate d'axes majeurs de trafic ou sources importantes de polluant (ou proposer, pour ces zones, des mesures compensatoires dans un souci d'équité environnementale).
Diminuer les émissions d'autres polluants tels que les pesticides, les dioxines et les hydrocarbures aromatiques polycycliques et limiter l'exposition des Franciliens
Accompagner les évolutions nationales en termes de surveillance et de réglementation de l'air intérieur. Au niveau régional, appliquer une politique volontariste en matière de bonne pratique dans les Etablissements Recevant du Public (ERP), en particulier ceux accueillant des enfants.

Tableau 8 : objectifs du SCRAE Ile-de-France 2012 (PRQA 2009)

- Le Plan de Déplacements Urbains en vigueur a été validé en 2014. Le tableau ci-dessous présente les actions envisagées :

Numéro	Action
1.1	Agir à l'échelle locale pour une ville plus favorable à l'usage des modes alternatifs à la voiture
2.1	Un réseau ferroviaire renforcé et plus performant
2.2	Un métro modernisé et étendu
2.3	Tramway et Tzen : une offre de transport structurante
2.4	Un réseau de bus plus attractif et mieux hiérarchisé
2.5	Aménager des pôles d'échanges multimodaux de qualité
2.6	Améliorer l'information voyageurs dans les transports collectifs
2.7	Faciliter l'achat des titres de transport
2.8	Faire profiter les usagers occasionnels du pass sans contact Navigo
2.9	Améliorer les conditions de circulation des taxis et faciliter leur usage
3/4.1	Pacifier la voirie
3/4.2	Résorber les principales coupures urbaines
3.1	Aménager la rue pour le piéton
4.1	Rendre la voierie cyclable
4.2	Favoriser le stationnement des vélos
4.3	Favoriser et promouvoir la pratique du vélo auprès de tous les publics
5.1	Atteindre un objectif ambitieux de sécurité routière
5.2	Mettre en œuvre des politiques de stationnement public au service d'une mobilité durable
5.3	Encadrer le stationnement privé
5.4	Optimiser l'exploitation routière pour limiter la congestion
5.5	Encourager et développer la pratique du covoiturage
5.6	Encourager l'autopartage
6.1	Rendre la voirie accessible
6.2	Rendre les transports collectifs accessibles
7.1	Préserver et développer les sites à vocation logistique
7.2	Favoriser l'usage de la voie d'eau
7.3	Améliorer l'offre de transport ferroviaire
7.4	Contribuer à une meilleure efficacité du transport routier de marchandises et optimiser les conditions de livraison
7.5	Améliorer les performances environnementales du transport de marchandises
9.1	Développer les plans de déplacements d'entreprises et d'administration
9.2	Développer les plans de déplacements d'établissements scolaires
9.3	Donner une information complète, multimodale, accessible à tous et développer le conseil en mobilité
ENV 1	Accompagner le développement de nouveaux véhicules
ENV 2	Réduire les nuisances sonores liées aux transports

Tableau 9 : actions du PDU Ile-de-France 2014

II. 4. 2. Cohérence du projet

L'étude d'impact concernant l'aménagement du projet, en particulier l'état initial documentaire du présent volet air et santé, s'inscrit en cohérence avec le PPA et le SRCAE puisque ce dernier contribue à poursuivre l'amélioration des connaissances en matière de qualité de l'air locale ainsi qu'à caractériser au mieux l'exposition de la population francilienne.

III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE IN-SITU

III. 1. Méthodologie

III. 1. 1. Polluants mesurés

La note méthodologique du 25 février 2005 précise que le dioxyde d'azote (NO_2) et le benzène sont les deux principaux polluants pouvant être pris en compte pour la réalisation de campagnes de mesure in-situ dans les études d'impact. En effet ces deux polluants constituent les principaux indicateurs de la pollution atmosphérique émise par le trafic routier.

De plus, le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) d'Ile-de-France validé le 25 mars 2013 précise selon la mesure réglementaire n°9 « définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impact » que les concentrations en NO_2 et en particules PM_{10} doivent être analysées dans le cadre de l'état initial du site.

Les trois polluants pris en compte pour cette campagne de mesure in-situ sont donc le **NO_2**, le **benzène** et les **particules PM_{10}**.

III. 1. 2. Mesure du dioxyde d'azote et du benzène

Le principe de la mesure du NO_2 et du benzène repose sur la diffusion passive des polluants à travers une cartouche d'adsorption spécifique (capteur passif) exposée à l'air ambiant pendant deux semaines. Cette méthode permet d'obtenir une concentration moyenne représentative de la période d'exposition. Les capteurs sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent. Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur sur des supports existants de type candélabre, poteau, etc. Les illustrations ci-dessous décrivent les capteurs utilisés et la méthode de prélèvement :

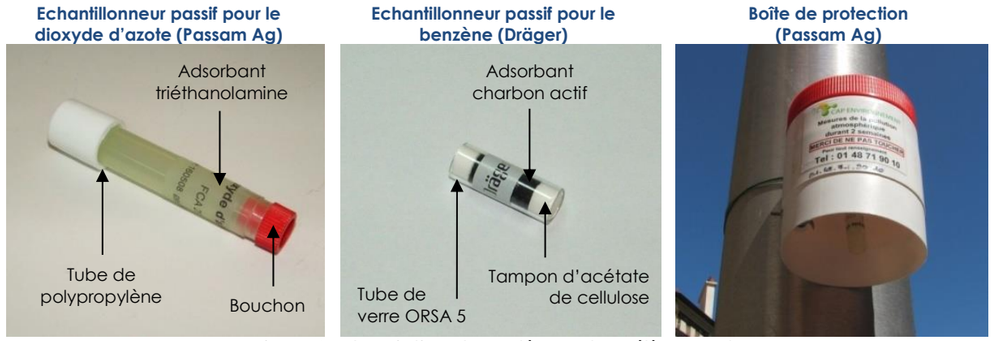


Figure 6 : description des systèmes de prélèvement

La quantité de polluant adsorbée sur le capteur est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après extraction de la masse piégée sur les supports, l'analyse est réalisée par spectrométrie UV pour le NO_2 et par chromatographie en phase gazeuse pour le benzène.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant, air intérieur, air des lieux de travail par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie et de chromatographie en phase gazeuse.

Le tableau 10 récapitule les différentes caractéristiques de la méthode de mesure :

Caractéristique	NO_2	Benzène
Adsorbant	Triéthanolamine	Charbon actif
Analyse	Spectrométrie UV	Chromatographie en phase gazeuse
Gamme de mesure	1 à 200 µg/m³	0,5 à 50 µg/m³
Limite de détection	0,8 µg/m³	0,4 µg/m³

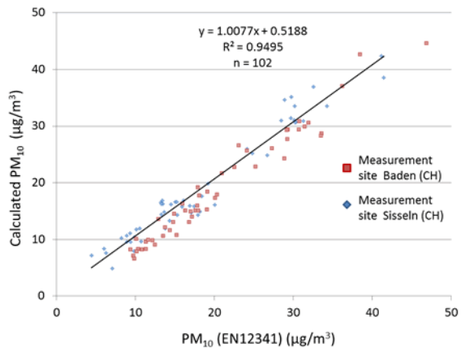
Tableau 10 : caractéristiques analytiques de la méthode de mesure

III. 1. 3. Mesure des particules PM_{10}

En se conformant aux méthodes réglementaires, les mesures de particules PM_{10} en air ambiant nécessitent une instrumentation coûteuse et lourde à mettre en œuvre, notamment pour des besoins d'alimentation électrique. Ces contraintes ne permettent d'échantillonner simultanément qu'un nombre réduit de points de mesure et limite la localisation de leur emplacement. Dans le cadre de cette étude, une méthode alternative est donc proposée pour compléter les mesures de particules.

Cette méthode conforme à la norme allemande VDI 2119:2013 (mesure des particules de diamètre aérodynamique entre 2,5 et 80 µm) consiste à recueillir les particules de manière passive à l'aide de collecteurs pouvant être placés sur les supports verticaux du domaine public.

Figure 7 : collecteur de PM_{10}



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

L'analyse granulométrique des films par microscope électronique permet d'évaluer la teneur des PM_{10} dans l'air ambiant au cours de la période d'exposition des films.

Le graphique ci-contre présente la comparaison des résultats de cette méthode avec la mesure réglementaire des PM_{10} par gravimétrie (norme NF EN 12341).

III. 2. Conditions lors de la campagne

III. 2. 1. Période d'exposition des capteurs

La campagne de mesure in-situ a été réalisée du **2 au 14 février 2018**.

III. 2. 2. Météorologie

- Station météorologique de référence

La caractérisation des conditions météorologiques est établie par la comparaison des données enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1981 à 2011 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans.

La station la plus proche du site présentant ces données est celle d'Orly, située à environ 12 km au nord-nord-est du projet. Les données de vent sont acquises auprès de la même station météorologique. La figure 8 illustre sa localisation par rapport à la zone d'étude (en rouge sur la carte).

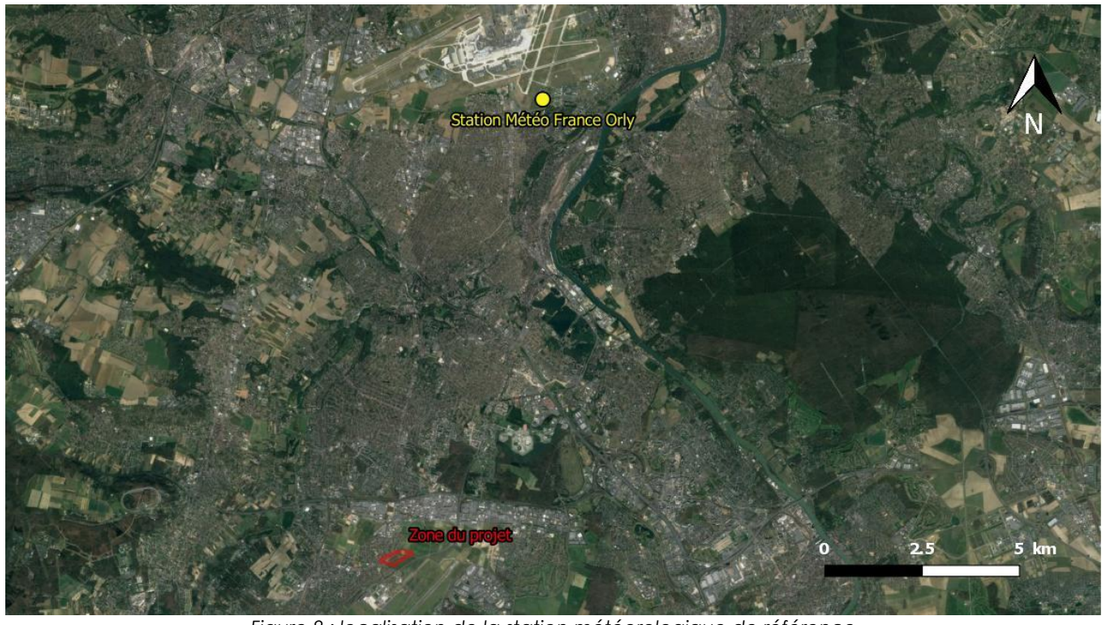


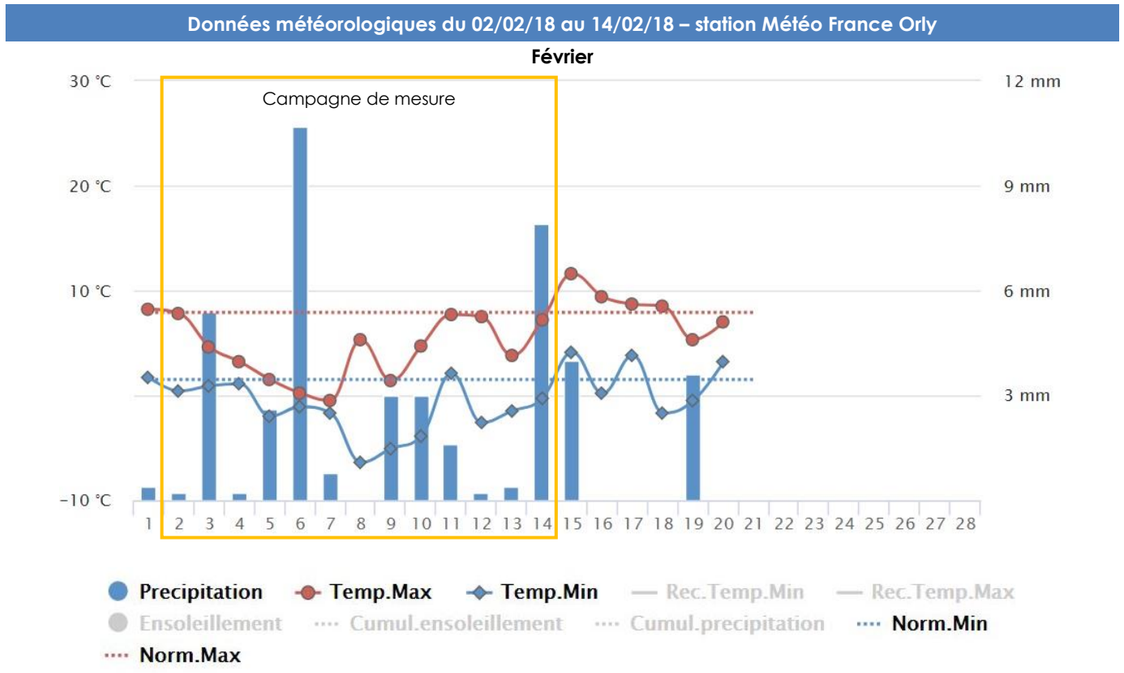
Figure 8 : localisation de la station météorologique de référence

- Température et précipitation

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

La pluie assure quant à elle un rôle de lessivage de l'atmosphère par un phénomène d'abattement des polluants au sol. Des précipitations abondantes peuvent ainsi limiter l'effet d'une pollution particulaire par exemple. A contrario, une période trop sèche peut être favorable à une augmentation de la pollution et des concentrations en aérosols.

