

PROJET DE DEVELOPPEMENT URBAIN DE SAINT-PIERRE-DU-PERRAY (91)

ZAC DE VILLERAY

VOLET AIR ET SANTE

Commanditaire de l'étude :		Trans-Faire	
Maitrise d'ouvrage :		EPA Sénart	
Réalisation :	Rincenc Air	Rédaction	Relecture
		Benjamin Forestier	François Cape

Rapport :	Final
Phase :	2-2
Version :	RP-AF1625-2-V1
Date :	08/03/2017

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

SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	3
I. 1. INTRODUCTION	3
I. 2. DIMENSIONNEMENT DE L'ETAT INITIAL	3
I. 3. DIMENSIONNEMENT DE L'ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET	3
II. ETUDE DOCUMENTAIRE	5
II. 1. LES EMISSIONS POLLUANTES	5
II. 1. 1. Secteurs d'émissions dans l'Essonne (91)	5
II. 1. 2. Localisation des principales sources d'émissions	5
II. 2. LES SITES SENSIBLES	7
II. 3. DONNEES RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR	8
II. 3. 1. Définitions	8
II. 3. 2. Stations de mesure de référence	8
II. 3. 3. Etude des variations temporelles	9
II. 4. LES PLANS DE PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	10
II. 4. 1. Les différents plans	10
II. 4. 2. Plan de Protection de l'Atmosphère	10
II. 4. 3. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie	10
II. 4. 4. Plan de Déplacements Urbains	10
III. CAMPAGNE DE MESURE	11
III. 1. METHODOLOGIE	11
III. 1. 1. Polluants mesurés	11
III. 1. 2. Mesure du NO ₂	11
III. 1. 3. Mesure des PM ₁₀	11
III. 1. 4. Plan d'échantillonnage	12
III. 2. CONDITIONS LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE	13
III. 2. 1. Période d'exposition des capteurs	13
III. 2. 2. Station météorologique de référence	13
III. 2. 3. Températures et précipitations	13
III. 2. 4. Conditions de vent	14
III. 2. 5. Pollution atmosphérique	14
III. 3. RESULTATS	15
III. 3. 1. Validité des mesures par capteur passif	15
III. 3. 2. Répartition des concentrations	15
III. 3. 3. Comparaison à la réglementation	16
IV. ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET	17
IV. 1. METHODOLOGIE	17
IV. 1. 1. Polluants estimés	17
IV. 1. 2. Facteurs d'émissions unitaires	17
IV. 1. 3. Scénarios considérés	17
IV. 1. 4. Données de trafic	17
IV. 2. RESULTATS	18
IV. 2. 1. Emissions polluantes globales	18
IV. 2. 2. Cartographie des émissions	18
IV. 3. NOTE SUR LES IMPACTS DU PROJET EN PHASE CHANTIER ET LES MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	20
IV. 3. 1. Impacts en phase chantier	20
IV. 3. 2. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique	20
V. SYNTHESE	21

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	23
Annexe 2 : Fiches de point de mesure	28

TABLEAUX

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (circulaire du 05/02/2005)	3
Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude	3
Tableau 3 : définition de la bande d'étude (circulaire du 05/02/2005)	3
Tableau 4 : données de trafic	4
Tableau 5 : industries et types d'émissions	6
Tableau 6 : description des sites sensibles	7
Tableau 7 : moyennes annuelles des concentrations de polluants – station d'Evry, Melun et RN6 Melun (données : Airparif)	8
Tableau 8 : actions du PPA Ile-de-France 2013 applicables au secteur du transport	10
Tableau 9 : objectifs et orientations du SCRAE Ile-de-France 2012	10
Tableau 10 : actions du PDU Ile-de-France 2014	10
Tableau 11 : description des points de mesure	12
Tableau 12 : étude des données des stations d'Evry, Melun et RN6 Melun (données : Airparif)	14
Tableau 13 : paramètres de validité de la campagne de mesure	15
Tableau 14 : résultats des mesures de NO ₂ et PM ₁₀	15
Tableau 15 : données de trafic	17
Tableau 16 : bilan des émissions	18
Tableau 17 : description des principaux polluants en air ambiant	24
Tableau 18 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air	26
Tableau 19 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant	26
Tableau 20 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant	27
Tableau 21 : définition des seuils réglementaire	27

FIGURES

Figure 1 : bande d'étude	4
Figure 2 : émissions atmosphériques par secteur dans l'Essonne	5
Figure 3 : localisation des principaux axes routiers	5
Figure 4 : localisation des principaux sites industriels	6
Figure 5 : localisation des sites sensibles	7
Figure 6 : localisation des stations Airparif les plus proches du projet	8
Figure 7 : profil annuel des concentrations (données : Airparif)	9
Figure 8 : profil journalier des concentrations (données : Airparif)	9
Figure 9 : localisation des points de mesure	12
Figure 10 : localisation de la station météorologique de référence	13
Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)	13
Figure 12 : étude des conditions de vent	14
Figure 13 : cartographie des résultats	15
Figure 14 : comparaison des résultats des concentrations NO ₂ à la réglementation	16
Figure 15 : comparaison des résultats des concentrations PM ₁₀ à la réglementation	16
Figure 16 : émissions de NO _x actuelles	18
Figure 17 : émissions de NO _x futures sans projet	19
Figure 18 : émissions de NO _x futures avec projet	19
Figure 19 : variation des émissions de NO _x avec et sans projet	19
Figure 20 : secteurs d'émissions des polluants atmosphériques en France Métropolitaine (source des données : CITEPA, 2015)	23
Figure 21 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2.5} à 10 µg/m ³	24
Figure 22 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	25

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

I. 1. Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC de Villeray à Saint-Pierre-du-Perray dans l'Essonne (91). Les aménagements prévus entraînent 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 19 de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) n°96/1236 du 30 décembre 1996, qui impose aux maîtres d'ouvrage des études particulières sur la pollution atmosphérique, la santé et le coût social, dès lors qu'un projet d'aménagement ou d'occupation des sols présente des impacts pour l'environnement.

Le projet ne se limite pas à la modification ou à la création de voiries, néanmoins, en l'absence d'autre référentiel pour les impacts sur la qualité de l'air, les effets sur la circulation sont considérés comme relevant de la réglementation des aménagements routiers. L'étude est réalisée dans ce cadre en application de la circulaire interministérielle Equipement/Santé/Écologie 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 présente 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 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/km ²	I	I	II	II	III
2000 à 10000 hab/km ²	I	II	II	II	III
≤ 2000 hab/km ²	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 suivant :

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 <i>*facultatif pour les études de niveau III</i>		✓*	✓	✓
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 <i>**uniquement au droit des sites sensibles</i>			✓**	✓

Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude

I. 2. Dimensionnement de l'état initial

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

La réalisation d'une campagne de mesure est nécessaire pour les études de niveau I et II ainsi que les études de niveau III en cas de manque d'informations relatives à la qualité de l'air au niveau de la zone du projet (notamment un éloignement trop important des stations du réseau local de surveillance de la qualité de l'air). Dans le cadre du projet de la ZAC de Villeray, une campagne de mesure est intégrée à l'étude ce qui permet de répondre à tous les niveaux du volet air et santé. Cette phase est présentée au chapitre III.

I. 3. Dimensionnement de l'estimation des effets du projet

La bande d'étude, qui permet d'établir le niveau du volet air et santé, est définie d'après les données de trafic sur les axes subissant une variation significative (>10%) du fait du projet. Le tableau 3 présente les critères de trafic permettant de fixer la largeur de la bande d'étude. Les données sont exprimées en trafic moyen journalier annuel (TMJA).

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

Les données de trafic du projet sont extraites de l'étude de circulation réalisée par CDVIA pour l'EPA Sénart et référencée « 5911_EPASENART_SPDP_ZAC-de-VILLERAY-V3-270217 ».

Les trois scénarios suivants sont utilisés : état actuel (2016), état futur sans projet (2032) et état futur avec projet (2032) comprenant l'hypothèse d'élargissement de la francilienne.

Les données de trafic ainsi que le plan des axes considérés et la bande d'étude du projet sont présentés dans le tableau 4 et la figure 1 en page suivante.

N°	Rue	TMJA actuel	TMJA futur sans projet	TMJA futur avec projet	Variation de trafic (%)
0	Nouvel accès ZAC de Villeray sud	0	0	2560	+∞
1	Rte de Villepecle au nord	15480	24350	26120	7
2	Rte de Villepecle (sud av. de la Tour Maury)	7550	13920	13920	0
3	Av. de la Tour Maury	8180	10490	12010	14
4	RD402 (est Côte de l'Entre-Deux)	10760	13210	10610	-20
5	Côte de l'Entre-Deux	2650	3940	3860	-2
6	Nouvel accès ZAC Clé de Saint Pierre au nord	0	1330	1760	32
7	RD947 (ouest route de Villepecle)	6060	8180	9310	14
8	RD947 (approche bd C. Julien)	6060	7200	7740	8
9	RD947 (entre rue Mozart et av. L. Lachenal)	7340	11480	9330	-19
10	RD947 ouest	10490	14580	11500	-21
11	Rue du Commerce	2280	2380	2420	2
12	Av. Louis Lachenal (sud RD947)	4500	5200	7300	40
13	Cour Jean Jaurès	140	250	250	0
14	Rue Mozart	1430	1960	1860	-5
15	Av. Suzanne Lenglen	600	530	630	19
16	Av. Jules Ladoumergue	210	320	280	-13
17	Av. Louis Lachenal (entre Lenglen et Ladoumergue)	1820	2280	3400	49
18	Nouvel accès ZAC de Villeray (sud bd. Julien)	0	840	2560	205
19	Bd. Christian Julien (section ouest)	3450	5890	6120	4
20	Nouvel accès ZAC Clé de Saint Pierre au sud	0	820	860	5
21	Bd. Christian Julien (section est)	3450	4640	4100	-12
22	Av. Fernand Sastre	600	700	630	-10
23	Av. Louis Lachenal (entre Ladoumergue et Sastre)	1540	1930	3120	62
24	Nouvel accès ZAC de Villeray à l'ouest	0	0	2240	+∞
25	Av. Louis Lachenal (entre Sastre et rte de Villeray)	740	1160	1050	-9
26	Rte du Golf de Villeray ouest	630	1190	1720	45
27	Rte du Golf de Villeray est	70	110	770	600
28	Nouvel accès ZAC Clé de Saint Pierre à l'ouest	0	1010	1520	50
29	Rue de la Tour Maury (nord RD947)	7180	9460	10910	15