La figure 9 présente la comparaison des températures et précipitations enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales annuelles de la station Météo France Orly.



Moyenne des températures quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle	Moyenne des précipitations quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle
Minimale (T°C)	-1,5	7,6	Cumul (mm)	2,8	1,7
Maximale (T°C)	4,2	15,8			

Figure 9 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées pendant la campagne de mesure sont très inférieures aux normales annuelles. Ces conditions indiquent des concentrations en NO_2 potentiellement plus importantes durant la campagne qu'à l'échelle annuelle, dues à des émissions polluantes plus élevées, notamment liées au chauffage urbain et aux surémissions des moteurs de véhicules. Les précipitations enregistrées pendant la campagne de mesure sont supérieures à la normale annuelle, ce qui laisse envisager des concentrations en PM_{10} potentiellement plus faibles durant la période qu'en moyenne annuelle.

III. 2. 1. Conditions de vent

Les conditions de vent jouent un rôle primordial dans les phénomènes de pollution atmosphérique car elles conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache de pollution) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées). Les conditions de dispersion sont représentées par une rose des vents[2] établie à partir de la fréquence d'apparition des vents en fonction de leur direction et de leur vitesse :

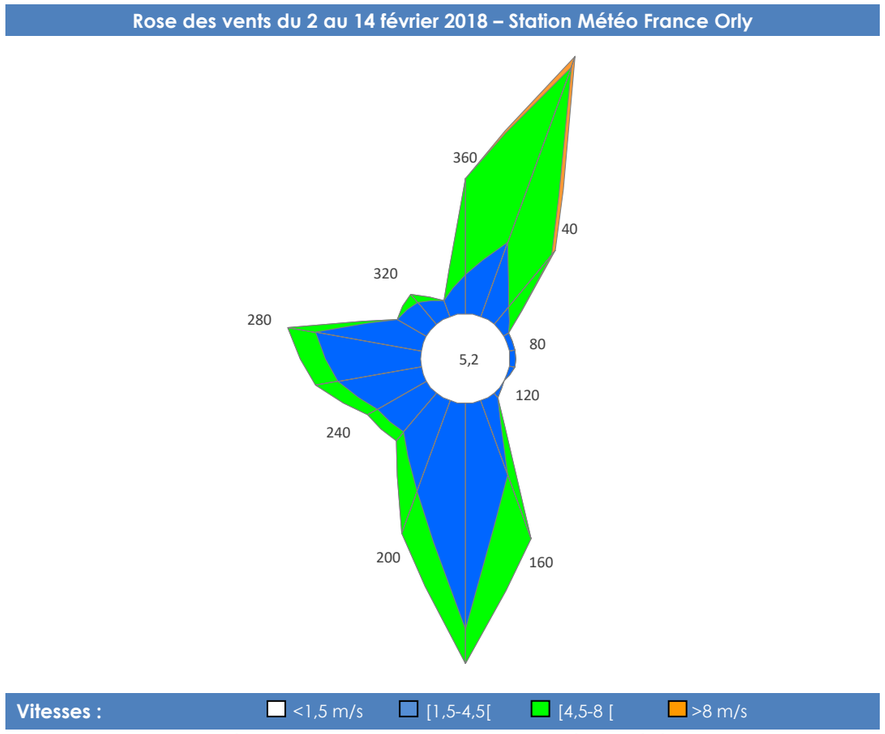


Figure 10 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents se caractérise par deux secteurs majoritaires : nord-nord-est et sud et un secteur moyen à l'ouest. Les deux directions de vent majoritaires (nord-nord-est et sud) laissent envisager un impact de la RD117 et de la RD19 sur la zone d'étude. Les vitesses de vents sont majoritairement comprises entre 1,5 et 8 m/s (environ 93 %) avec presque 40 % de vitesse de vents comprises entre 4,5 et 8 m/s. Ces données indiquent de bonnes conditions de dispersion au cours de la période de mesure.

III. 3. Pollution atmosphérique

L'étude des données enregistrées par le réseau local de surveillance de la qualité de l'air Airparif permet d'appréhender les conditions de pollution atmosphérique au cours de la campagne de mesure par rapport à la moyenne annuelle. La figure ci-dessous rappelle la localisation des deux stations Airparif les plus proches de la zone d'étude :

Figure 11 : localisation des stations Airparif de référence

Les données des deux stations sont recensées ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2017 (µg/m³)	Ecart campagne de mesure /moyenne annuelle 2017 (%)
Montlhéry	NO_2	61,9	66,9	- 7 %
Evry	NO_2	34,2	27,0	+ 27 %

Tableau 11 : étude des données des stations Argenteuil et Gennevilliers (données : Airparif)

En lien avec les conditions météorologiques, la station de mesure Evry, de typologie urbaine, indique des concentrations en NO_2 environ 30 % supérieures à la moyenne annuelle, ce qui peut notamment s'expliquer par des émissions accrues du secteur résidentiel-tertiaire dues aux conditions hivernales (chauffage urbain).

Les concentrations en NO_2 mesurées lors de la campagne de mesure à la station de mesure Montlhéry, de typologie trafic, sont inférieures de 7 % à la moyenne annuelle. Malgré les conditions hivernales normalement favorables à une hausse des concentrations en NO_2, cette légère diminution peut s'expliquer par une perturbation du trafic routier observée en Ile-de-France à cause de la météorologie (neige) au cours de la semaine du 5 février 2018.

[2] Graphique radial représentant l'origine des vents sur un cercle de 0 à 360°. Afin de simplifier la représentation graphique, les directions sont regroupées par secteurs de 20°. Ainsi, un vent de secteur nord correspond aux apparitions de 350 à 10°. L'axe des ordonnées représente le pourcentage d'apparition des vents sur chaque secteur. En fonction de leur vitesse, les apparitions sont représentées sous trois classes de couleur différente.

III. 4. Résultats

III. 4. 1. Validité des mesures par capteur passif

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

- L'analyse d'un capteur non exposé (appelé « blanc ») ayant été transporté avec les échantillons lors de tous les trajets entre le laboratoire et les sites de mesure. L'analyse du blanc permet de quantifier la présence résiduelle de polluants sur les supports non liée à l'air échantillonné.

- La détermination de la répétabilité par l'exposition de trois cartouches au même point de mesure dans les mêmes conditions. Le résultat du calcul de l'écart standard[3] sur les valeurs obtenues permet de situer les mesures par rapport aux biais éventuels engendrés par la méthode de prélèvement et d'analyse.

Le tableau suivant regroupe les différents paramètres caractérisant les mesures :

Facteurs de validité	NO_2	Benzène
Concentration du blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,4 µg/m³	< 0,4 µg/m³
Ecart standard du triplet	0,9 %	11 %
Incertitude élargie théorique	19,0 %	27,1 %

Tableau 12 : paramètres de validité de la campagne de mesure

Les concentrations en NO_2 et benzène mesurées sur les blancs sont inférieures à la limite de détection, indiquant l'absence de contamination des supports.

L'incertitude élargie représente l'écart maximal pouvant être obtenu sur une mesure en incluant tous les biais potentiels liés au prélèvement et à l'analyse avec un intervalle de confiance de 95 %. L'écart standard calculé sur les résultats des triplets est inférieur à cette incertitude et indique donc une bonne répétabilité de la mesure.

III. 4. 2. Répartition des concentrations

Le tableau 13 présente les concentrations en NO_2, benzène et PM_{10} mesurées du 2 au 14 février 2018. Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en figure 12.

Polluant	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
NO_2 (µg/m³)	37,4	32,3	35,1	33,9	35,4	33,3	35,7	46,4
Benzène (µg/m³)		1,5			1,9			1,4
PM_{10} (µg/m³)					20,4			53,8

Tableau 13 : résultats des mesures de NO_2, benzène et PM_{10}

Figure 12 : cartographie des résultats

La répartition des concentrations en NO_2 met en évidence des teneurs fortes (supérieures à 35 µg/m³) pour l'ensemble des points situés en bordure de route (P1, P3, P5, P7 et P8) et des teneurs légèrement plus faibles au niveau des points de fond urbain (P2, P4 et P6). Plus particulièrement, le point P8 situé en bordure immédiate de la RD19 présente la concentration en NO_2 la plus élevée.

Les concentrations en benzène ne suivent pas la même répartition que celles du NO_2. La valeur la plus importante au niveau du point P5 (1,9 µg/m³) situé à proximité de zones résidentielles met en évidence l'importance du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions de ce polluant, notamment en période hivernale (chauffage urbain).

Les concentrations en particules PM_{10} mesurées lors de cette campagne de mesure sont plus de deux fois supérieures au niveau du point P8 par rapport au point P5. A l'instar du NO_2, le point P8 situé en bordure immédiate de la RD19 présente donc la concentration en PM_{10} la plus élevée (53,8 µg/m³).

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

III. 5. Comparaison à la réglementation

Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250 (cf. annexe 1).

La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure. En effet la directive européenne du 21 mai 2008 indique que les mesures de la qualité de l'air ne peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle que si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.

Les trois figures suivantes présentent la comparaison indicative aux valeurs limites annuelles et aux objectifs de qualité pour les concentrations en NO_2, benzène et PM_{10} mesurées lors de la campagne in-situ.

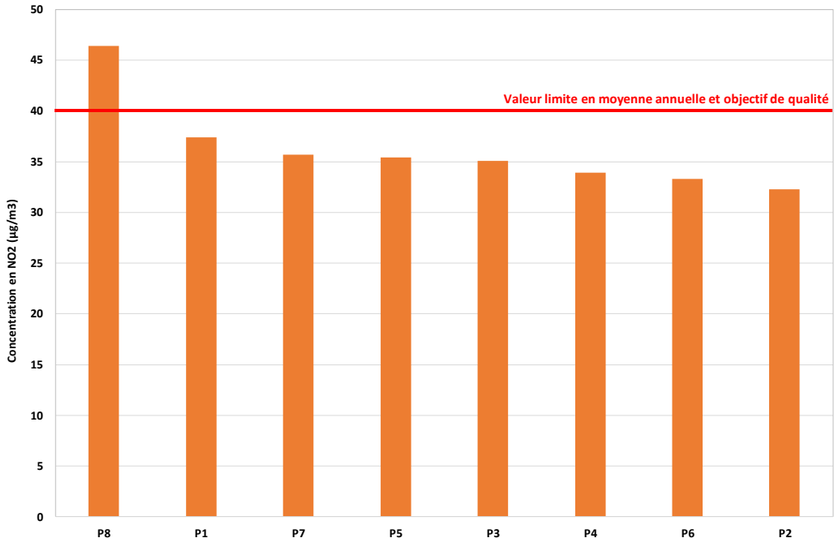


Figure 13 : comparaison des résultats des concentrations de NO_2 à la réglementation

Le graphique ci-dessus met en évidence au niveau du point de trafic P8 une concentration mesurée au cours de la campagne supérieure à la valeur limite pour le NO_2 (40 µg/m³) en moyenne annuelle. Les conditions climatiques particulières rencontrées lors de cette campagne ayant provoqué une baisse du trafic routier et des concentrations en NO_2 en typologie de trafic (inférieures de 7 % par rapport à la moyenne annuelle), laisse donc envisager un dépassement des valeurs réglementaires sur ce point, en proximité de la RD19.

Concernant les points de fond urbain (P2, P4 et P6), les résultats ne mettent pas en évidence de dépassement de la valeur limite pendant la campagne de mesure. Par ailleurs, cette campagne a été effectuée dans des conditions favorables à une augmentation de la concentration en NO_2 par rapport à la moyenne annuelle en fond urbain, ce qui ne laisse pas envisager de dépassement des valeurs réglementaires à l'échelle annuelle.

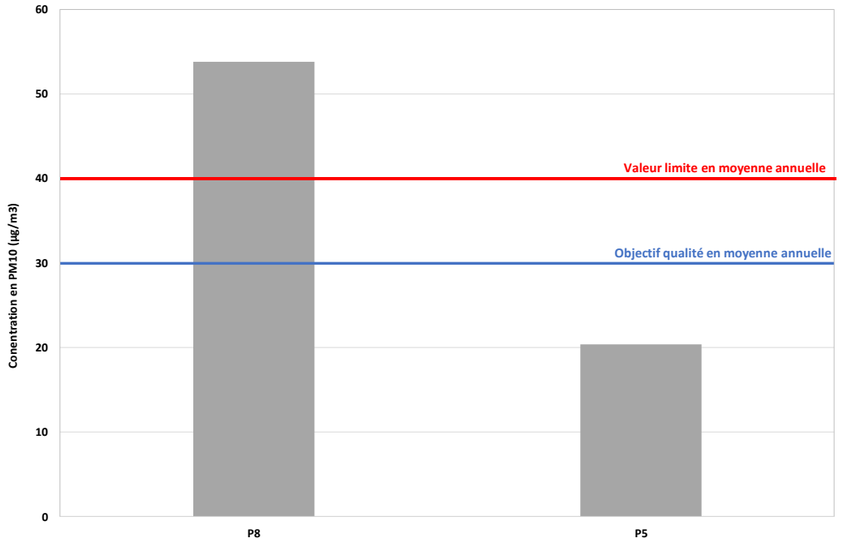


Figure 14 : comparaison des résultats des concentrations de PM_{10} à la réglementation

La valeur limite pour les PM_{10} en moyenne annuelle (40 µg/m³) est fortement dépassée au niveau du point de trafic P8 au cours de la campagne de mesure. Un dépassement des valeurs réglementaires peut être envisagé sur ce point.

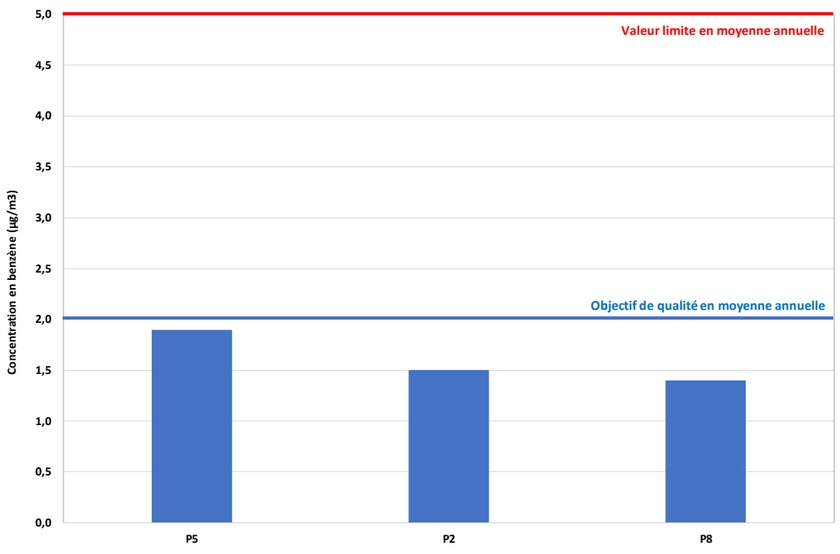


Figure 15 : comparaison des résultats des concentrations de benzène à la réglementation

Aucun dépassement de l'objectif de qualité (2 µg/m³) et de la valeur limite (5 µg/m³) n'est observé pour le benzène. Les conditions de la campagne de mesure étant associées à de plus fortes concentrations pendant la campagne qu'en moyenne annuelle, aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est envisagé pour ce polluant à l'échelle annuelle.

IV. EFFETS DU PROJET : ESTIMATION DES EMISSIONS POLLUANTES

IV. 1. Méthodologie

IV. 1. 1. Polluants estimés

Conformément à la circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005, les polluants étudiés pour une étude de niveau II sont :

- les oxydes d'azote (NO_x) ;
- le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- les hydrocarbures ;
- le benzène (C_6H_6) ;
- les particules émises à l'échappement ;
- le cadmium (Cd) ;
- le plomb (Pb).

En plus des espèces recommandées par la circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005 sont également calculées les émissions de gaz carbonique (CO_2) qui n'est pas nocif pour la santé mais participe à l'effet de serre et la consommation énergétique.

IV. 1. 2. Facteurs d'émissions unitaires

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

- de la nature des polluants ;
- du type de véhicule (essence/diesel, VL/PL) ;
- du "cycle" (trajet urbain, autoroute, moteur froid/chaud) ;
- de la vitesse du véhicule ;
- de la température ambiante (pour les émissions à froid).

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux du programme **COPERT 4** recommandés par l'Union Européenne (UE). Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. En France, son utilisation est préconisée par le CERTU pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

Pour les scénarios étudiés, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution prenant en compte l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicule et leur date d'introduction progressive dans le parc roulant sur la base des données statistiques **ADEME-INRETS**[4].

Le modèle de calcul des émissions utilisé est le logiciel **TREFIC™**.

IV. 1. 3. Scénarios considérés

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

- La situation actuelle (2018),
- La situation future sans projet (2026)
- La situation future avec projet (2026)

NB : Les statistiques INRETS ne couvrent pas les années postérieures à 2025. Dans le cas où la mise en service du projet est prévue au-delà, la composition du parc roulant est considérée équivalente à celle de 2025.

IV. 1. 4. Données de trafic

Les données de trafic sont extraites de l'étude de circulation réalisée par Ingetec pour Trans-faire et référencée « Etude d'impact de l'opération d'aménagement du projet urbain les Charcoix au Plessis-Pâté (91) » - 4 juin 2018.

L'hypothèse suivante est prise pour compléter les données :
- La vitesse de circulation de tous les véhicules est considérée égale à la vitesse maximale autorisée.

Le tableau 14 présente l'ensemble des données de trafic considérées.

N°	Rue	TMJA actuel	PL	TMJA futur sans projet	PL	TMJA futur avec projet	PL	Vitesse (km/h)
1	RD19	34875	3139	37575	3382	38025	3422	90
2	RD117 sud	4920	143	5540	161	7920	230	50
3	RD117	4970	144	5360	155	7520	218	50
4	RD117 nord	4850	141	5250	152	7200	209	50
5	Rue des Capettes	380	2	380	2	550	3	30
6	Avenue de la Rogère	1440	37	1440	37	1960	51	50
7	RD19B8	1260	29	1260	29	1710	39	30
8	Rue de la Mare	0	0	0	0	2140	0	30
9	Rue du Parc	0	0	0	0	920	0	30
10	Rue de la Rogère	0	0	0	0	1370	0	30
11	Passage du Parc	0	0	0	0	270	0	30
12	Passage de Corbeil	0	0	0	0	230	0	30
13	Rue des Charcoix	0	0	0	0	320	0	30
14	Passage des Charcoix	0	0	0	0	320	0	30

Tableau 14 : données de trafic

[4] JOUMARD et HUGREL « Transport routier - Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025 », Référence ADEME 01-03-035/ INRETS C02-02

IV. 1. 5. Bande d'étude

Les données de trafic permettent de définir la bande d'étude conformément au tableau 15.

TMJA à l'horizon d'étude (véh/jour)	Trafic à l'heure de pointe (uvp/h)	Largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe (m)
>100 000	>10 000	300
50 000 > ≤ 100 000	5 000 > ≤ 10 000	300
25 000 > ≤ 50 000	2 500 > ≤ 5 000	200
10 000 > ≤25 000	1 000 > ≤ 2 500	150
≤ 10 000	≤ 1 000	100

Tableau 15 : définition de la bande d'étude (circulaire du 05/02/2005)

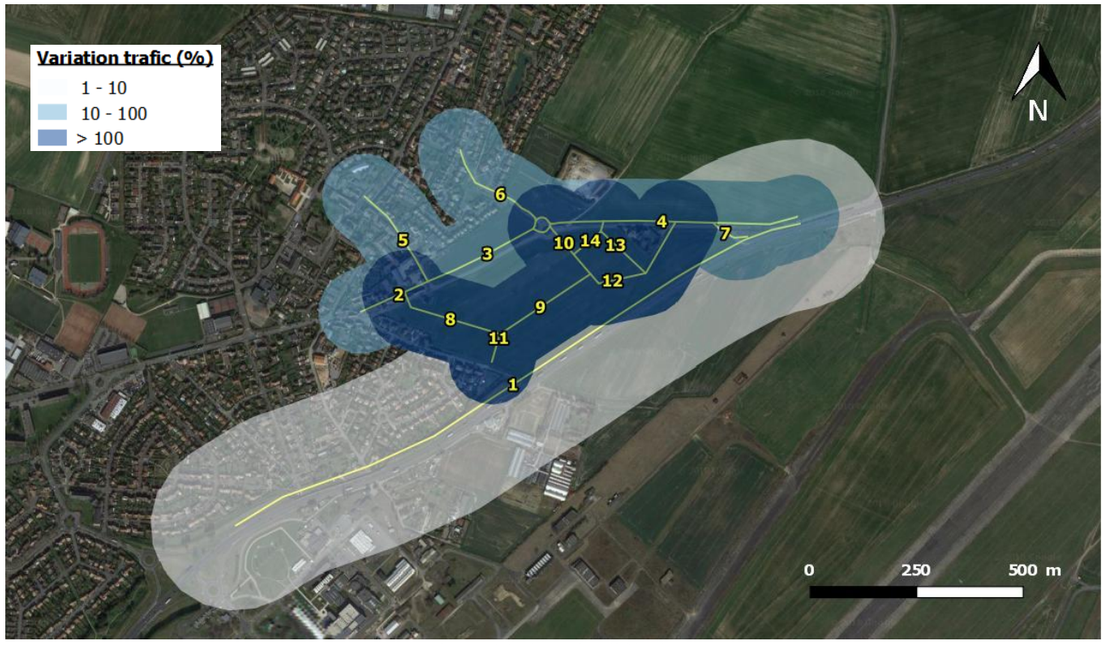


Figure 16 : bande d'étude

IV. 2. Résultats

IV. 2. 1. Emissions polluantes globales

Le tableau 16 présente les émissions totales pour l'ensemble du réseau routier considéré :

Emissions	Unité	Actuel	Futur sans projet	Variation futur sans projet / actuel	Futur avec projet	Delta futur avec projet / actuel	Delta futur avec projet / futur sans projet
Consommation	tep*/j	3,588	3,837	**7,0%**	4,094	**14,1%**	**6,7%**
CO_2	t/j	12,125	12,989	**7,1%**	13,854	**14,3%**	**6,7%**
NO_X	kg/j	42,055	45,221	**7,5%**	47,680	**13,4%**	**5,4%**
CO	kg/j	15,312	12,686	**-17,2%**	13,382	**-12,6%**	**5,5%**
SO_2	kg/j	0,306	0,328	**7,1%**	0,350	**14,3%**	**6,7%**
COV	kg/j	0,941	0,859	**-8,7%**	0,923	**-1,9%**	**7,5%**
Poussières	kg/j	2,341	2,424	**3,6%**	2,571	**9,9%**	**6,1%**
Benzène	kg/j	0,029	0,026	**-12,3%**	0,027	**-5,7%**	**7,5%**
Cadmium	g/j	0,038	0,041	**7,1%**	0,044	**14,3%**	**6,7%**
Plomb	g/j	0,000	0,000	**0,0%**	0,000	**0,0%**	**0,0%**

**tonne équivalent pétrole*

Tableau 16 : bilan des émissions

Bien que le trafic de l'état futur sans projet soit supérieur ou égal à l'état actuel, une baisse des émissions de certains polluants (notamment CO, COV et benzène) est constatée entre ces deux scenarii. Cette baisse est liée à l'évolution du parc routier et la mise en circulation de véhicules moins polluants projetée entre 2018 et 2026 (sur la base des hypothèses INRETS). La variation des émissions de plomb est nulle car ce polluant n'est plus présent dans les carburants.

Pour certains polluants (CO, COV et benzène), le scénario futur avec projet entraîne une diminution moins importante des émissions que le scénario sans projet. Pour les autres polluants, le scénario avec projet entraîne une augmentation des émissions.

Globalement, le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation d'environ 5,9 % des émissions polluantes par rapport au scénario « sans projet ».