Tableau 4 : données de trafic

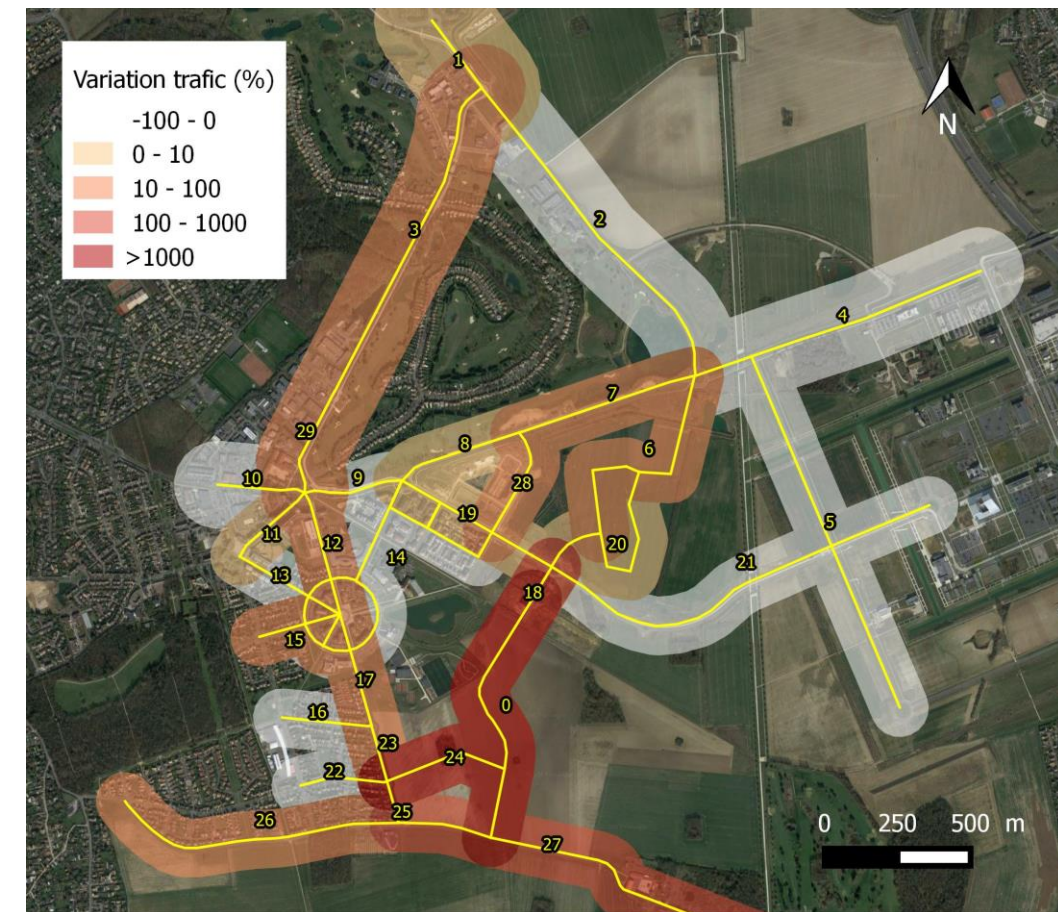


Figure 1 : bande d'étude

Les estimations indiquent des variations de plus de 10% sur quelques axes portant un trafic supérieur à 10000 véh/j (brins 3, 4, 10 et 29).

Les variations les plus importantes sont cependant liées à des baisses (brins 4 et 10) et les augmentations constatées restent très modérées (trafics peu supérieurs à 10000 véh/j associés à des variations peu supérieures à 10%). Etant donné que le projet n'est pas soumis strictement à la réglementation portant sur les infrastructures routières, l'estimation des effets du projet est traitée selon un niveau III.

Ce niveau d'étude requiert une estimation des émissions polluantes liées au projet. Cette phase est présentée au chapitre IV du rapport.

II. ETUDE DOCUMENTAIRE

II. 1. Les émissions polluantes

II. 1. 1. Secteurs d'émissions dans 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 2010¹.

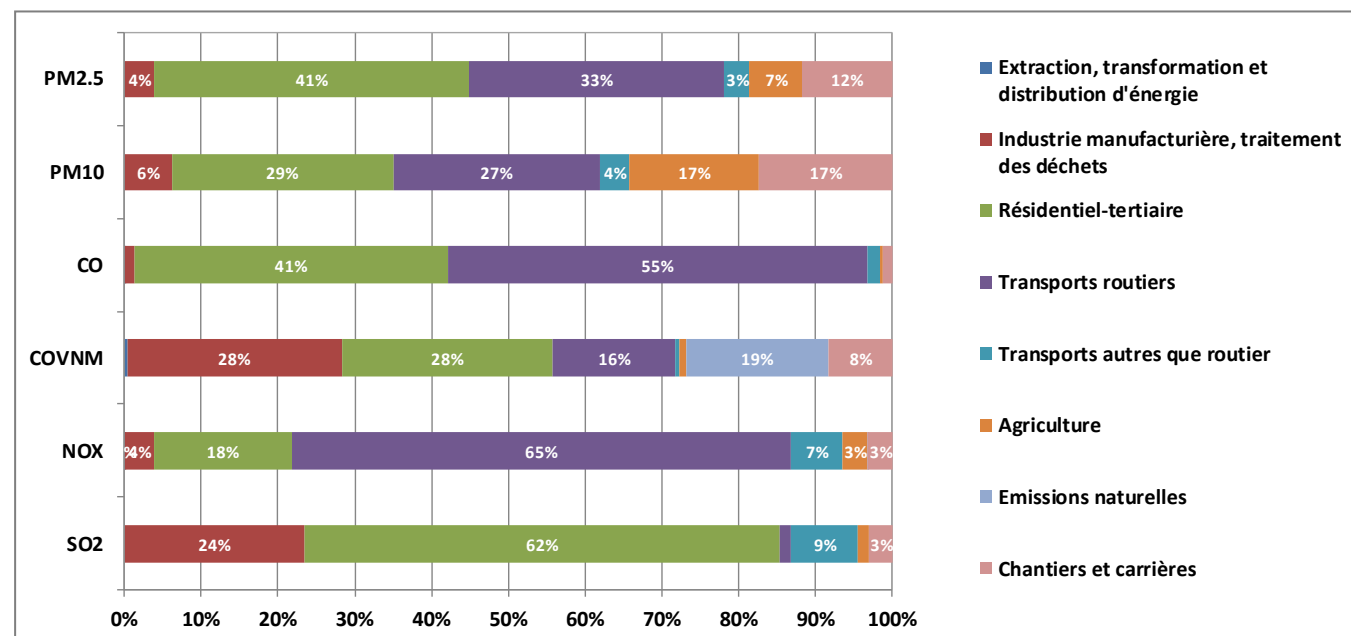


Figure 2 : émissions atmosphériques par secteur dans l'Essonne

L'analyse de l'évolution de ces secteurs d'émission entre 2000 et 2010 indique les points suivants :

- Les émissions de NO_x ont baissé de 31 %, en partie grâce à la baisse de 37 % dans le secteur du trafic routier (liée aux améliorations technologiques apportées et au renouvellement du parc de véhicules). En 2010, environ deux tiers des émissions de NO_x restent liées 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 (18 %), principalement due au chauffage en période hivernale.
- Les émissions de COVNM ont baissé de 42 %, notamment du fait de la diminution importante des émissions issues du transport routier liée à la modernisation et au renouvellement du parc automobile (-78 % en dix ans). Les COVNM sont dorénavant émis en majorité par le secteur résidentiel-tertiaire (utilisation domestique de solvants) et par l'industrie manufacturière (industries chimiques, de production de solvants et peintures, imprimeries).
- Les émissions de CO ont diminué de 36 % grâce à la diminution du parc de véhicules essence (plus émissif pour ce polluant) au profit du parc diesel, ainsi qu'à l'amélioration des appareils de chauffage dans le secteur résidentiel-tertiaire. En 2010, le trafic routier (véhicules à essence : particuliers et deux roues) et le résidentiel-tertiaire (chauffage) restent les principaux émetteurs de ce polluant, avec respectivement 55 % et 41 % des émissions.
- La diminution des émissions de SO₂ dans le département représente 73 %, grâce à la diminution du taux de soufre dans les combustibles (secteur industriel), les carburants routiers (plus de 90 %) et le fioul domestique. De manière générale, les émissions de SO₂ ne posent plus de problème en Ile-de-France. Les émissions de ce polluant sont dorénavant très faibles et en l'absence de gros

émetteurs industriels dans l'Essonne les émissions liées à ce secteur sont nulles d'où la forte proportion des émissions de SO₂ due au secteur résidentiel-tertiaire (62 %).

- Les émissions de particules PM₁₀ ont diminué de 29 % en dix ans grâce aux améliorations technologiques apportées et au renouvellement du parc de véhicules (notamment les véhicules diesel) et des équipements domestiques de combustion du bois. En 2010, les émissions de PM₁₀ sont principalement dues au secteur résidentiel-tertiaire (chauffage au bois notamment) et au trafic routier (émissions à l'échappement des véhicules, usures des pièces en friction et abrasion de la route). Les chantiers et carrières ainsi que les nombreuses zones agricoles (moissons et labour) dans le département contribuent également à une part importante des émissions (17 % chacun).
- Les émissions de particules PM_{2.5} ont diminué de 36 % grâce aux améliorations technologiques apportées et au renouvellement du parc de véhicules et des équipements domestiques de combustion du bois. Le principal émetteur de particules PM_{2.5} reste tout de même aujourd'hui le secteur résidentiel-tertiaire (combustion des appareils de chauffage, notamment au bois, dans les logements) et le trafic routier.

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

Secteur du transport routier :

Les principales émissions liées au trafic routier sont constituées par (cf. figure ci-dessous) :

- La départementale D947 qui passe au nord de la zone du projet à environ 600 m,
- L'autoroute A5 (section A) située à environ 3,2 km au nord-est de la zone d'étude.