IV. 2. 2. Cartographie des émissions

En retenant les NO_x comme substance la plus représentative de la pollution routière, les figures suivantes permettent de visualiser les émissions pour le scénario actuel et pour le scénario futur avec projet.

Figure 17 : émissions de NO_x actuelles

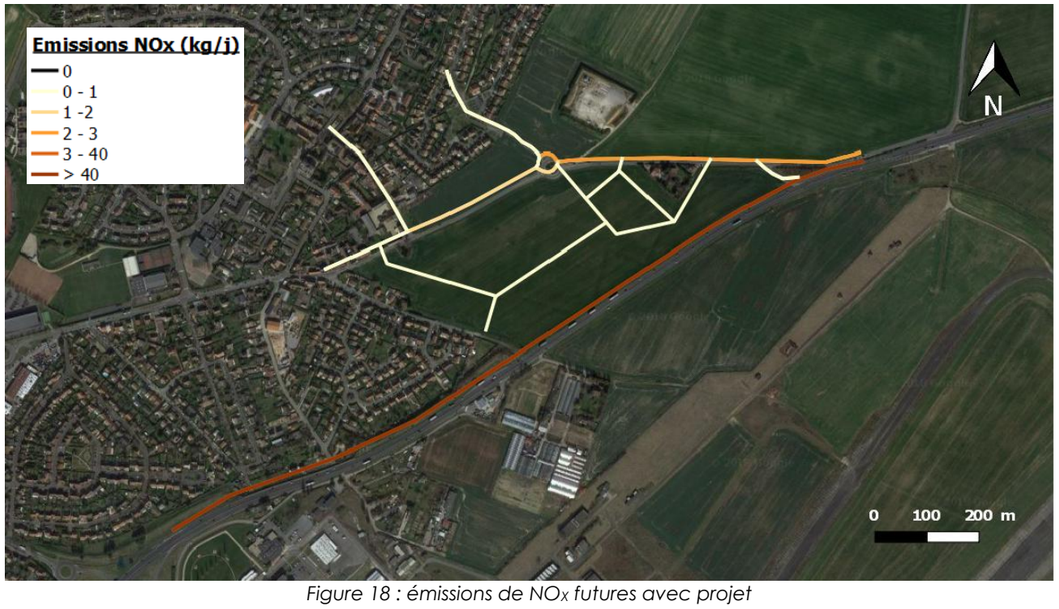


Figure 18 : émissions de NO_x futures avec projet

IV. 2. 3. Etude des variations liées au projet

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

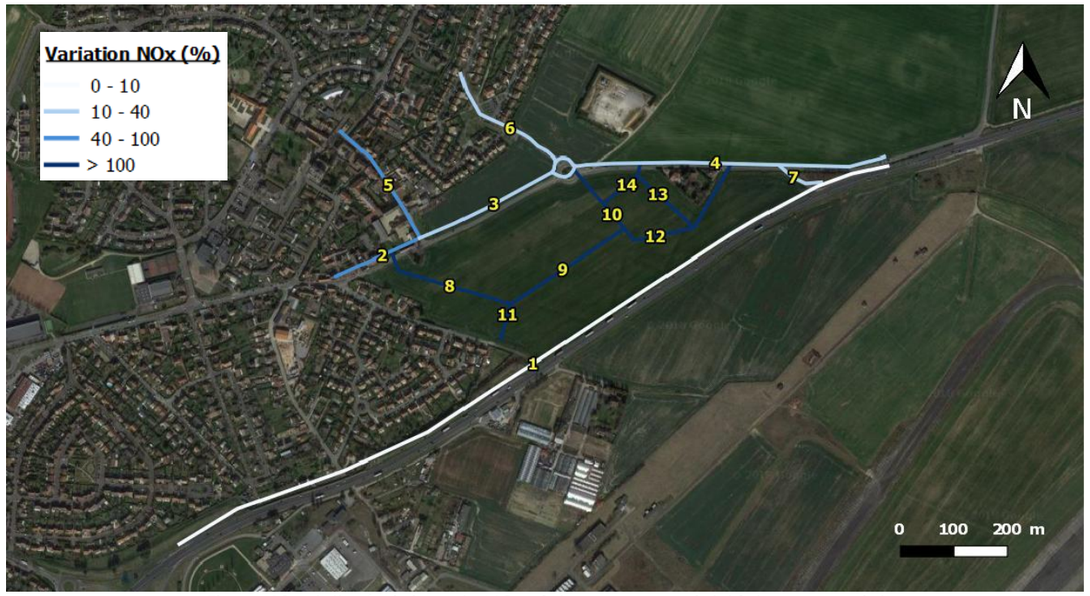


Figure 19 : delta émissions de NO_x : futures avec projet / futur sans projet

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

N°	Rue	Emissions de NOx (kg/j)			Variation avec/sans projet (%)
		Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet	
1	RD19	38,827	41,743	42,240	1%
2	RD117 sud	0,441	0,496	0,709	43%
3	RD117	0,864	0,930	1,306	40%
4	RD117 nord	1,595	1,722	2,364	37%
5	Rue des Capettes	0,052	0,053	0,077	45%
6	Avenue de la Rogère	0,201	0,201	0,275	37%
7	RD19B8	0,074	0,075	0,102	35%
8	Rue de la Mare	0,000	0,000	0,290	+∞
9	Rue du Parc	0,000	0,000	0,125	+∞
10	Rue de la Rogère	0,000	0,000	0,106	+∞
11	Passage du Parc	0,000	0,000	0,010	+∞
12	Passage de Corbeil	0,000	0,000	0,034	+∞
13	Rue des Charcoix	0,000	0,000	0,024	+∞
14	Passage des Charcoix	0,000	0,000	0,018	+∞

Tableau 17 : émissions de NOx par brins routiers

A l'exception de la RD19 (brin n°1), une augmentation significative (>10 %) des émissions polluantes est constatée sur toutes les voies. Néanmoins la figure 18 indique que les émissions de NO_x sur les voies nouvellement créées (brins n°8 à 14), représentatives des secteurs d'implantation de la population, restent parmi les plus faibles sur la zone d'étude.

Les émissions polluantes les plus importantes sont localisées sur la RD19 (brin n°1). Toutefois le projet entraine une augmentation non significative (<10 %) des émissions sur cette axe.

IV. 3. Monétarisation des coûts

IV. 3. 1. Coûts collectifs liés à la pollution

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

Le rapport fournit des valeurs tutélaires du coût des impacts sanitaires des polluants émis par la circulation routière pour l'année de référence 2010. Le tableau 18 présente ces valeurs pour les émissions de $PM_{2.5}$, NO_X, COVNM et SO_2 du parc roulant de 2010 pour les catégories de véhicules VP (véhicules particuliers) et PL (poids lourds) qui sont celles renseignées par l'étude de circulation.

€2010/100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,1	3,1	1,3	1,0	0,9
PL diesel	186,6	37,0	17,7	9,4	6,4

Tableau 18 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier

Evolution avec la densité de population

Les valeurs tutélaires sont modulées en fonction de la densité de population située à proximité du projet. La définition des différentes zones est décrite dans le tableau 19.

hab/km²	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette	< 37	37-450	450-1 500	1 500-4 500	> 4 500
Densité moyenne	25	250	750	2 250	6 750

Tableau 19 : densité de population des zones traversées par l'infrastructure

La zone de projet se trouve principalement sur l'IRIS 000 « Le Plessis-Pâté Tours » dont la densité de population est respectivement de 520 habitants au km² en 2014 et de 683 habitants au km² à l'horizon 2026. Le domaine d'étude est donc considéré comme urbain.

Evolution avec le PIB par habitant

Le rapport de la commission Quinet précise qu'il est nécessaire de « *faire évoluer les valeurs de la pollution atmosphérique en tenant compte, d'une part, de l'évolution du PIB par tête et d'autre part, de l'évolution du parc circulant et de l'évolution des émissions individuelles* ».

Le PIB par habitant[5] n'est connu qu'à échéance de l'année civile. La dernière donnée disponible est celle de l'année 2017. Entre 2010 et 2018, la moyenne annuelle de l'évolution du PIB par habitant est de 0,66 % en France selon les chiffres de la Banque Mondiale[6]. Ce chiffre est utilisé pour estimer l'évolution annuelle du PIB jusqu'à l'horizon de mise en service du projet (soit 5,38% d'augmentation totale entre 2010 et 2018, et 5,40 % d'augmentation entre 2018 et 2026).

Evolution avec le parc circulant

L'évolution du parc circulant au droit du projet est renseignée par l'étude de circulation. Le tableau ci-dessous présente l'évolution des TMJA totaux considérée d'après les données de trafic :

	Scénario actuel (2018)	Scénario futur (2026)	Evolution (%)
TMJA total du projet	52695	70455	33,7

Tableau 20 : évolution du trafic total

Pour compléter ces données par l'évolution depuis 2010, les statistiques du ministère de la Transition écologique et solidaire[7] sont utilisées. Celles-ci indiquent une évolution moyenne annuelle de 0,29 % entre 2010 et 2018 (soit 2,28 % d'augmentation jusqu'en 2018).

Evolution avec les émissions

L'évolution des émissions pour les polluants considérés dans les valeurs tutélaires sont reprises des calculs effectués dans le paragraphe IV. 2. 1[8] entre les années de référence du scénario actuel et du scénario futur.

	Scénario actuel (2018)	Scénario futur (2026)	Evolution (%)
Somme des émissions $PM_{2.5}$, NO_X, COVNM, SO_2 (kg/j)	44,75	50,51	12,88

Tableau 21 : évolution des émissions de PM2.5, NOx, COVNM et SO2

Pour compléter ces données par l'évolution depuis 2010, la valeur annuelle de -6 % proposée par le rapport Quinet est utilisée (soit -39,04 % jusqu'à 2018).

Evolution globale

Le tableau 22 reprend l'ensemble des hypothèses d'évolution considérées pour les valeurs tutélaires :

Evolution	PIB / hab	Parc circulant	Emissions	Global
2010-2018	5,38%	2,28%	-39,04%	-34,30%
2018-2026	5,40%	33,7%	12,88%	59,06%
2010-2026	11,07%	36,75%	-31,19%	4,51%

Tableau 22 : évolution des valeurs tutélaires

Les valeurs de **-34,30 %** et de **4,51 %** sont donc utilisées pour calculer l'évolution des valeurs tutélaires du coût de la pollution entre 2010 et 2018, et entre 2010 et 2026.

[5] http://www.insee.fr/fr/themes/comptes-nationaux/tableau.asp?sous_theme=1&xml=t_1115
[6] https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?end=2016&locations=FR&start=1961&view=chart
[7] www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/r/vehicules-routiers-parcs.html

[8] A l'exception des particules $PM_{2.5}$ qui ne figurent pas dans le bilan des émissions car cette fraction granulométrique est déjà comprise dans les PM_{10}. Les données pour les $PM_{2.5}$ sont reprises des résultats des calculs d'émissions par le logiciel TREFIC.

Coûts retenus

Les données de trafic disponibles concernent uniquement les véhicules particuliers (VP) et les poids-lourds (PL). Le tableau ci-dessous reprend les valeurs tutélaires retenus en milieu urbain très dense avant et après ajustement des coûts à l'horizon de la mise en service du projet :

Valeurs tutélaires (€/100 véh.km)	2010	2018	2026
VP	1,3	0,85	1,36
PL	17,7	11,63	18,50

Tableau 23 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution

Résultats

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

Scénario	2018	2026 sans projet	2026 avec projet
Trafic VP (véh.km)/j	49060	52887	66283
Trafic PL (véh.km)/j	3635	3918	4172
Coût VP (€/j)	419	719	901
Coût PL (€/j)	423	725	772
Coût total (€/j)	**842**	**1443**	**1672**

Tableau 24 : coûts collectifs

Les coûts collectifs liés à la pollution **augmentent d'environ 15,9 %** avec la mise en place du projet par rapport à la situation sans projet à l'horizon 2026.

IV. 3. 2. Coûts collectifs liés à l'effet de serre

La valeur tutélaire du carbone est fixée par le rapport de la commission présidée par Emile Quinet publié en 2008[9]. Ce rapport prévoit une évolution linéaire de la tonne de CO_2 de 32 € en 2010 jusqu'à 100 € en 2030, correspondant à une évolution annuelle d'environ 5,86 %.

Le tableau 25 présente les coûts correspondant pour chaque scénario du projet.

	2018	2026 sans projet	2026 avec projet
Coût de la tonne de CO_2 (€/t)	50,5	79,6	79,6
CO_2 émis (t/j)	12,125	12,989	13,854
Coût CO_2 émis (€/j)	**612**	**1034**	**1103**

Tableau 25 : coûts liés à l'effet de serre

La mise en place du projet entraîne **une augmentation d'environ 6,7 %** par rapport à la situation sans projet à l'horizon 2026.

[9] La valeur tutélaire du carbone, 2009. Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Centre d'analyse stratégique. La Documentation française.

V. EFFETS DU PROJET : MODELISATION DES CONCENTRATIONS

V. 1. Données d'entrée

V. 1. 1. Emissions polluantes

Le logiciel de dispersion utilise le modèle AERmod, qui est approuvé par l'US-EPA. Ce modèle de régime permanent permet de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

Les émissions utilisées comme données d'entrée sont issues du logiciel TREFIC dont les résultats sont présentés dans le chapitre précédent.

Dans le cadre de cette étude, la modélisation est réalisée sur des mailles de calcul de 50 m.

V. 1. 2. Conversion des NOx en NO_2

La conversion des NOx en NO/NO_2 est prise en compte par le logiciel de modélisation selon la méthode OLM (Ozone Limiting Method) :

$$\text{Si } 0{,}9[\text{NOx}] < [O_3] \text{ alors } [\text{NOx}] = [NO_2]$$
$$\text{Si } [\text{NO}] > [O_3] \text{alors } [NO_2] = [O_3] + 0{,}1[\text{NOx}]$$

V. 1. 3. Météorologie

La dispersion est modélisée avec les données de vent horaires sur 1 an (2017) acquises auprès de la station Météo France de Orly (94). La figure 20 présente la rose des vents des données utilisées.

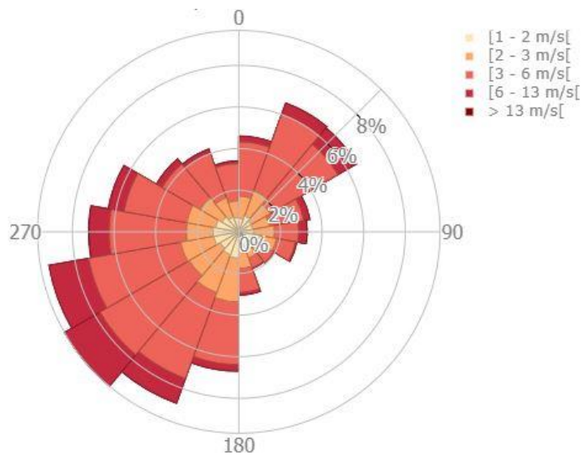


Figure 20 : rose des vents de la station d'Orly

V. 1. 4. Population

Les données de population sont présentées à l'échelle de carreaux de 200 mètres de côté. Les données utilisées sont celles du recensement de l'INSEE pour l'année 2010. La population est estimée pour le scénario actuel (2018) et les scénarios futurs (2026) d'après les hypothèses de l'INSEE pour l'Ile-de-France qui prévoient une évolution annuelle de 0,26 % par an entre 2013 et 2050[10]. Pour le scénario futur avec projet, cette évolution est complétée par le nombre d'habitants supplémentaires au droit du projet d'après les données de programmation, soit 1 370 habitants.

Sur l'ensemble de la zone d'étude la population prise en compte est ainsi de :
- 8 987 habitants pour le scénario actuel,
- 9 153 habitants pour le scénario futur sans projet,
- 10 523 habitants pour le scénario futur avec projet.

Les figures ci-dessous présentent la cartographie de la population prise en compte pour chaque scénario :

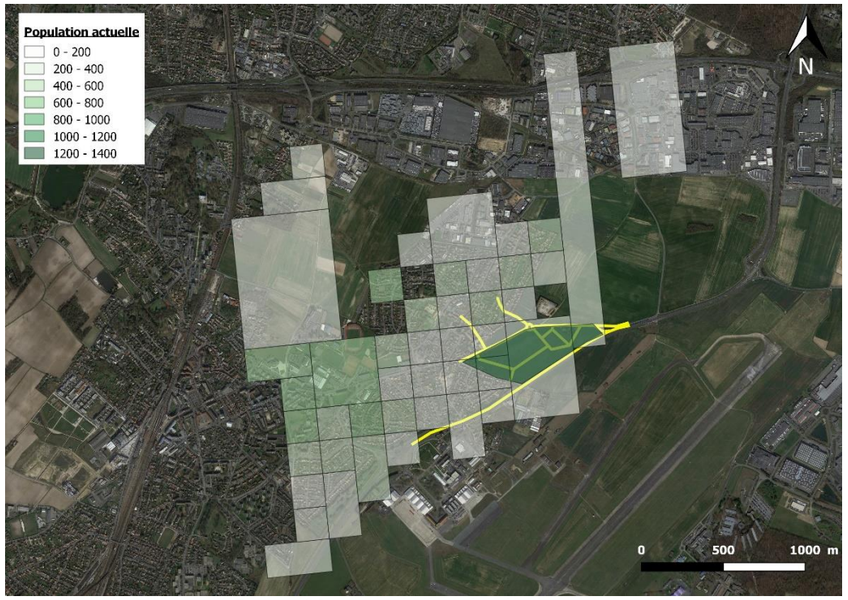


Figure 21 : population à l'état actuel

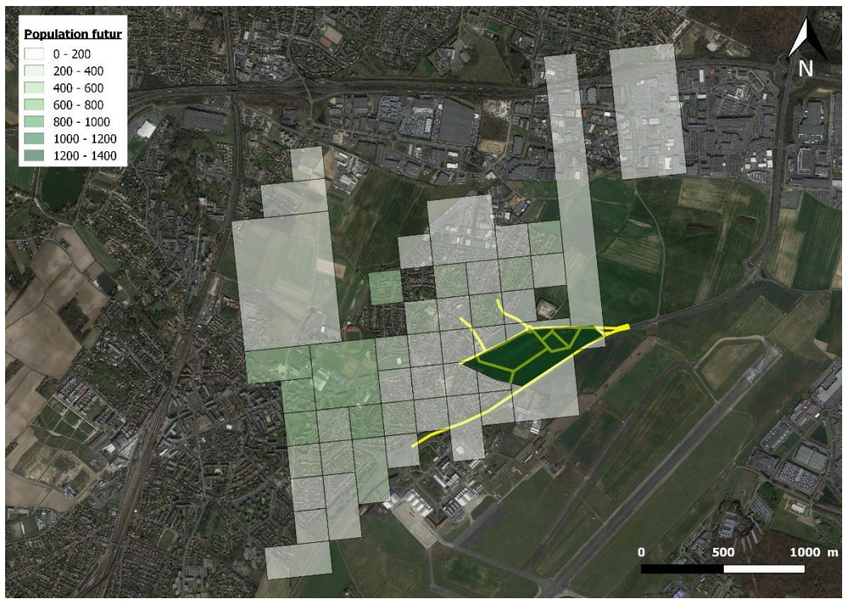


Figure 22 : population à l'état futur avec projet

[10] Projections départementales de population à l'horizon 2050 : https://www.insee.fr/fr/statistiques/2859843

V. 1. 5. Topographie

La topographie est issue d'une extraction puis d'une interpolation des fichiers SRTM NASA avec une résolution de 90 mètres. La figure 23 présente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude.

Figure 23 : représentation du relief en vue 2D

V. 1. 6. Pollution de fond

Afin d'estimer une pollution de fond moyenne annuelle sur la zone d'étude, les concentrations en polluants obtenues lors de la campagne de mesure sont multipliées par le ratio observé sur la station Airparif de Evry entre la moyenne de la campagne et la moyenne annuelle 2017.

Pour l'ozone, la concentration de fond correspond à la moyenne des concentrations annuelles observées au niveau des stations Airparif les plus proches du projet (stations des Ulis et de Montgeron).

Les concentrations de fond ainsi obtenues sont de :

- 43,0 µg/m³ pour le NO_2 ;
- 25,8 µg/m³ pour les PM_{10} ;
- 1,8 µg/m³ pour le benzène ;
- 47,0 µg/m³ pour l'ozone.

V. 2. Résultats des simulations

V. 2. 1. Cartographies

Les cartes suivantes présentent les résultats des simulations pour chaque scénario pour les NOx qui sont le polluant le plus représentatif des émissions liées au trafic routier. La figure 27 présente la différence de concentration entre les scénarios avec projet et sans projet.

Figure 24 : concentration moyenne journalière en NOx - Actuel

Figure 25 : concentration moyenne journalière en NOx – Futur sans projet

Figure 26 : concentration future moyenne journalière en NOx – Futur avec projet

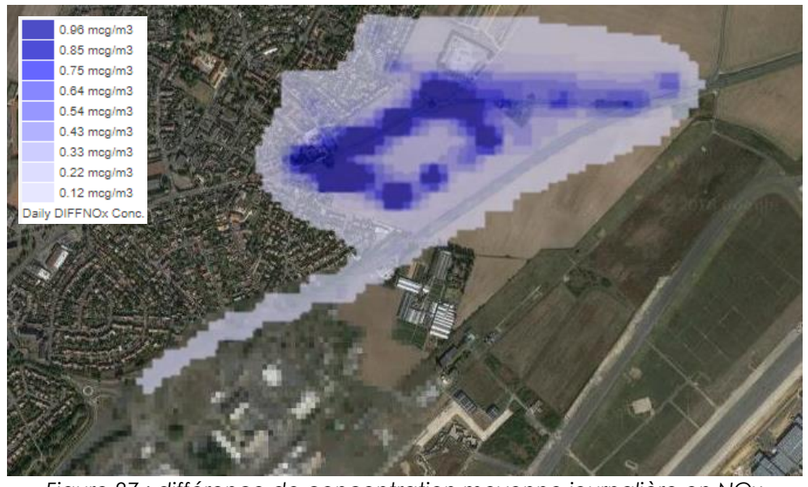


Figure 27 : différence de concentration moyenne journalière en NOx

Les concentrations journalières en NOx augmentent légèrement entre les différents scénarios, ce qui s'explique par l'augmentation du trafic entre l'état actuel et les états futurs. La modélisation met en évidence l'impact de la création de nouvelles voies à l'état futur, cependant les concentrations modélisées sur ces nouveaux axes restent les plus faibles de la zone, comme le montre la figure 26. En revanche le projet a peu d'impact sur les concentrations les plus importantes observées le long de la RN19.

V. 2. 2. Résultats sur le point de la zone d'étude le plus exposé

Polluant	Concentration maximale sur la zone d'étude (µg/m³)			Delta Futur avec projet / futur sans projet (%)
	Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet	
NOx	91,41	93,04	93,33	0,3
Benzène	1,83	1,82	1,82	0,0
Cadmium (Cd)	7,94e-5	8,64e-5	8,81e-5	2,0
PM_{10}	30,52	30,76	30,85	0,3
CO	32,65	27,37	27,87	1,8
SO_2	0,64	0,69	0,71	2,9
Nickel (Ni)	5,56e-4	6,05e-4	6,17e-4	2,0

Tableau 26 : concentration maximale journalière sur la zone de projet

Au point le plus exposé de la zone d'étude, les résultats indiquent que les concentrations en NOx avec projet dépasse de plus de deux fois la valeur limite de protection de la santé (en considérant le NO_2 comme représentatif des NOx : 40 µg/m³). Néanmoins le projet n'entraîne qu'une augmentation de 0,3 % des concentrations par rapport à la situation future sans projet. A titre indicatif, sur l'ensemble du domaine d'étude, la concentration globale en NOx n'augmente que de 0,15 %.

Les concentrations en PM_{10} dépassent également légèrement l'objectif de qualité (30 µg/m³), mais le projet n'impacte ce polluant que de 0,3 % au point le plus exposé.

Aucun autre dépassement des valeurs réglementaires n'est constaté au point le plus impacté de la zone d'étude.

V. 3. Indice IPP

Pour évaluer l'impact d'un projet sur les populations, le CERTU a développé une méthode consistant à croiser les concentrations calculées et le nombre d'habitants sur la bande d'étude. Le produit « population x concentration » fournit ainsi un indicateur sanitaire, appelé également IPP (indice pollution population). Cet indice est calculé pour le benzène, conformément à la circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25/02/2005, mais également pour le NO_2 et les particules PM_{10} afin de prendre en compte les dispositions relatives à la note ministérielle du 18/01/2017 visant à la révision de la circulaire.

L'IPP est calculé de la manière suivante :

- Les concentrations sont estimées pour chaque maille de 50 m du domaine d'étude en intégrant la dispersion des émissions liées au trafic routier ainsi que la pollution de fond.
- Les données de population sont projetées sur la grille du modèle de dispersion.
- A chaque maille de la grille de calcul est associée une concentration en polluants et une valeur de population. L'IPP est le produit de ces deux valeurs pour chacune des mailles du domaine d'étude.

Le tableau suivant présente les valeurs de l'IPP les plus importantes, c'est-à-dire dans la maille la plus exposée, ainsi que l'IPP global qui correspond à la somme des IPP sur l'ensemble du domaine d'étude.