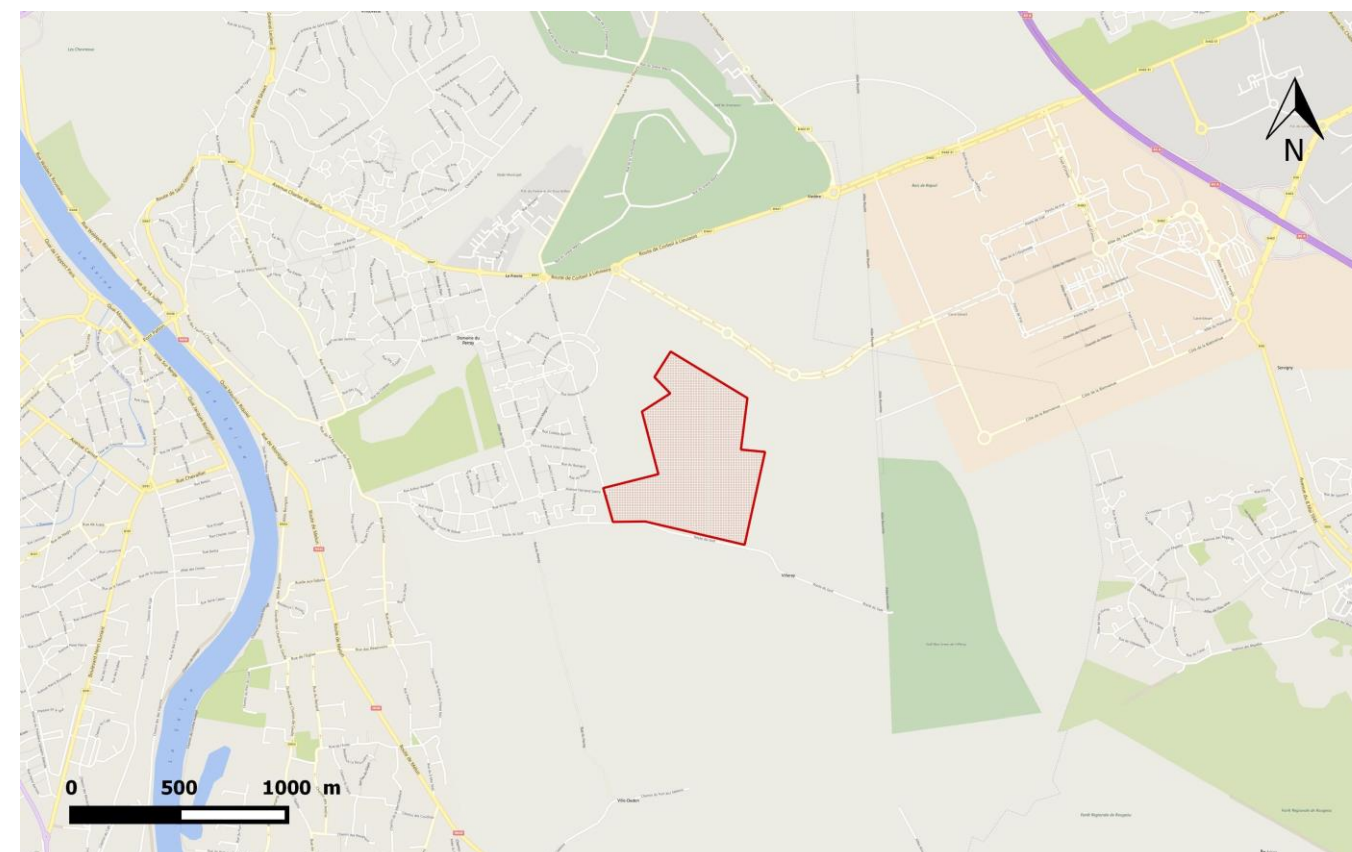


Figure 3 : localisation des principaux axes routiers

L'autoroute A5 (section A) possède un flux important, cependant son éloignement vis-à-vis de la zone ne laisse pas envisager un impact au niveau des concentrations en polluants (notamment NO₂ et PM₁₀ issues du trafic routier) au droit du projet.

¹ « Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en Essonne pour l'année 2010 et historique 2000/2005 », rapport réalisé par Airparif pour le Conseil Général du 91 (oct. 2013).

Secteur résidentiel/tertiaire :

Le projet s'inscrit dans un environnement relativement urbanisé au nord, et davantage rural au sud. Le secteur résidentiel-tertiaire est un émetteur important de NO_x, CO et COVNM ainsi que de particules (PM₁₀ et PM_{2.5}). Le secteur agricole est également un émetteur significatif de particules PM₁₀ en Essonne, ce qui laisse envisager des émissions d'autant plus importantes de ces polluants, notamment en période hivernale et d'activité agricole intense.

Secteur industriel :

Le Registre Français des Emissions Polluantes (iREP) recense les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation préfectorale. Ce registre est constitué des données déclarées chaque année par les exploitants, en particulier en ce qui concerne leurs émissions atmosphériques. Par ailleurs, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie en Ile-de-France² recense les principaux sites industriels émetteurs de polluants atmosphériques dans la région.

Le recoupement de ces deux bases de données permet de localiser les industries les plus proches du projet (en rouge sur la carte) sur la figure 4. Le tableau ci-contre présente le détail des émissions de polluants atmosphériques déclarées par ces industries.



Figure 4 : localisation des principaux sites industriels

N°	Industrie	Polluants	Emissions en 2014
1	GIE Dalkia France Soccram Chauffage	CO ₂	49 400 tonnes
		Oxydes d'azote (NO _x)	ND
2	ALLTUB France Cosmétique	COVNM	172 tonnes
3	Usine aéronautique SNECMA Evry Corbeil	CO ₂	ND
		Cobalt (Co) et ses composés	ND
		Nickel (Ni) et ses composés	ND
		Trichloroéthylène (TRI)	ND
4	Imprimerie Helio Corbeil	COVNM	398 tonnes
5	Semariv (CITD et ISDND)	CO ₂	83 600 tonnes
		Oxydes d'azote (NO _x)	168 tonnes
		Cadmium et ses composés	ND
		Chlore	ND
		Dioxines et furanes (PCDD + PCDF)	ND
		Fluor (F) et ses composés	ND
		Mercurure (Hg) et ses composés	ND
		Protoxyde d'azote (N ₂ O)	ND
		CO ₂	46 500 tonnes
		Méthane (CH ₄)	831 tonnes
		Oxydes d'azote (NO _x)	ND
		Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	22 tonnes
		6	East Balt France
7	Usine Altis Semicondutor	Fluorure d'hydrogène	ND
		Chlore	ND
		CO ₂	ND
		COVNM	ND
		Fluor (F) et ses composés	ND
		Hexafluorure de soufre (SF ₆)	83 kg
		Hydrochlorofluorocarbures (HCFC)	ND
		Hydrofluorocarbures (HFC)	1,7 tonnes
		Perfluorocarbures (PFC)	13,9 tonnes
		Protoxyde d'azote (N ₂ O)	25,6 tonnes
8	Site industriel SNECMA	Oxydes d'azote (NO _x)	185 tonnes

Tableau 5 : industries et types d'émissions

De nombreux sites industriels sont situés aux alentours du projet, notamment sur le secteur ouest.

Si la majorité des industries émettent des polluants spécifiques (HFC, chlore, mercure, dioxines et furanes...), des émissions importantes de NO_x et COVNM sont également recensées. Celles-ci peuvent, sous des conditions météorologiques particulières, venir « s'additionner » au bruit de fond urbain (notamment aux émissions issues du trafic pour les NO_x et aux émissions du secteur agricole pour les COVNM) dans la zone du projet. Les COVNM peuvent par ailleurs contribuer par des processus physico-chimiques dans l'atmosphère à la formation d'aérosols secondaires et donc à l'augmentation des concentrations de particules dans l'environnement du projet.

² DRIEE – L'environnement industriel en Ile-de-France – Bilan 2015

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 routières et concernent :

- Les structures d'accueil de la petite enfance : 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 5 présente la localisation des sites sensibles les plus proches du projet. Leur description est présentée dans le tableau 6.

N°	Etablissement	Type
1	Parc intercommunal des sports	Etablissements sportifs découverts
2	Complexe sportif Louis Lachenal	
3	Ecole Les 4 saisons	Établissements scolaires
4	Ecole Manuvera	
5	Ecole Anne Frank	
6	Multi-accueil La Maison des Petits Pas	Structure d'accueil de la petite enfance
7	Multi-accueil Intercommunal Les P'tits Grillons	

Tableau 6 : description des sites sensibles



Figure 5 : localisation des sites sensibles

Aucun site sensible ne se trouve à l'intérieur de la zone du projet. Cependant, plusieurs établissements sont situés à proximité immédiate de l'Avenue Louis Lachenal, principal axe bordant la zone d'étude à l'ouest susceptible de voir son trafic évoluer par le projet :

- Le parc intercommunal des sports (n°1), qui à terme longera l'Avenue sur 350 mètres,
- Le complexe sportif Louis Lachenal (n°2),
- L'école Les 4 saisons (n°3).

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. Stations de mesure de référence

Les stations Airparif d'Evry, Melun et RN6 Melun situées respectivement à environ 10 km au nord-ouest et 15 km au sud-est de la zone, sont les plus proches du projet. La figure 6 présente sa localisation par rapport à la zone du projet (en rouge sur la carte). Elles sont utilisées comme stations de référence pour étudier les conditions de pollution atmosphérique à l'échelle locale.



Figure 6 : localisation des stations Airparif les plus proches du projet

Le tableau 7 présente les évolutions annuelles des concentrations de dioxyde d'azote (NO₂), d'ozone (O₃) et de particules PM₁₀ mesurées par les stations Airparif d'Evry, Melun et RN6 Melun :

Station	Polluant	Valeur	Valeur limite	2011	2012	2013	2014	2015
Evry	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	29,9	29,5	30,1	27,9	27,1
Melun	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	20,6	22,4	21,2	19,8	19,9
	O ₃	Nombre de jour avec une moyenne sur 8h > 120 µg/m ³	25	10	8	7	6	9
RN6 Melun	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	50,3	46,5	47,9	46,0	46,8
	PM ₁₀	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	35,8	31,8	28,1	26,9	28,4
		Nombre de jour dépassant 50 µg/m ³ en moyenne journalière	35	53	49	33	16	24

Tableau 7 : moyennes annuelles des concentrations de polluants – station d'Evry, Melun et RN6 Melun (données : Airparif)

Dioxyde d'azote (NO₂)

Le NO₂ est le principal traceur de la pollution automobile en zone urbaine. Les teneurs en NO₂ au cours de la période 2011-2015 au niveau des stations d'Evry, Melun et RN6 Melun sont relativement stables, oscillant en moyenne annuelle entre 27 et 30 µg/m³ pour la première, 20 et 22 µg/m³ pour la deuxième et 46 et 50 µg/m³ pour la troisième. Si les deux premières stations (dont la typologie « fond urbain » est plus proche de la zone d'étude) respectent la réglementation sur ces cinq dernières années, ce n'est pas le cas de la station « trafic » RN6 Melun, principalement à cause de sa proximité immédiate avec un axe routier très fréquenté (RN6).

Particules PM₁₀

Les poussières dites « PM₁₀ » sont des particules en suspension ayant un diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm. Pouvant être primaires (émises directement) ou secondaires (formation des particules dans l'air après émission de gaz précurseurs par exemple), 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 au plus précisément au niveau des points de mesure de type « trafic ». Les concentrations en PM₁₀ mesurées au niveau de la station « trafic » RN6 Melun sont en diminution sur la période 2011-2015, avec une valeur moyenne annuelle toujours inférieure à la valeur réglementaire fixée à 40 µg/m³. De même, le seuil réglementaire établi à un maximum de 35 jours de dépassement de la moyenne journalière de 50 µg/m³ est respecté sur les 5 dernières années.

Ozone (O₃)

L'ozone (O₃) est un polluant secondaire, c'est-à-dire qu'il n'est pas émis directement dans l'atmosphère mais résulte, sous l'effet des rayonnements solaires, de réactions chimiques de gaz précurseurs anthropiques (NO_x, COV) ou naturels (COV biogéniques). Le temps de formation de l'ozone pouvant varier d'une heure à une journée, les concentrations en ozone sont généralement faibles dans le centre-ville de l'agglomération parisienne et sa proche périphérie, tandis que les zones rurales et périurbaines de la région parisienne, sous l'effet des vents dominants, sont plus exposées à cette pollution. La réglementation qui fixe pour l'ozone un seuil de 25 jours de dépassement d'une concentration maximale de 120 µg/m³ en moyenne glissante sur huit heures (en moyenne sur 3 ans) est respectée sur les cinq dernières années (de 2011 à 2015) sur la station « fond urbain » de Melun.

Conclusion

Actuellement les données ne mettent pas en évidence une sensibilité particulière de la zone vis-à-vis de la pollution atmosphérique mis à part au niveau des concentrations en NO₂ de la station de trafic RN6 de Melun (en dépassement des valeurs réglementaires sur les cinq dernières années). Cependant la distance importante des stations Airparif par rapport à la zone d'étude et leur localisation (urbain dense) ne permettent pas de caractériser précisément la qualité de l'air au droit du projet. Ainsi une campagne de mesure in-situ des concentrations de NO₂ et PM₁₀ a été réalisée pour compléter l'état initial (cf. paragraphe III).

II. 3. 3. Etude des variations temporelles

Ces faibles variations annuelles masquent des fluctuations plus importantes observables sur les profils journaliers ou annuels³ des concentrations.

La figure 7 présente les évolutions **mensuelles** moyennes sur la période 2011-2015 des concentrations de particules PM₁₀, d'ozone (O₃) et de dioxyde d'azote (NO₂) mesurées au niveau des stations Airparif d'Evry, Melun et RN6 Melun. Les fluctuations des concentrations de NO₂ dépendent principalement des émissions anthropiques et de la dispersion atmosphérique. Ainsi, à l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en saison froide du fait d'émissions plus importantes (notamment chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

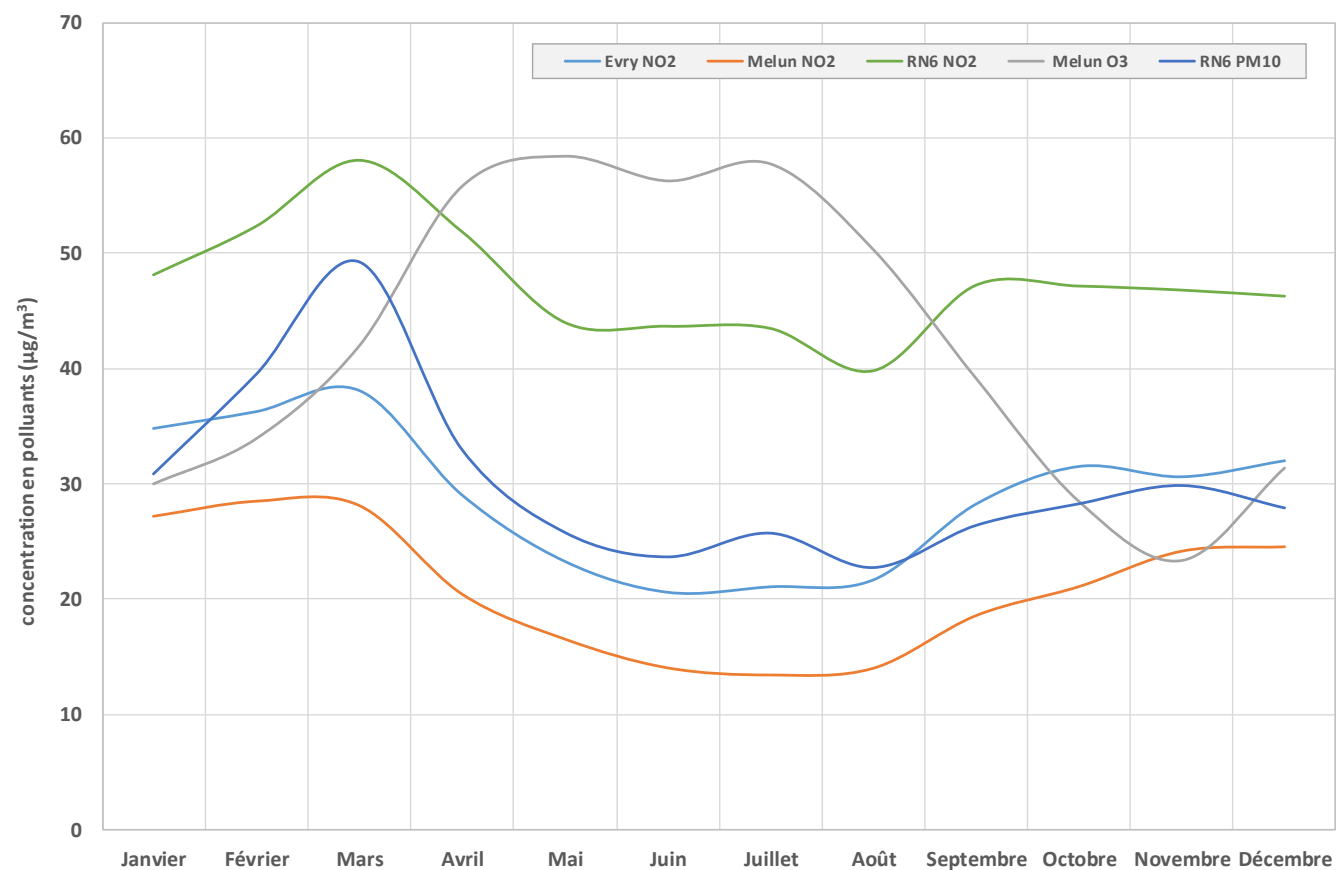


Figure 7 : profil annuel des concentrations (données : Airparif)

La figure 8 présente les évolutions **horaires** moyennes sur la période 2011-2015 des concentrations de particules PM₁₀, d'O₃ et de NO₂ mesurées au niveau des stations d'Evry, Melun et RN6 Melun. A l'échelle journalière, les émissions du trafic automobile sont plus fortes aux heures de pointes et la dispersion atmosphérique est plus importante aux heures creuses, ce qui entraîne des pics de concentrations en NO₂ le matin et le soir. Ce comportement est moins marqué pour les particules PM₁₀, ce qui s'explique par la contribution importante d'autres sources que celles liées au trafic routier pour ce polluant.

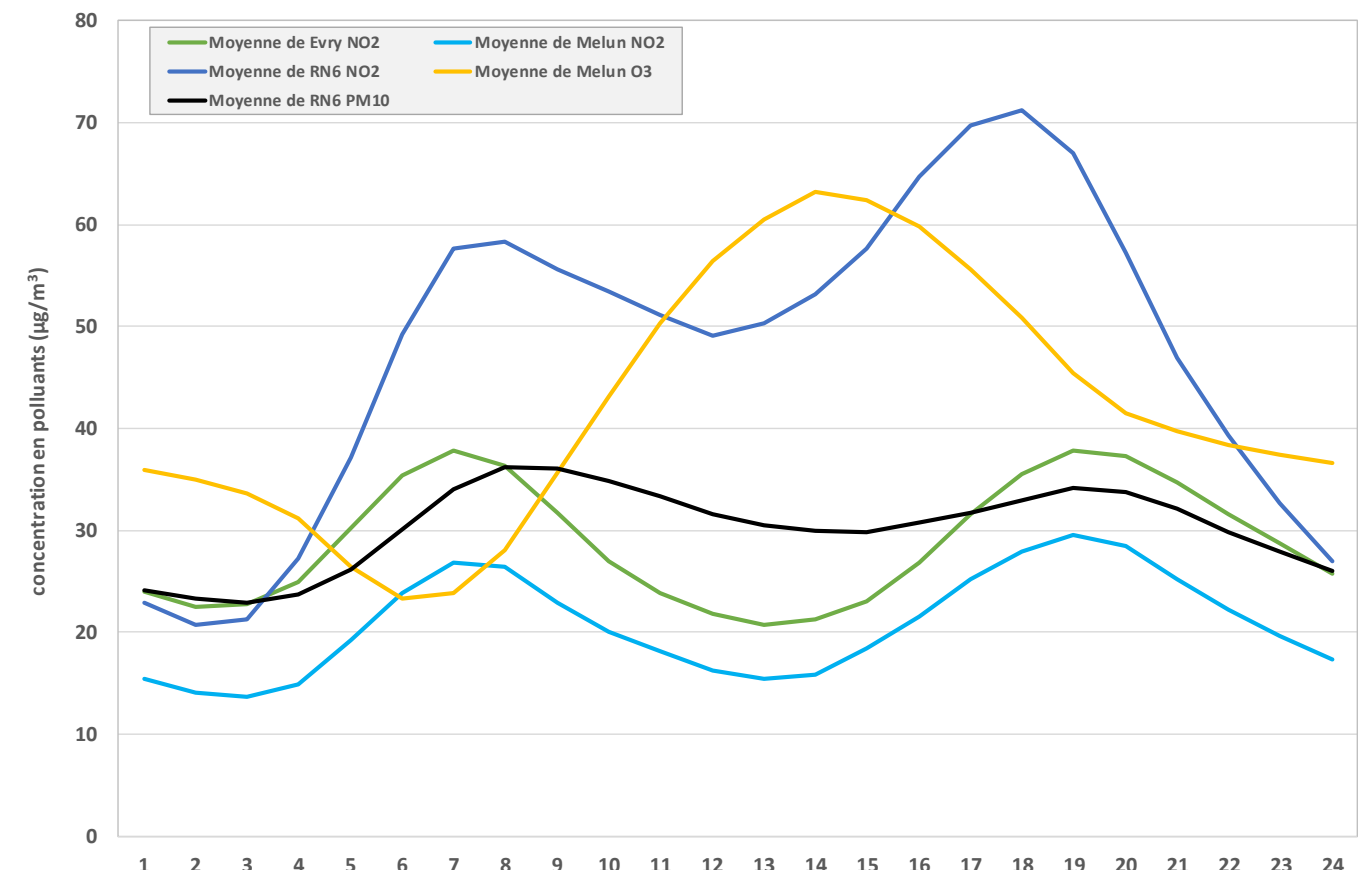


Figure 8 : profil journalier des concentrations (données : Airparif)

Sur les profils annuels ou journaliers, les concentrations en O₃ varient de manière inverse à celles du NO₂. Ce comportement est lié aux réactions de chimie atmosphérique et notamment au cycle de formation/consommation entre l'ozone et les NO_x. De plus, les variations de l'ozone sont accentuées par des réactions photochimiques : les concentrations les plus élevées apparaissent lors d'un ensoleillement important (en été sur les profils annuels et lorsque le soleil est à son zénith sur les profils journaliers).

³ Le profil journalier est un graphique sur 24 heures où chaque tranche horaire indique la moyenne des concentrations observées quotidiennement à la même heure. Le profil annuel est réalisé suivant le même principe par tranches mensuelles.