	IPP max			IPP global		
Polluant	**Benzène**	**NO_2**	**PM_{10}**	**Benzène**	**NO_2**	**PM_{10}**
Situation actuelle (2018)	55,75	1381,03	814,98	12063	299591	176414
Situation future sans projet (2026)	56,78	1408,76	830,19	12287	305612	179710
Situation future avec projet (2026)	59,17	1498,97	865,10	15236	386892	223272
Delta avec projet / sans projet	**4,2 %**	**6,4 %**	**4,2 %**	**24,0 %**	**26,6 %**	**24,4 %**

Tableau 27 : IPP dans la maille la plus exposée et IPP global

A l'horizon 2026, le projet entraine une augmentation moyenne de l'IPP global de 24 à 27 % selon le polluant considéré. Néanmoins sur la maille la plus exposée du domaine d'étude, cette augmentation n'est que de 4 à 6 % environ. Etant donné les faibles variations observées sur les concentrations, les augmentations de l'IPP semblent majoritairement liées à l'augmentation de la population.

Conformément à la circulaire du 25 février 2005, l'IPP est représenté par un histogramme de distribution par classe de valeurs de concentrations du benzène. Les classes de concentrations présentées dans la figure 28 correspondent aux centiles de 0 % (concentration minimale sur la zone d'étude) à 100 % (concentration maximale sur la zone d'étude) tous les 20 %.

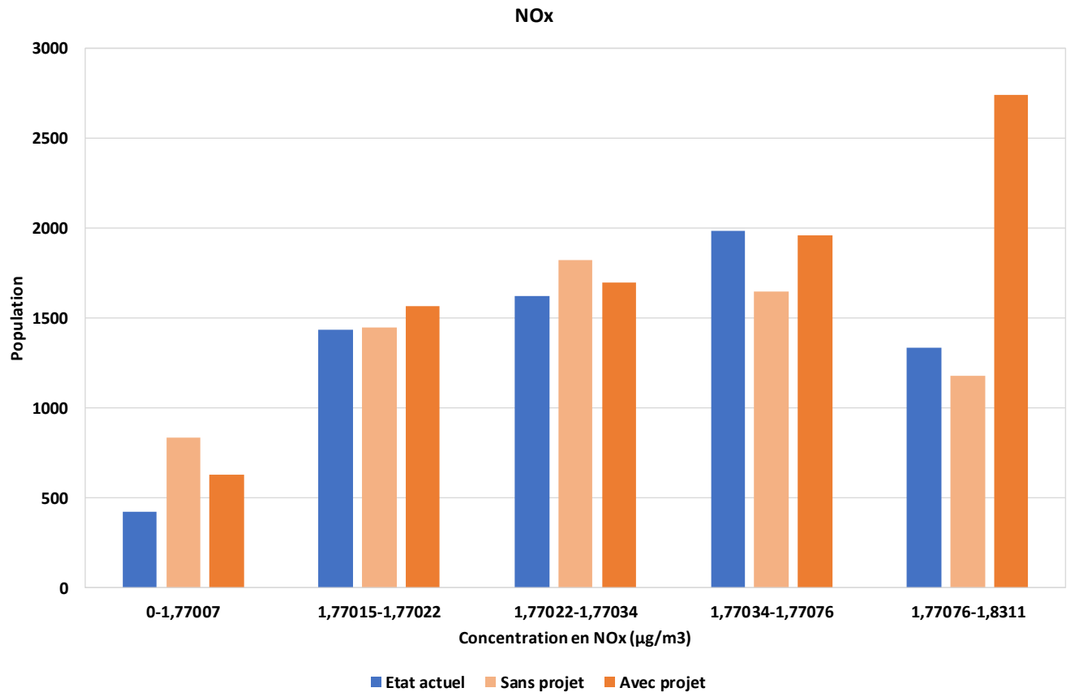


Figure 28 : histogrammes de distribution concentration/population

Entre la situation actuelle (2018) et les scénarios futurs (2026), le nombre d'habitants exposés à des concentrations supérieures à 1,77076 µg/m³ de benzène augmente du fait de l'accroissement de la population au droit du projet.

A noter que la concentration maximale à laquelle est susceptible d'être exposé un habitant est inférieure à l'objectif de qualité pour le benzène (2 µg/m³).

VI. CONCLUSION

VI. 1. Etat initial

Le recensement des données existantes dans le cadre de la problématique « air », a mis en évidence les points suivants :

- Les zones urbaines à l'ouest et au nord de la zone d'étude et les zones agricoles au sud et à l'est constituent les principales sources locales d'émissions polluantes, notamment pour le NO_2 et les particules PM_{10}. De plus, l'environnement peut être soumis à des émissions polluantes industrielles provenant des différents sites implantés au sud-est et nord-est du projet. Les axes routiers RD117 et RD19 qui bordent le projet constituent également une pollution significative au droit du site.

- Les données historiques de la qualité de l'air dans une ville proche de la zone du projet ne mettent pas en évidence de fortes concentrations de polluants en typologie de fond urbain, caractéristique de l'exposition chronique de la population à la pollution. Cependant l'éloignement des stations « qualité de l'air » de référence par rapport à la zone d'étude rend nécessaire la réalisation d'une campagne de mesure in-situ afin de caractériser au mieux la pollution à l'échelle locale.

- Les sites sensibles les plus proches de la zone sont susceptibles d'être impactés par les modifications du trafic sur la RD117, notamment l'école élémentaire Léon Blum (n°4), le centre sportif du Colombier (n°7) et le lycée Jean-Pierre Timbaud (n°6). Par ailleurs 4 sites sensibles sont prévus sur le projet (résidence séniors, crèche groupe scolaire et pôle sportif) et doivent faire l'objet d'une vigilance particulière lors de la programmation pour limiter leur exposition à la pollution atmosphérique (voir paragraphe VI. 3 : Mesures d'évitement, de réduction ou de compensation).

- La réalisation du présent volet « Air et santé » dans le cadre du projet s'inscrit en cohérence avec le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) et le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) en contribuant à l'amélioration des connaissances de la qualité de l'air locale et de l'exposition de la population francilienne.

La campagne de mesure in-situ, réalisée du 2 au 14 février 2018, se caractérise par des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique laissant envisager des concentrations en polluants (NO_2, PM_{10}, benzène) supérieures à la moyenne annuelle en fond urbain et légèrement inférieures au niveau des points de trafic. Dans ces conditions, les résultats suivants peuvent être relevés :

- Un dépassement de la valeur limite et de l'objectif de qualité (40 µg/m³) en NO_2 dans la zone du projet, au niveau du point de trafic situé sur la RD19. Les concentrations en NO_2 restent néanmoins significatives (majoritairement supérieures à 32 µg/m³) sur tous les points.

- Un dépassement de la valeur limite (40 µg/m³) et de l'objectif de qualité (30 µg/m³) en PM_{10} dans la zone du projet, également au niveau du point de trafic situé sur la RD19.

- Absence de dépassement de la valeur limite (5 µg/m³) et de l'objectif de qualité (2 µg/m³) en benzène sur tous les points de mesure dans la zone.

VI. 2. Estimation des effets du projet

Le calcul des émissions polluantes générées par le projet indique les résultats suivants :

- Malgré l'augmentation des trafics entre le scénario actuel et le scénario futur sans projet, une baisse des émissions polluantes est constatée pour le CO, les COV et le benzène. Cette baisse est liée à l'évolution du parc routier et la mise en circulation de véhicules moins polluants projetée entre 2018 et 2026.

- Globalement le scénario « avec projet » entraîne une augmentation supplémentaire des émissions polluantes d'environ 5,9 % par rapport au scénario « sans projet ».

- Les augmentations les plus importantes des émissions polluantes sont localisées au niveau de la création des nouvelles voies d'accès (brins n°8 à 14) mais celles-ci restent parmi les plus faibles sur le domaine d'étude. Les émissions les plus importantes sont quant à elles localisées sur la RD19 sur laquelle le projet a un impact non significatif (<10 %).

- L'estimation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique induite par le projet montre une augmentation de 15,9 % et de 6,7 % pour les coûts liés à l'effet de serre.

La modélisation des concentrations met en évidence les éléments suivants :

- Les concentrations en polluants augmentent dans la zone d'étude entre les situations futures sans projet et avec projet, du fait de l'augmentation du trafic et de la création de nouvelles voies. Au point le plus exposé de la zone d'étude, les concentrations en NOx calculées pour le scénario avec projet dépassent fortement la valeur limite de protection de la santé, et les concentrations en PM_{10} dépassement légèrement l'objectif de qualité. Néanmoins le projet n'augmente les concentrations de ces deux polluants que de 0,3 %. L'augmentation la plus importante est constatée pour le SO_2 (2,9 %) cependant les concentrations de ce polluant avec projet restent largement inférieures aux valeurs réglementaires.

- Globalement, à l'horizon 2026, la mise en œuvre du projet entraine une augmentation moyenne de l'indice pollution population (IPP) de 24 à 27 % selon le polluant considéré (NO_2, PM_{10} ou benzène), due essentiellement à l'augmentation de la population et dans une moindre mesure à celle des concentrations sur la zone d'étude. Au point le plus exposé, cette augmentation varie de 4 à 6 % selon le polluant considéré.

VI. 3. Mesures d'évitement, de réduction ou de compensation

La pollution atmosphérique émise par le trafic routier est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Plusieurs types d'actions ont été envisagées pour limiter la pollution à proximité d'une voie donnée : haies végétales, murs anti-bruit, revêtements photo-catalytiques… Cependant le retour d'expérience sur leur mise en œuvre[11] n'indique pas d'effets certains ou systématiques sur la qualité de l'air au niveau des populations exposées, c'est pourquoi ce type d'aménagement ne peut être recommandé comme moyen de lutte contre la pollution atmosphérique. Afin de réduire globalement l'exposition des populations, les mesures de prévention suivantes peuvent toutefois être préconisées :

- **Eviter les situations à risque :** prévoir un éloignement des sites sensibles, ou à forte densité de population, par rapport aux axes routiers où le trafic est le plus important. Une disposition stratégique du bâti peut permettre une réduction de l'exposition des populations (éloignement des premiers bâtiments par un espace végétalisé, occlusivité par rapport aux sites sensibles…). D'après la configuration du projet et les résultats obtenus, les principaux dépassements des valeurs réglementaires en dioxyde d'azote (NO_2) et en particules PM_{10} sont localisés le long de la RD19. Un éloignement des façades des premiers bâtiments exposés est recommandé afin de limiter l'exposition des riverains à la pollution. Dans le même objectif, l'implantation des sites sensibles est également plus pertinente au centre de la zone d'aménagement que le long de la RD19.

- **Agir sur les émissions à la source** : indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même, les émissions polluantes peuvent être réduites par une modification des conditions de circulation (limiter les vitesses dans la zone du projet, favoriser les modes de circulation apaisée…). Des circuits de mobilité douce pourront ainsi être intégrés au projet afin que celui-ci s'inscrive pleinement en cohérence avec les différents plans de prévention de la pollution atmosphérique, notamment avec les cibles du PDU.

- **Limiter les impacts en phase chantier** : les travaux d'aménagement constituent une source importante d'émission de polluants atmosphériques, notamment par les gaz d'échappement des engins mécaniques, la production de poussières et la manipulation de produits bitumineux et solvantés. L'utilisation de véhicules de chantier respectant les normes environnementales et de procédés limitant les envolées de poussières (bâchage des stocks et des camions, arrosage des voies…) peuvent limiter ces sources de pollution.

- **Limiter l'impact de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments** : le contrôle de la ventilation dans les bâtiments peut limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur. Les prises d'air neuf peuvent ainsi être positionnées sur les emplacements les plus éloignés des sources de pollution. Le dimensionnement d'une filtration adaptée au niveau des centrales de traitement de l'air permet également de réduire l'introduction de polluants extérieurs dans les bâtiments.

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

ANNEXES

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

1) Définitions

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

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

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

- **L'échelle locale** (ville) concerne directement les polluants ayant un effet direct sur la santé des personnes et les matériaux. Cette pollution est couramment mesurée par les associations agrées 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 sanitaire 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 au contraire des polluants secondaires qui sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique).

- Les polluants **gazeux**, **semi-volatils** et **particulaires**. Les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemples les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les composés particulaires sont étudiés d'une part chimiquement en prenant en compte leur nature chimique mais également en fonction de leur taille. Il existe ainsi différentes catégories chimiques, telles que les métaux lourds, mais également une distinction des particules en fonction de leur diamètre avec trois catégories les PM_{10}, les $PM_{2.5}$ et les PM_1 qui correspondent respectivement aux particules de tailles inférieures à 10, 2.5 et 1 micron.

- Les **polluants organiques persistants** qui possèdent une grande stabilité chimique leur permettant de contaminer la chaine alimentaire par un transfert du sol vers les végétaux puis vers le bétail.