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

II. 4. 1. Les différents plans

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

II. 4. 2. Plan de Protection de l'Atmosphère

Le PPA révisé en Ile-de-France a été approuvée par le préfet 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. Ces actions doivent être compatibles avec les orientations du SCRAE. 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'accroître de 10% la réduction des émissions de NO _x et de PM ₁₀ liées au trafic routier dans le cœur dense de l'agglomération
Sensibiliser les automobilistes franciliens à l'éco-conduite
Sensibiliser les gestionnaires de flottes captives aux émissions polluantes de leurs véhicules
Sensibiliser les franciliens à 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 8 : actions du PPA Ile-de-France 2013 applicables au secteur du transport

II. 4. 3. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie

Après avoir été approuvé par le conseil régional le 23 novembre 2012, le SCRAE actuellement en vigueur en Ile-de-France a été arrêté le 14 décembre 2012 par le préfet de la région. Le SCRAE fixe 17 objectifs et 58 orientations stratégiques pour le territoire régional en matière de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de la qualité de l'air, de développement des énergies renouvelables et d'adaptation aux effets du changement climatique.

Les orientations du SCRAE tiennent compte des 21 recommandations du Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) approuvé le 26 novembre 2009 par le Conseil régional d'Ile-de-France, auquel le SCRAE se substitue. Parmi les éléments repris du PRQA on peut noter la recommandation n°5 : « Pour les opérations d'urbanisme ou d'aménagement soumises à étude d'impact, renforcer le volet qualité de l'air qui doit être renseigné de manière systématique, en proposant les mesures nécessaires. Prendre en compte la qualité de l'air dans tous les projets (air intérieur et extérieur) ». Le tableau ci-dessous décrit les objectifs et orientations « qualité de l'air » définis par le SCRAE en lien avec un projet d'aménagement urbain et/ou d'infrastructure routière tel que le présent projet :

N°	Objectif	N°	Orientations
AIR 1	Améliorer la qualité de l'air pour la santé des franciliens	AIR 1.1	Poursuivre l'amélioration des connaissances en matière de qualité de l'air
		AIR 1.2	Caractériser le plus précisément possible l'exposition des franciliens
		AIR 1.3	Inciter les franciliens et les collectivités à mener des actions améliorant la qualité de l'air

Tableau 9 : objectifs et orientations du SCRAE Ile-de-France 2012

II. 4. 4. Plan de Déplacements Urbains

Le Plan de Déplacements Urbains en vigueur a été validé en 2014. Les actions du PDU doivent être élaborées en cohérence avec les prescriptions ou orientations définies par les PPA et SCRAE. Le tableau ci-dessous présente les actions à mettre en œuvre :

N°	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 voirie 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 10 : actions du PDU Ile-de-France 2014

Les cibles du PDU s'appliquent globalement à l'optimisation des déplacements et au développement des transports en commun et de la mobilité douce en vue de limiter les émissions polluantes liées au trafic routier.

L'étude d'impact concernant l'aménagement du projet, en particulier le volet air et santé, s'inscrit dans en cohérence avec le PPA et le SCRAE puisqu'il contribue à poursuivre l'amélioration des connaissances locales en matière de qualité de l'air ainsi qu'à caractériser au mieux l'exposition de la population francilienne.

III. CAMPAGNE DE MESURE

III. 1. Méthodologie

III. 1. 1. Polluants mesurés

La circulaire interministérielle Equipement/Santé/Écologie 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 précise que les deux polluants à prendre en compte sont le benzène et le dioxyde d'azote (NO₂).

Néanmoins, les émissions de benzène par les véhicules ont fortement diminué depuis 10 ans, les concentrations de ce polluant dans l'air ambiant sont dorénavant faibles et principalement liées à d'autres sources que le trafic routier (notamment le chauffage résidentiel).

En revanche, 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 NO₂ et en particules PM₁₀ doivent être analysées dans le cadre de l'état initial du site.

Une campagne de mesure in-situ est donc intégrée à l'étude en prenant comme traceur d'une part le NO₂ et d'autre part les particules PM₁₀ en lieu et place du benzène.

III. 1. 2. Mesure du NO₂

Le NO₂ est mesuré par capteurs passifs. Le résultat des mesures est une concentration moyenne qui intègre l'ensemble des variations des émissions de polluants pendant la période de mesure.

Les capteurs sont placés dans des boîtes les protégeant des intempéries et placées en hauteur sur des supports existants (candélabres, poteaux EDF...) pour éviter les actes de vandalisme. Rincout Air ne peut cependant pas garantir que la totalité des tubes pourront être récupérés à l'issue de la période d'exposition.

Boîte de protection contenant une cartouche NO₂

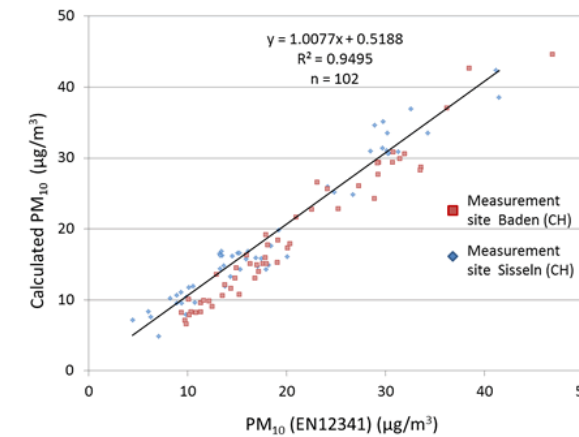


III. 1. 3. Mesure des PM₁₀

En se conformant aux méthodes réglementaires, les mesures de PM₁₀ en air ambiant nécessitent une instrumentation coûteuse et lourde à mettre en œuvre, notamment pour des besoins d'alimentation électrique. Ces contraintes ne permettent généralement pas d'échantillonner plusieurs points simultanément c'est pourquoi une méthode alternative est proposée dans le cadre de cette étude.

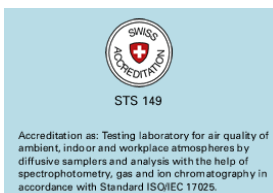
Celle-ci consiste à recueillir les particules par sédimentation sur un film adhésif et de réaliser par la suite une analyse granulométrique de l'échantillon par microscope électronique. Le comptage des particules par microscopie permet d'évaluer la teneur des PM₁₀ dans l'air ambiant au cours de la période d'exposition des films.

Collecteur de PM₁₀



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

Cette méthode est adaptée de la norme allemande VDI 2119 pour les particules PM_{2.5} (Sampling of atmospheric particles "größer" 2,5 µm on an acceptor surface using the Sigma-2 passive sampler - Characterisation by optical microscopy and calculation of number settling rate and mass concentration).



Les analyses seront 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 par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie et de chromatographie en phase gazeuse.

III. 1. 4. Plan d'échantillonnage

Les points de mesure doivent permettre de caractériser les différentes typologies de site et prendre en compte les aménagements spécifiques prévus par le projet. Dans ce cadre, **5 points de mesure** sont sélectionnés pour évaluer les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) et particules PM₁₀. Le tableau et la figure suivants présentent le plan d'échantillonnage réalisé. La localisation précise et les photographies des points figurent en Annexe 2.

	Type	Localisation
P1	Fond	Route du Golf de Villeray
P2	Trafic	Avenue Louis Lachenal
P3	Trafic	Lotissement nord-ouest de la ZAC (devant la Mairie)
P4	Fond	Chemin nord de la ZAC (proche étang)
P5	Fond	Champ (intérieur de la ZAC)

Tableau 11 : description des points de mesure

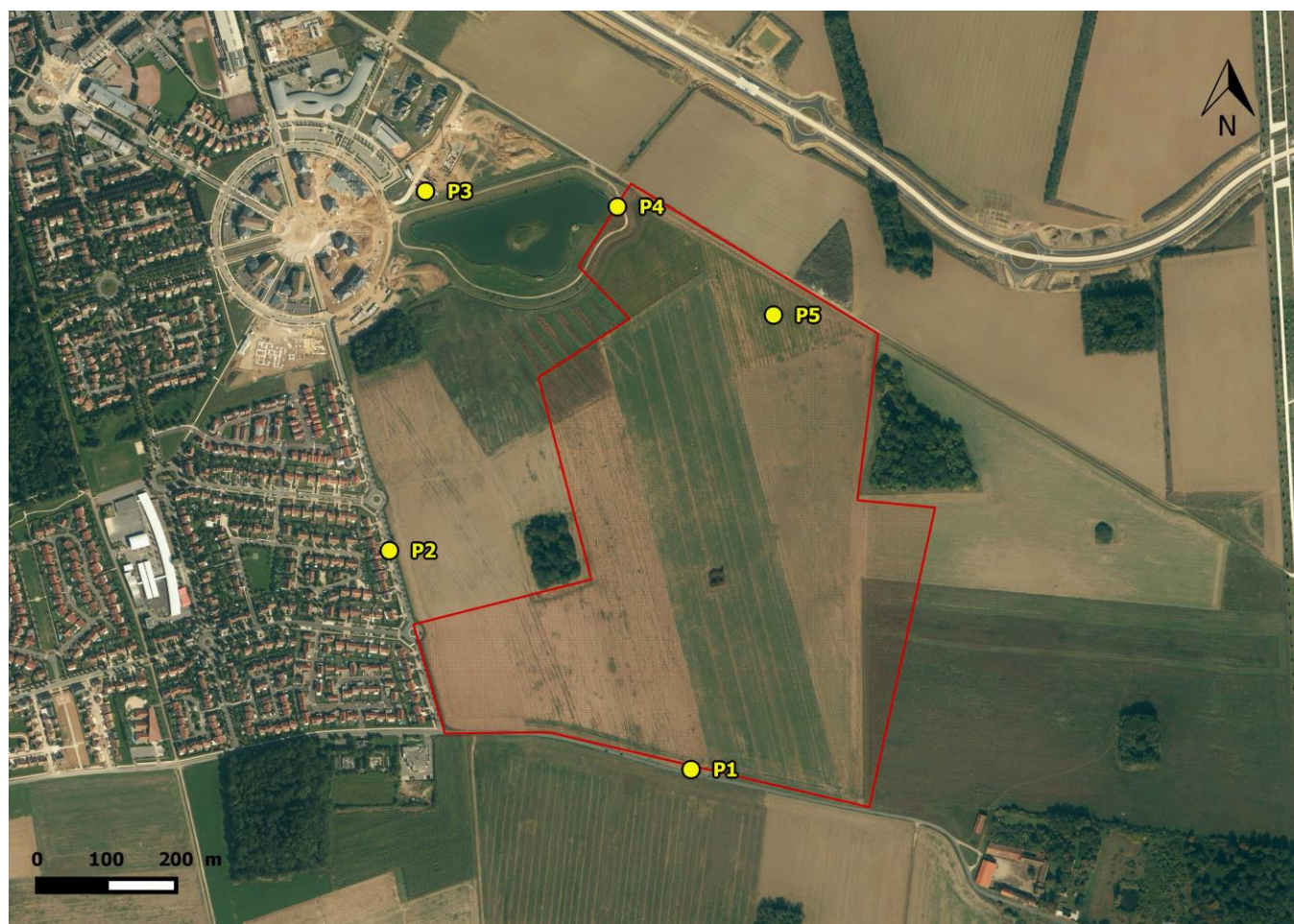


Figure 9 : localisation des points de mesure

III. 2. Conditions lors de la campagne de mesure

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

La campagne de mesure est réalisée du **vendredi 24 juin au vendredi 8 juillet 2016**.

III. 2. 2. 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 de Melun, située à environ 16 km à l'est du projet. La figure 10 illustre la localisation de cette station par rapport à la zone d'étude.



Figure 10 : localisation de la station météorologique de référence

III. 2. 3. Températures et précipitations

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 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 11 présente la comparaison des températures et précipitations enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales saisonnières de la station Météo France de Melun.

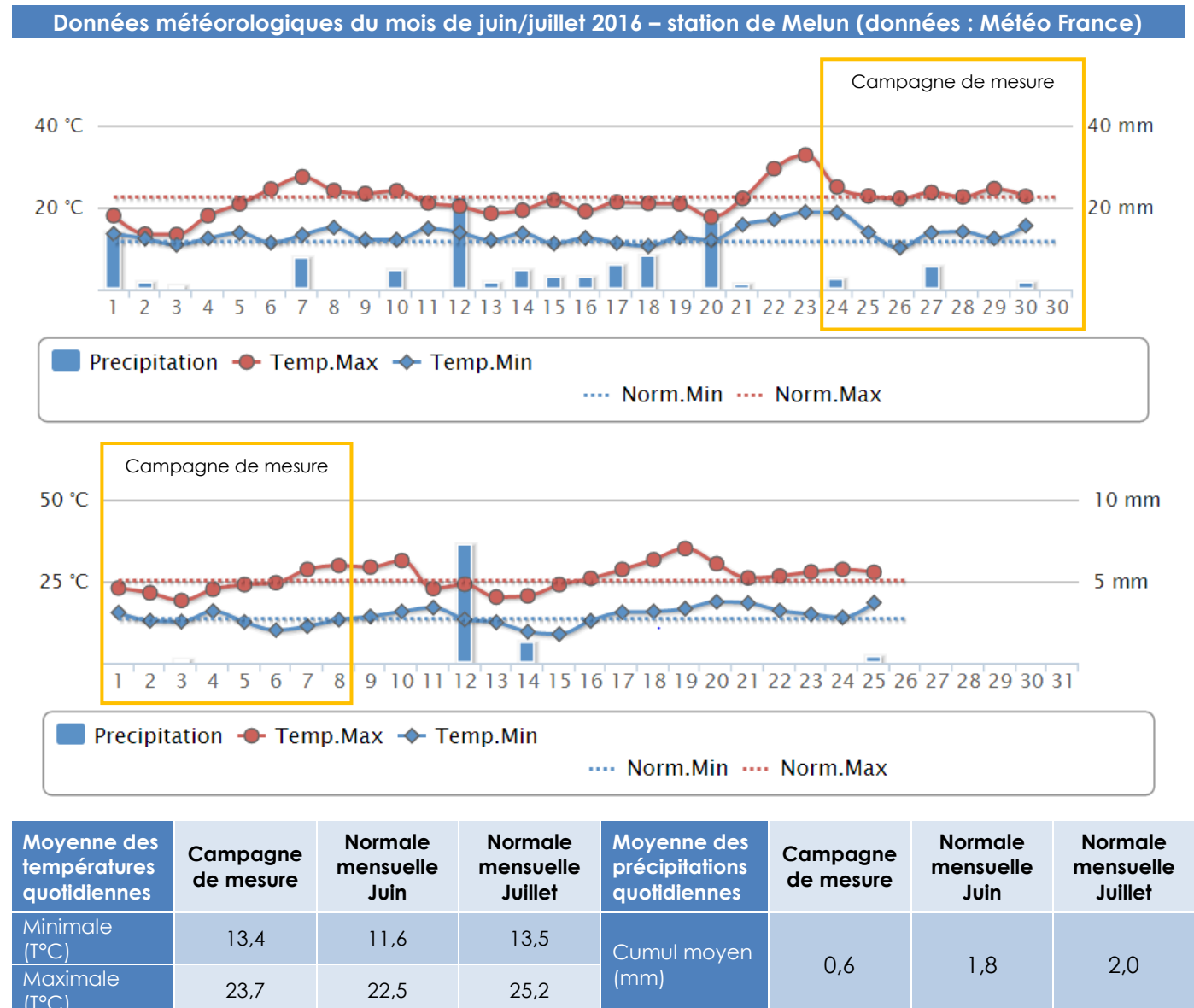


Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures observées au cours de la campagne de mesure sont conformes aux normales saisonnières. En revanche le cumul moyen de précipitations sur la période de mesure est déficitaire par rapport aux normales.

Ces températures douces, caractéristiques des conditions estivales, sont favorables à des concentrations légèrement plus faibles en NO₂ (et légèrement plus fortes en ozone) pendant la campagne de mesure par rapport à la moyenne annuelle.

Les concentrations en particules PM₁₀ sont généralement plus faibles durant l'été qu'en début de printemps (cf. Figure 7) notamment du fait de la baisse des émissions des différentes sources (agriculture, chauffage urbain, trafic routier plus faible durant l'été, etc.). Néanmoins les précipitations importantes qui ont eu lieu avant la campagne de mesure, suivie d'une période plus sèche peuvent conduire à des phénomènes de remise en suspension des poussières et une augmentation des concentrations de particules PM₁₀, notamment dans les zones agricoles (champs).

III. 2. 4. 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 vents⁴ établie à partir de la fréquence d'apparition des vents en fonction de leur direction et de leur vitesse :

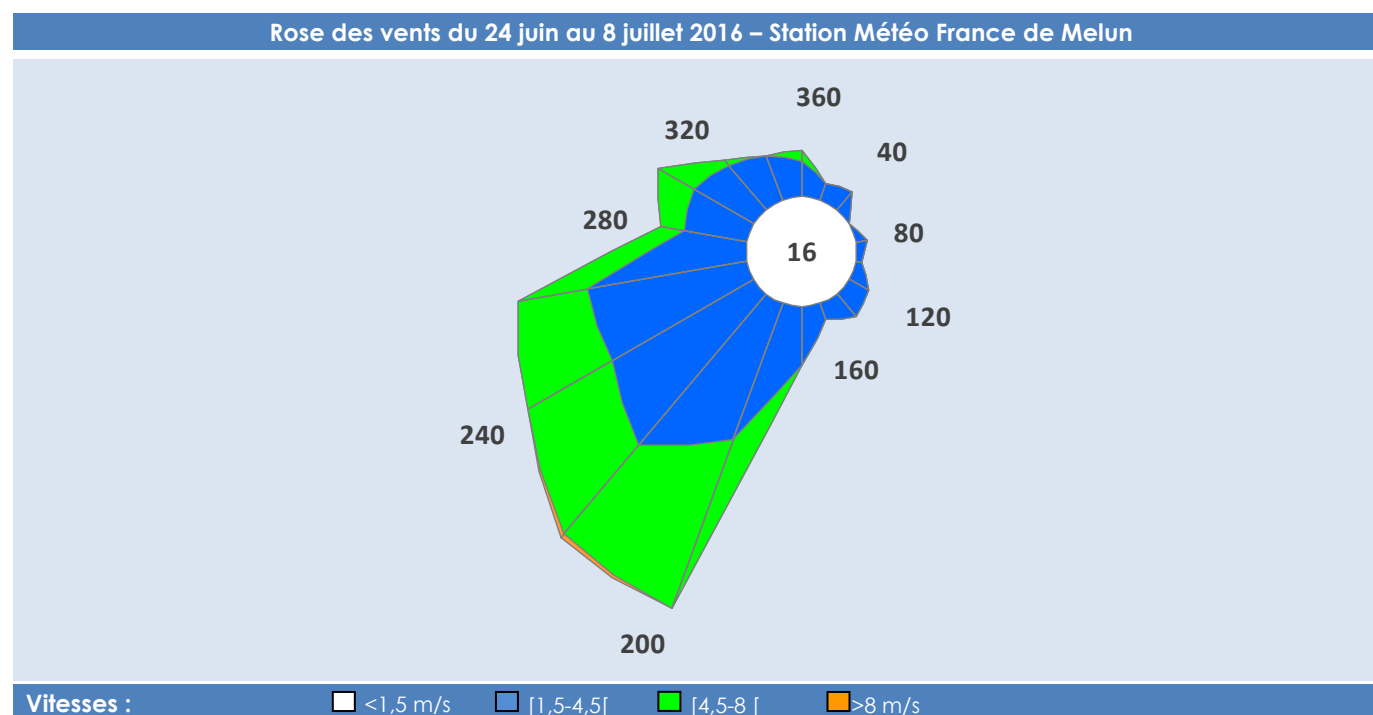


Figure 12 : étude des conditions de vent

La rose des vents se caractérise par un secteur sud-ouest majoritaire, ce qui laisse envisager des concentrations plus importantes au niveau des points de mesure situés directement au nord-est des axes routiers les plus fréquentés.

Ces conditions d'impact sont à nuancer au vu des faibles vitesses de vents (73 % des occurrences de vents ont des vitesses inférieures à 4,5 m/s). Les vents faibles entraînent en effet une moins bonne dispersion des polluants et un impact plus important sur les points les plus proches des sources d'émission (points de trafic).

III. 2. 5. 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. Les données des stations les plus proches de la zone d'étude (station d'Evry, Melun et RN6 Melun) sont recensées ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne campagne (µg/m ³)	Moyenne 2015 (µg/m ³)	Moyenne 2011-2015 (µg/m ³)
Evry	NO ₂	22,5	27	29
Melun	NO ₂	13,5	20	21
	O ₃	45,6	46	42
RN6 Melun	NO ₂	37,8	47	48
	PM ₁₀	16,7	28	30

Tableau 12 : étude des données des stations d'Evry, Melun et RN6 Melun (données : Airparif)

En lien avec les conditions climatiques, les résultats des stations d'Airparif situées à proximité du projet confirment des concentrations en NO₂ plus faibles pendant la campagne qu'à l'échelle annuelle (en prenant l'année 2015 comme année de référence). En moyenne sur les trois stations, une valeur annuelle d'environ 30 % supérieure à celle de la campagne de mesure peut donc être attendue.

Les données d'Airparif confirment également des teneurs en particules PM₁₀ plus faibles d'environ 40 % pendant la campagne de mesure (période estivale) qu'à l'échelle annuelle (cf. paragraphe III. 2. 3).

⁴ 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. 3. Résultats

III. 3. 1. Validité des mesures par capteur passif

La validité des mesures par capteurs passifs est établie par trois facteurs :

- o 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 lié à l'air échantillonné.
- o 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 standard⁵ sur les valeurs obtenues permet de situer les mesures par rapport aux biais éventuels engendrés par la méthode de prélèvement et d'analyse.
- o La comparaison aux méthodes de référence décrites dans les textes réglementaires : le laboratoire Passam Ag effectue régulièrement la comparaison des résultats de la mesure par capteur passif par rapport aux méthodes de référence (exemple : chimiluminescence pour la mesure du NO₂).