- Les **métaux lourds.**

- Les **composés organiques volatils (COV)** regroupent un panel très large de composés (benzène, aldéhydes, composés chlorés…).

- Les **gaz à effet de serre** sont des composés ayant un forçage radiatif important (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane)

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

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO_X)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroitre jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO_2)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité. Ses concentrations sont aujourd'hui très faibles dans l'air ambiant et ne constituent plus un problème sanitaire.
Composés organiques volatils (COV)	Les COV constituent une famille très large de composés chimiques regroupant elle-même des sous-familles comme les composés aromatiques, les alcanes, les alcools, les phtalates, les aldéhydes etc. Ils sont émis principalement par le secteur résidentiel tertiaire et les industries manufacturières et dans une moindre mesure par le trafic routier. Leurs émissions diminuent régulièrement depuis 1990 grâce à l'utilisation du pot catalytique, au progrès du stockage des hydrocarbures, à une meilleure gestion des solvants par les industriels (notamment avec l'instauration des plans de gestion de solvant) et à la substitution de produits manufacturés par des produits à plus faible teneur en solvant. Le benzène est le seul COV réglementé dans la loi sur l'air. Ce composé cancérigène est dorénavant essentiellement émis par le secteur résidentiel/tertiaire.
Particules	Les particules couvrent différentes fractions granulométriques parmi lesquelles la loi sur l'air fixe des valeurs de référence pour les PM_{10} (particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm) et les $PM_{2.5}$ (diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm). Elles sont issues de nombreuses sources différentes (trafic routier, chauffage au bois, agriculture…) mais restent un bon traceur du trafic routier, notamment en zone urbaine et en particulier au niveau des points de trafic. De manière générale, les émissions en particules diminuent régulièrement depuis 1990 sur l'ensemble des secteurs sauf pour celui du transport routier où elles se stabilisent.
Métaux lourds	Famille de polluants essentiellement présents sous forme particulaire. Ils intègrent le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le mercure (Hg), le chrome (Cr), le cadmium (Cd) et l'arsenic (As). Ils sont émis majoritairement par l'industrie à l'exception du cuivre émis par le transport et le nickel par le secteur de la transformation d'énergie. Les émissions décroissent depuis une vingtaine d'années en raison des améliorations techniques apportées au secteur industriel. Le plomb est un cas particulier car sa diminution résulte de l'utilisation d'essence sans plomb.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Famille de composés émis lors des phénomènes de combustion. Ils sont émis pour deux tiers par le secteur résidentiel/tertiaire et pour un quart par le trafic routier. Les émissions ont diminué de 1990 à 2007 mais stagnent ces dernières années. Le benzo(a)pyrène, considéré comme le plus toxique, est le seul composé de la famille des HAP à être réglementé en France.
Dioxyde de carbone (CO_2)	Le CO_2, et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O_3)	L'ozone est atypique par rapport aux autres composés car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO_X sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'apparait pas dans l'inventaire des émissions du CITEPA. Ce composé fait néanmoins l'objet d'une surveillance et entraine régulièrement en période estivale des dépassements de la réglementation.

Tableau 28 : description des principaux polluants en air ambiant

2) Les variations temporelles des concentrations en polluants

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

A titre d'exemple, la figure 29 présente le profil annuel[12] des concentrations de particules PM_{10}, de dioxyde d'azote (NO_2) et d'ozone (O_3) mesurées en moyenne sur l'ensemble des stations du réseau de mesure de la qualité de l'air Airparif couvrant le territoire de la région Ile-de-France de 2012 à 2017.

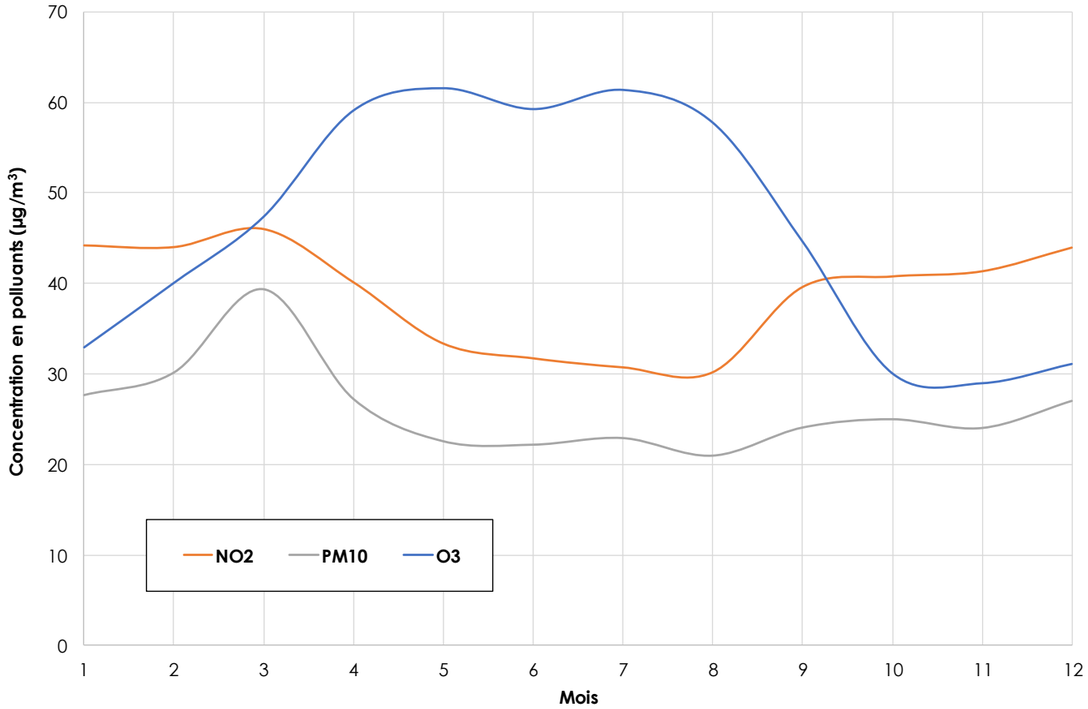


Figure 29 : profil annuel des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif)

Les fluctuations des concentrations de NO_2 dépendent principalement des émissions anthropiques et de la dispersion atmosphérique. Ainsi, à l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en saison froide du fait d'émissions plus importantes (notamment chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

Les concentrations en O_3 varient de manière inverse à celles du NO_2. Ce comportement est lié aux réactions de chimie atmosphérique et notamment au cycle de formation/consommation entre l'ozone et les NO_X. De plus, les variations de l'ozone sont accentuées par des réactions photochimiques : les concentrations les plus élevées apparaissent en été lorsque l'ensoleillement est plus important.

Les variations des concentrations en particules PM_{10} sont moins corrélées avec les autres polluantes, du fait de la contribution importante d'autres sources que celles uniquement liées au trafic routier. Un pic de concentration peut ainsi être observé en mars, période d'épandages agricoles générant des particules dites « secondaires » par le biais de réactions chimiques atmosphériques.

La figure 30 présente le profil journalier des concentrations en polluants pour le même ensemble de stations de mesure du réseau Airparif, couvrant la période 2012-2017.

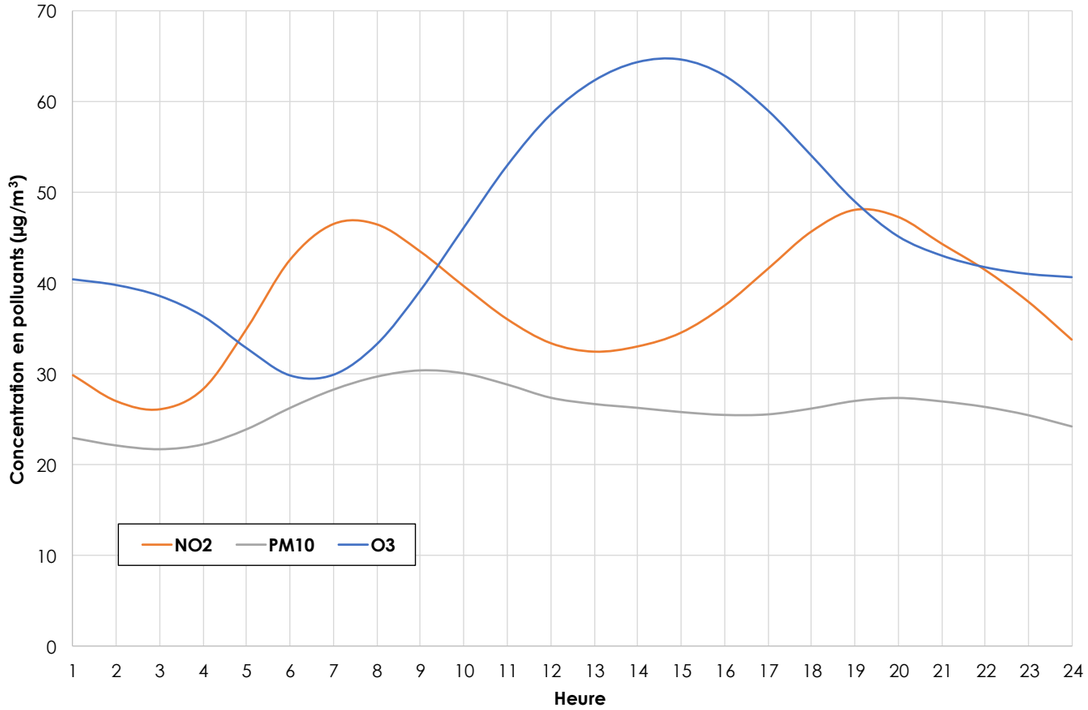


Figure 30 : profil journalier des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif)

A l'échelle journalière, les émissions du trafic routier sont plus fortes aux heures de pointes et la dispersion atmosphérique à l'échelle locale est plus importante aux heures creuses, ce qui entraine des pics de concentrations en NO_2 le matin (6h-8h) et le soir (18h-20h).

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

Ce comportement est moins marqué pour les particules PM_{10} en raison des autres sources d'émission de ce polluant.

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

3) Les effets de la pollution

Effets sur la santé

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

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

Les effets aigus ont été évalués au travers de plusieurs études françaises[13] et internationales[14] qui mettent en évidence une augmentation de la mortalité corrélée à l'augmentation des concentrations en polluants. Les résultats du projet européen Aphekom (2008-2011) indiquent que le non-respect de l'objectif de qualité OMS pour les $PM_{2.5}$ dans les 25 villes étudiées, causerait 19 000 décès prématurés par an. En particulier, les résultats ont montré que si les niveaux de particules $PM_{2.5}$ étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (cf. figure 31).

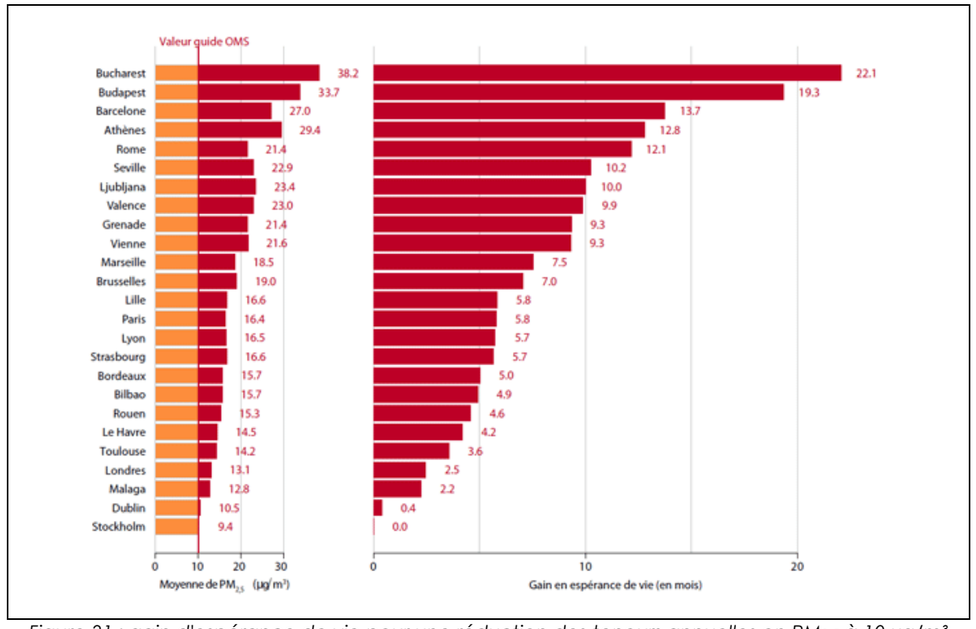


Figure 31 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en $PM_{2.5}$ à 10 µg/m³

De plus, la pollution atmosphérique entraine des impacts sanitaires sur une part plus importante de la population par un effet pyramide : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de personnes affectées est important (cf. figure 32 ci-contre – source : Direction de la santé publique de Montréal, 2003).