Le tableau 13 regroupe les différents paramètres caractérisant les mesures :

Facteurs de validité	NO ₂
Concentration estimée sur le blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,4 µg/m ³
Concentration moyenne du triplet (valeur du blanc retranchée du calcul)	10,2 µg/m ³
Ecart standard	2,2 %
Ecart relatif à la méthode de référence (source : Passam Ag – 04/01/16)	19,0 %

Tableau 13 : paramètres de validité de la campagne de mesure

La concentration en NO₂ estimée sur le blanc est très faible (< 0,4 µg/m³), indiquant l'absence de contamination des supports. Néanmoins tous les résultats présentés dans la suite de ce rapport tiennent compte des valeurs obtenues en retranchant la masse résiduelle du blanc pour le calcul des concentrations.

L'écart standard calculé sur les résultats du triplet est également très faible (un écart jusqu'à 30 % peut être considéré comme fiable pour la répétabilité de la méthode des mesures par capteurs passifs).

L'écart relatif à la méthode de référence permet de juger dans la suite des résultats si le dépassement d'une valeur réglementaire est suffisant au regard de l'incertitude par rapport à la méthode de référence pour laquelle la réglementation a été établie.

III. 3. 2. Répartition des concentrations

Le tableau 14 présente les concentrations en NO₂ et en PM₁₀ mesurées **du 24 juin au 8 juillet 2016**. Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude (figure 13 ci-contre).

Polluant	P1	P2	P3	P4	P5
NO ₂ (µg/m ³)	10,1	17,2	14,7	12,7	10,2
PM ₁₀ (µg/m ³)	38,2	19,5	15,6	18,7	36,5

Tableau 14 : résultats des mesures de NO₂ et PM₁₀

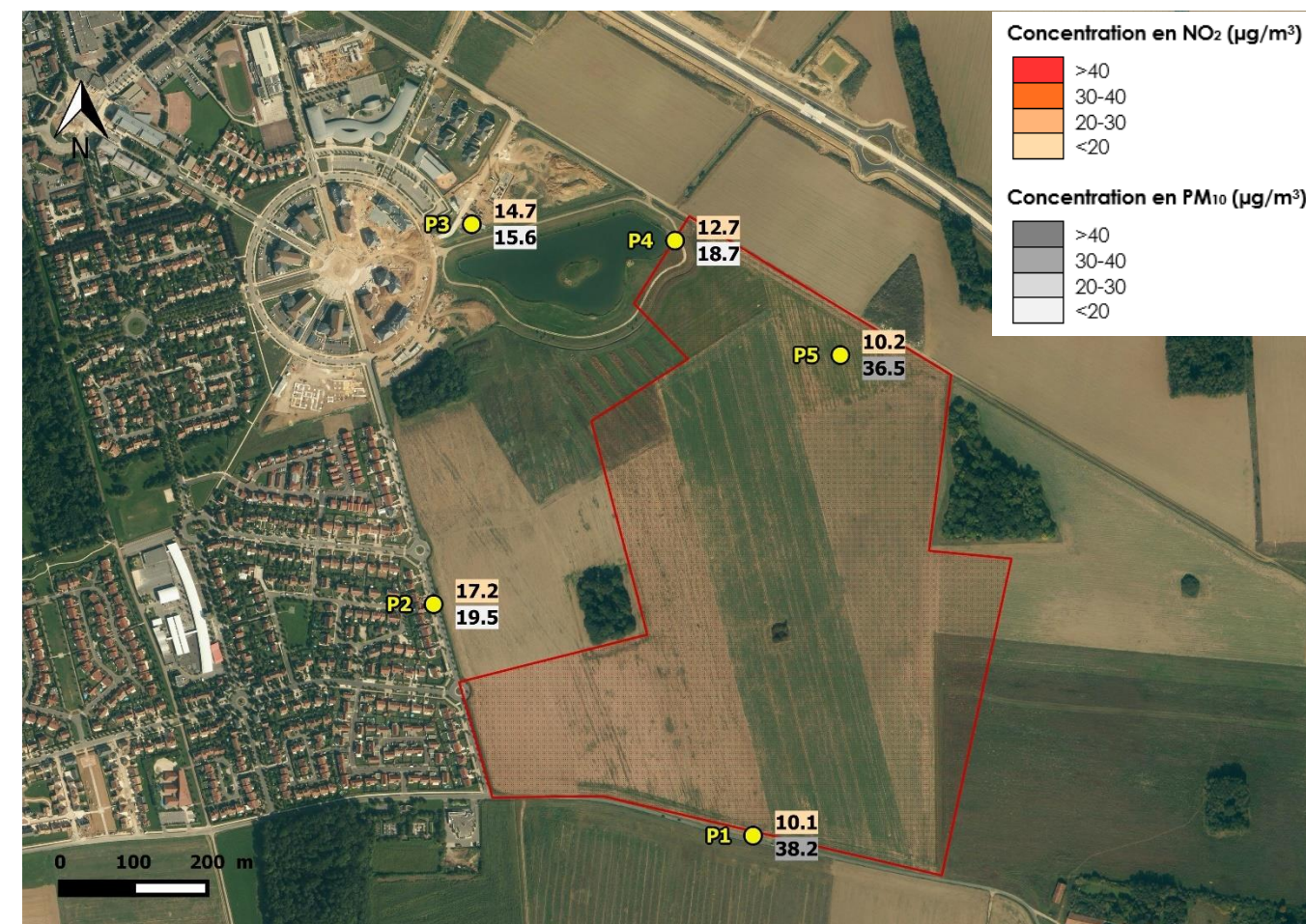


Figure 13 : cartographie des résultats

La répartition des concentrations en NO₂ met en évidence des teneurs faibles dans l'environnement du projet, que ce soit au niveau des points de trafic ou des points de fond qui caractérisent l'exposition chronique des populations vis-à-vis de la pollution. La valeur maximale (17,2 µg/m³) est mesurée au niveau du point de trafic P2, à proximité immédiate de l'avenue Louis Lachenal.

En revanche la répartition des concentrations en PM₁₀ met en évidence des teneurs plus faibles au niveau des points de trafic que sur les points de fond P1 et P5. En effet, contrairement au NO₂ qui est émis principalement par le trafic routier en zone urbaine, les particules PM₁₀ sont émis par une multiplicité de sources, notamment agricoles dans le département (cf. paragraphe II. 1. 1). D'autre part la présence d'un chantier à proximité du point P5 peut entraîner une pollution ponctuelle de poussières s'ajoutant à la pollution de fond. Ces résultats indiquent que la circulation routière n'est pas la source principale d'émission des particules PM₁₀ sur la zone d'étude.

⁵ 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. 3. 3. 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.

La figure 14 présente la comparaison indicative pour les concentrations en NO₂ mesurées lors de la campagne in-situ :

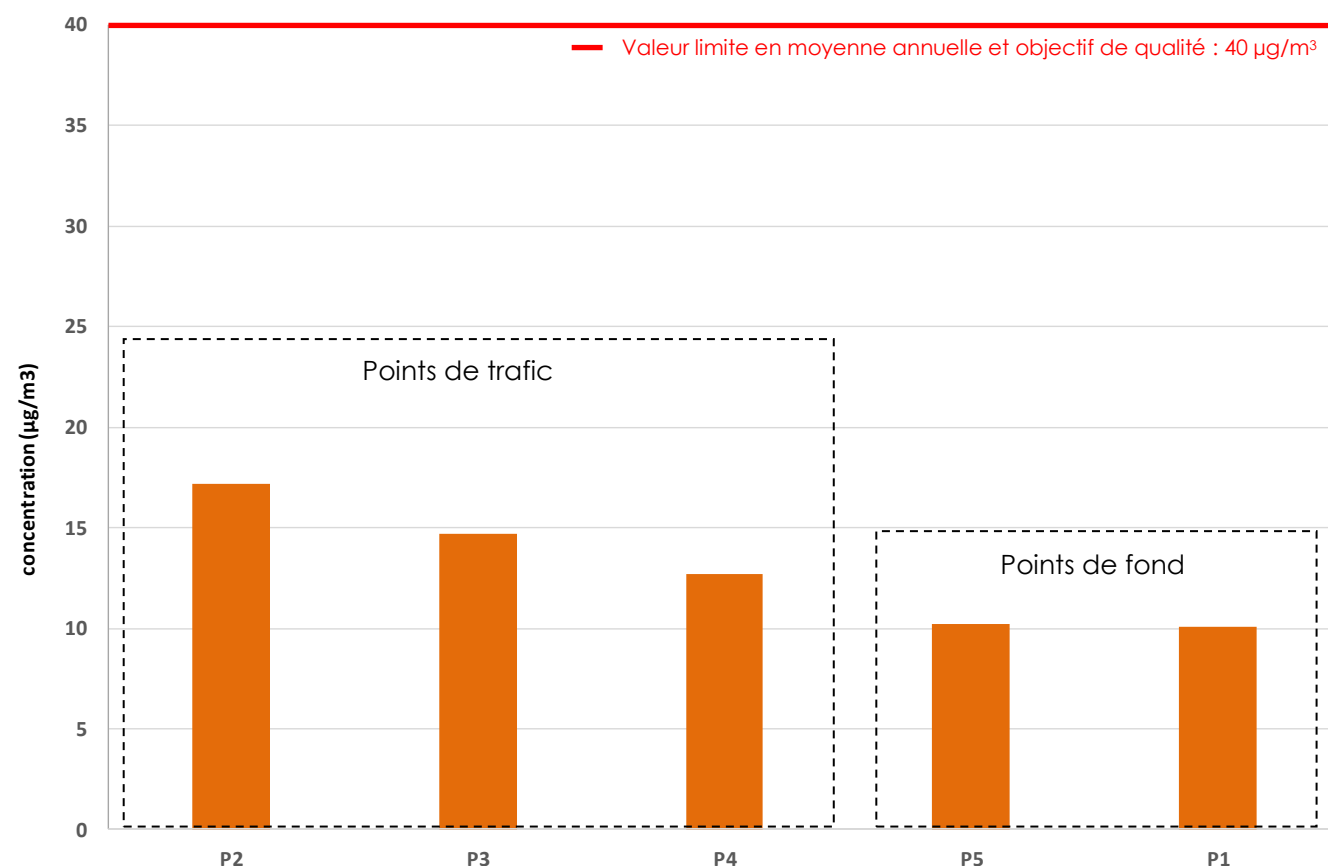


Figure 14 : comparaison des résultats des concentrations NO₂ à la réglementation

La distribution des résultats par niveau de concentration est cohérente avec les typologies de point de mesure. Par ailleurs, bien que la campagne de mesure soit associée à des concentrations de NO₂ d'environ 30 % plus faibles qu'à l'échelle annuelle (cf. paragraphe III. 2. 5), aucun dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle (40 µg/m³) n'est envisagé au vu des faibles teneurs en NO₂ mesurées.