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

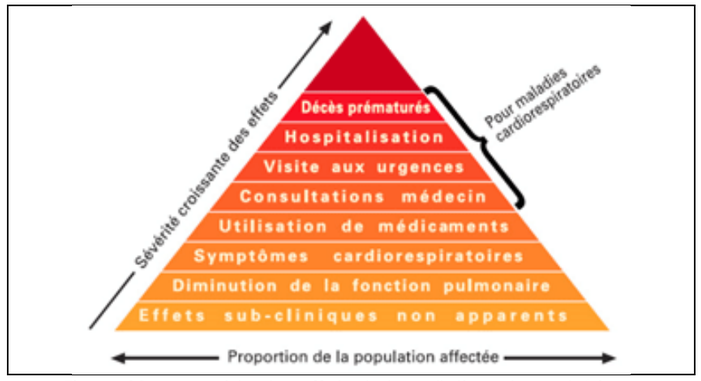


Figure 32 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

En 2015, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) estime pour sa part à environ 400 00 par an le nombre de décès attribuables à la pollution aux particules fines $PM_{2.5}$ en Europe, avec environ 90 % des citadins européens exposés à des niveaux de pollution supérieurs aux valeurs guides de l'OMS.

Une étude[15] plus récente réalisée en 2016 par Santé publique France confirme le poids sanitaire de la pollution par les particules fines $PM_{2.5}$ en France. L'agence de santé estime au moyen d'une évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS) une perte d'espérance de vie pouvant dépasser 2 ans (pour une personne âgée de 30 ans) dans les villes les plus exposées. Elle estime également une perte d'espérance de vie de 15 mois dans les zones urbaines de plus de 100 000 habitants, de 10 mois en moyenne pour les zones comprenant entre 2 000 et 100 000 habitants et de 9 mois en moyenne dans les zones rurales. Au total, cela correspond en France à environ 48 000 décès prématurés par an, soit 9,6 % de la mortalité totale en France. Ces résultats actualisent la dernière estimation réalisée en 2005 dans le cadre du programme CAFE[16] de la Commission européenne (environ 42 000 décès prématurés avec une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois) et confirment le même ordre de grandeur.

Effets sur la végétation

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

Effets sur les matériaux

La pollution, en plus de salir la surface des bâtiments, contribue également à leur dégradation physique. Les particules carbonées des cendres volantes et des suies se fixent sur les surfaces gypseuses et colorent la surface en noir en formant une croûte. Les métaux présents agissent ensuite comme catalyseur au processus d'oxydation par le SO_2 augmentant l'épaisseur de la croûte par la formation de cristaux de gypse. Cette corrosion est d'autant plus sévère que la pierre attaquée est poreuse. De plus, d'autres effets sont observables, comme la dégradation des matières plastiques par l'ozone ou l'oxydation des métaux par les pluies acides.

[13]Exemple : programme ERPURS (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé - ORS Ile-de-France) ; programme PSAS-9 (Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain- INVS)
[14]Meta-analysis of the Italian Studies on short-term effects of Air Pollution (MISA) ; Estudio Multicéntrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad (EMECAM) ; National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS) aux Etats-Unis ; Air Pollution and Health: A European Approach (APHEA) en Europe.

[15] Rapport et synthèse – Impact de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyses des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique.
[16] Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

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

Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé en 2012, au travers la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement un coût annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France métropolitaine compris à minima entre 20 et 30 milliards d'euros, en prenant notamment en considération les frais pour les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières[17].

En avril 2015, une étude[18] conjointe de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime que, pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.

Un rapport[19] du Sénat publié en juillet 2015 reprend les données du programme CAFE et estime que le coût total de l'impact sanitaire (mortalité et morbidité) de la pollution atmosphérique (particules et ozone) pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an. Par ailleurs, ce rapport met en évidence que le montant de certaines actions de lutte contre la pollution atmosphérique est inférieur aux bénéfices attendus de la prévention des impacts sanitaires, et donc que ces mesures de prévention engendrent des économies pour le pays. Par exemple, le projet Aphekom a permis de montrer que les politiques européennes de diminution du taux de soufre dans les carburants dans les années 1990 se sont traduites par une baisse du niveau de dioxyde de soufre (SO2) ambiant et une réduction de la mortalité dans 14 villes européennes ; environ 2 200 décès par an, soit une économie estimée à 192 millions d'euros.

D'après une étude réalisée conjointement par la Banque Mondiale et l'Université de Washington et parue en septembre 2016[20], le coût des décès prématurés liés à la pollution de l'air s'élève à environ 199 milliards d'euros pour l'année civile 2013, et cette pollution est le 4e facteur de décès prématuré dans le monde.

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

- Ainsi, le programme de recherche européen CAFE évalue en 2005 le coût de la baisse des rendements agricoles pour les 25 pays européens à 2,5 milliards d'euros.
- Une étude conjointe de l'INFRAS et de l'Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) de l'université de Karlsruhe a retenu, pour la France, un coût lié aux dommages de la pollution sur patrimoine bâti d'environ 3,4 milliards d'euros en 2000[21].
- Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le cout non sanitaire de la pollution de l'air en France (baisse des rendements agricoles, dégradation des bâtiments, dépenses de recherche, etc.) à 4,3 milliards d'euros à minima.

5) La Réglementation

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

La mise en application de la loi sur l'air est à l'origine principalement formulée dans le décret du 6 mai 1998 ainsi que dans l'arrêté ministériel du 17 août 1998. Cette réglementation est amenée à évoluer régulièrement en fonction des nouvelles directives européennes ou politiques nationales. Actuellement, la réglementation française à prendre en compte pour la surveillance de la qualité de l'air est constituée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 portant transposition de la directive européenne n°2008/50/CE. Le tableau 29 récapitule l'ensemble des textes relatifs à la qualité de l'air et son évaluation. Les valeurs limites issues de cette réglementation sont présentées dans le tableau 30 à tableau 32.

Type de texte	Intitulé
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
Arrêté	Arrêté du 17 aout 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les Installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
Décret	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
	Décret n° 2010-1268 du 22 octobre 2010 relatif à la régionalisation des organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air
Circulaire	Circulaire du 12 octobre 2007 relative à l'information du public sur les particules en suspension dans l'air ambiant.
	Circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Tableau 29 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

[17] Commissariat Général au Développement Durable. Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement - Santé et qualité de l'air extérieur. Juin 2012.
[18] OMS & OCDE. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. 2015.
[19] Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.
[20] Banque Mondiale & Université de Washington (IHME). The Cost of Air Pollution: Strengthening the economic case for action [Le coût de la pollution atmosphérique : Renforcer les arguments économiques en faveur de l'action]. Septembre 2016.
[21] INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

Benzène (C_6H_6)		
Objectif de qualité	2 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO_2)		
Objectif de qualité	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	200 µg/m³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
Ozone (O_3)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m³.h	AOT40[22] calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m³.h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1er seuil : 240 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	2ème seuil : 300 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	3ème seuil : 360 µg/m³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO_2)		
Objectif de qualité	50 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m³	Moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Tableau 30 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

Particules PM_{10}		
Objectif de qualité	30 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	50 µg/m³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m³	Moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg/m³	Moyenne sur 24 heures
Particules $PM_{2.5}$		
Objectif de qualité	10 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur cible	20 µg/m³	Moyenne annuelle
Plomb (Pb)		
Objectif de qualité	0,25 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite	0,5 µg/m³	Moyenne annuelle
Arsenic (As)		
Valeur cible	6 ng/m³	Moyenne annuelle
Cadmium (Cd)		
Valeur cible	5 ng/m³	Moyenne annuelle
Nickel (Ni)		
Valeur cible	20 ng/m³	Moyenne annuelle
Benzo[a]pyrène (BaP)		
Valeur cible	1 ng/m³	Moyenne annuelle

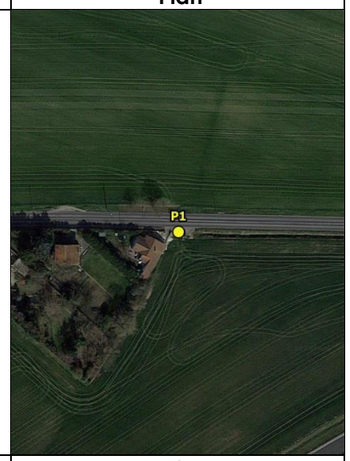
Tableau 31 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant

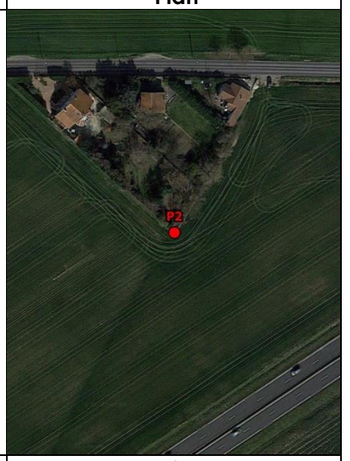
Définition des seuils	
Objectif de qualité	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
Valeur limite	Niveau à atteindre dans un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

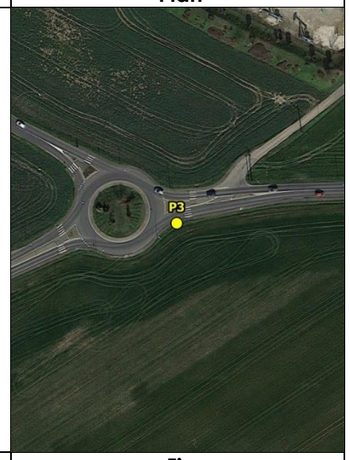
Tableau 32 : définition des seuils réglementaires

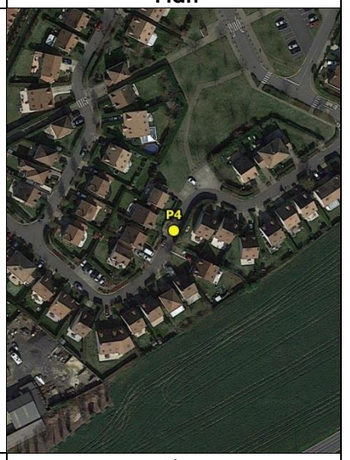
[22] AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 h et 20 h.

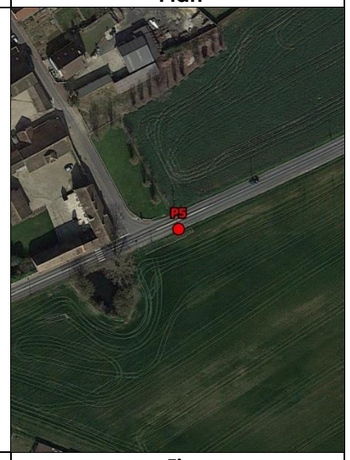
Annexe 2 : Fiches de point de mesure

P1					
Localisation : Bordure nord-est RD117				**Coordonnées**	
Typologie : Trafic				48°36'43.34"N	2°20'12.35"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	3	02/02/2018	15h10	14/02/2018	12h42

P2					
Localisation : Parcelle				**Coordonnées**	
Typologie : Fond urbain				48°36'41.11"N	2°20'10.35"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	10/5/4	02/02/2018	15h25	14/02/2018	12h53
BTEX	16/22/20				12h54

P3					
Localisation : Rondpoint RD117				**Coordonnées**	
Typologie : Trafic				48°36'42.98"N	2°19'59.82"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	1	02/02/2018	15h00	14/02/2018	12h35

P4					
Localisation : Lotissement au nord du projet				**Coordonnées**	
Typologie : Fond urbain				48°36'44.14"N	2°19'48.82"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	9	02/02/2018	14h55	14/02/2018	12h29

P5					
Localisation : Bordure nord-ouest RD117				**Coordonnées**	
Typologie : Trafic				48°36'38.92"N	2°19'46.40"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	8	02/02/2018	14h40	14/02/2018	12h23
BTEX	14		14h40		12h23
PM_{10}	8		14h45		12h21

P6					
Localisation : Lotissement à l'ouest du projet				**Coordonnées**	
Typologie : Fond urbain				48°36'31.10"N	2°19'43.34"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	11	02/02/2018	14h20	14/02/2018	12h09

P7					
Localisation : Bordure ouest route des Bordes				**Coordonnées**	
Typologie : Trafic				48°36'33.65"N	2°19'48.10"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	7	02/02/2018	14h34	14/02/2018	12h15

P8					
Localisation : Bordure RD19				**Coordonnées**	
Typologie : Trafic				48°36'36.53"N	2°20'6.47"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur**	**Début**		**Fin**	
NO_2	2	02/02/2018	15h55	14/02/2018	13h15
BTEX	21				
PM_{10}	9				