La figure 15 présente la comparaison indicative des résultats des mesures pour les concentrations en particules PM₁₀ par rapport aux valeurs réglementaires :

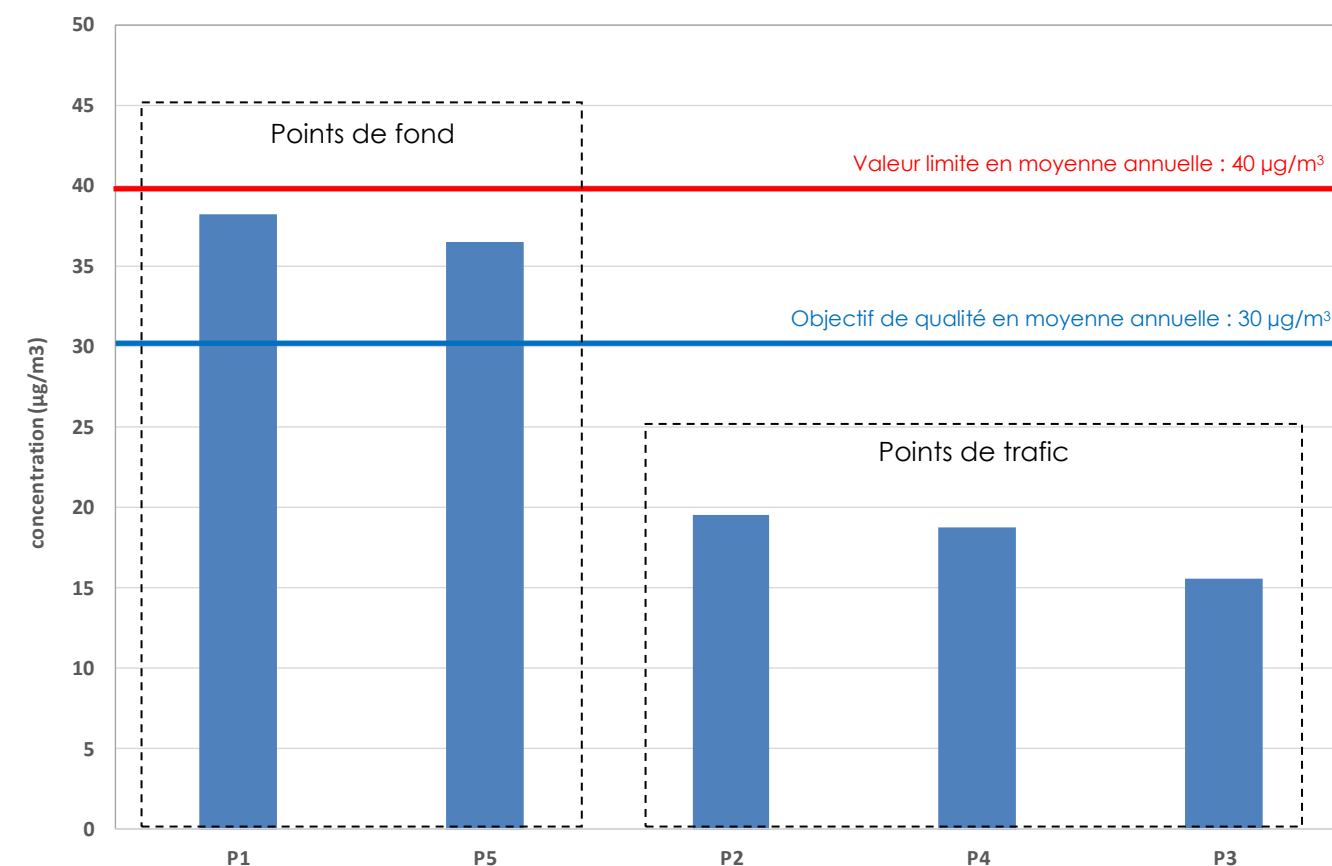


Figure 15 : comparaison des résultats des concentrations PM₁₀ à la réglementation

La distribution des résultats par niveau de concentration en PM₁₀ est inverse à celle observée pour le NO₂, ce qui confirme que le trafic routier n'est pas la principale source d'émission de particules sur la zone d'étude.

Aucun point de mesure ne présente de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle (40 µg/m³) durant la campagne de mesure. Cependant les points P1 et P5 présentent des dépassements de l'objectif de qualité (30 µg/m³). De plus, la campagne de mesure est associée à des concentrations de PM₁₀ d'environ 40 % plus faibles qu'à l'échelle annuelle (cf. paragraphe III. 2. 5), ainsi des dépassements de la valeur limite en moyenne annuelle (40 µg/m³) au niveau de ces deux points peuvent être envisagés. Cette hypothèse reste cependant à modérer puisqu'un chantier à proximité du point P1 a pu entraîner des émissions de poussières et donc une augmentation des concentrations.

IV. ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET

IV. 1. Méthodologie

IV. 1. 1. Polluants estimés

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

- o les oxydes d'azote (NO_x) ;
- o le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- o le monoxyde de carbone (CO) ;
- o les hydrocarbures ;
- o le benzène (C₆H₆) ;
- o les particules émises à l'échappement ;
- o le cadmium (Cd) ;
- o le plomb (Pb).

En plus des espèces recommandées par la circulaire Equipement/Santé/Écologie du 25 février 2005 sont également calculées les émissions de gaz carbonique (CO₂) 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**⁶.

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

IV. 1. 3. Scénarios considérés

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

- o La situation actuelle (2016),
- o La situation future sans projet (2032),
- o La situation future avec projet (2032) incluant l'hypothèse d'élargissement de la francilienne.

NB : Les statistiques INRETS ne couvrent pas les années postérieures à 2025 aussi la composition du parc roulant pour les scénarios 2032 est considérée équivalente à celle de 2025.

IV. 1. 4. Données de trafic

Les données de trafic du projet sont extraites de l'étude de circulation réalisée par CDVIA pour l'EPA Sénart et référencée « 5911_EPASENART_SPDP_ZAC-de-VILLERAY-V3-270217 ».

Les hypothèses suivantes sont prises pour compléter les données :

- Le pourcentage de poids lourds n'étant renseigné que pour certains brins, le même pourcentage est appliqué dans la continuité des axes.
- Le pourcentage de poids lourds est considéré comme équivalent entre les différents scénarios.
- La vitesse de circulation de tous les véhicules est considérée égale à la vitesse maximale autorisée.

Le tableau 15 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)
0	Nouvel accès ZAC de Villeray sud	0	0	0	0	2534	26	35
1	Rte de Villepecle au nord	15170	310	23863	487	25598	522	70
2	Rte de Villepecle (sud av. de la Tour Maury)	7399	151	13642	278	13642	278	90
3	Av. de la Tour Maury	8016	164	10280	210	11770	240	70
4	RD402 (est Côte de l'Entre-Deux)	10652	108	13078	132	10504	106	70
5	Côte de l'Entre-Deux	2623	27	3901	39	3821	39	70
6	Nouvel accès ZAC Clé de Saint Pierre au nord	0	0	1317	13	1742	18	30
7	RD947 (ouest route de Villepecle)	5939	121	8016	164	9124	186	70
8	RD947 (approche bd C. Julien)	5939	121	7056	144	7585	155	70
9	RD947 (entre rue Mozart et av. L. Lachenal)	7193	147	11250	230	9143	187	50
10	RD947 ouest	10175	315	14143	437	11155	345	50
11	Rue du Commerce	2257	23	2356	24	2396	24	50
12	Av. Louis Lachenal (sud RD947)	4365	135	5044	156	7081	219	50
13	Cour Jean Jaurès	139	1	247	3	247	3	30
14	Rue Mozart	1416	14	1940	20	1841	19	30
15	Av. Suzanne Lenglen	594	6	525	5	624	6	30
16	Av. Jules Ladoumergue	208	2	317	3	277	3	30
17	Av. Louis Lachenal (entre Lenglen et Ladoumergue)	1765	55	2212	68	3298	102	50
18	Nouvel accès ZAC de Villeray (sud bd. Julien)	0	0	832	8	2534	26	30
19	Bd. Christian Julien (section ouest)	3415	35	5831	59	6059	61	70
20	Nouvel accès ZAC Clé de Saint Pierre au sud	0	0	812	8	851	9	30
21	Bd. Christian Julien (section est)	3415	35	4594	46	4059	41	70
22	Av. Fernand Sastre	594	6	693	7	624	6	25
23	Av. Louis Lachenal (entre Ladoumergue et Sastre)	1494	46	1872	58	3026	94	50
24	Nouvel accès ZAC de Villeray à l'ouest	0	0	0	0	2218	22	30
25	Av. Louis Lachenal (entre Sastre et rte de Villeray)	718	22	1125	35	1018	32	50
26	Rte du Golf de Villeray ouest	611	19	1154	36	1668	52	50
27	Rte du Golf de Villeray est	69	1	109	1	762	8	50
28	Nouvel accès ZAC Clé de Saint Pierre à l'ouest	0	0	1000	10	1505	15	30
29	Rue de la Tour Maury (nord RD947)	6965	215	9176	284	10583	327	70

Tableau 15 : données de trafic

⁶ Thèse de Béatrice BOURDEAU : " Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020 ", rapport LEN n°9801, janvier 1998 et 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. 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 sans projet/actuel	Futur avec projet	Variation avec projet/actuel	Variation avec projet/sans projet
Consommation	tep*/j	3,660	5,296	44,7%	5,640	54,1%	6,5%
CO ₂	t/j	12,296	17,883	45,4%	19,045	54,9%	6,5%
NO _x	kg/j	29,645	44,340	49,6%	47,474	60,1%	7,1%
CO	kg/j	18,024	15,064	-16,4%	15,966	-11,4%	6,0%
SO ₂	kg/j	0,311	0,452	45,4%	0,481	54,9%	6,5%
COV	kg/j	1,212	1,219	0,6%	1,310	8,0%	7,4%
Poussières	kg/j	2,333	3,165	35,7%	3,354	43,8%	6,0%
Benzène	g/j	0,047	0,043	-9,1%	0,046	-3,4%	6,2%
Cadmium	ng/j	0,039	0,056	45,4%	0,060	54,9%	6,5%
Plomb	ng/j	0,000	0,000	0%	0,000	0%	0%

*tonne équivalent pétrole

Tableau 16 : bilan des émissions

Malgré l'augmentation globale du trafic pour le scénario futur sans projet, une baisse des émissions de certains polluants (CO et benzène) peut être constatée. Cette baisse est liée à l'évolution du parc routier et la mise en circulation de véhicules moins polluants projetée entre 2016 et 2032 (sur la base des hypothèses INRETS maximales de 2025). La variation des émissions de plomb est nulle car ce polluant n'est plus présent dans les carburants.

Ces diminutions sont retrouvées dans une moindre mesure pour le scénario futur avec projet, cependant l'apport de trafic génère une augmentation d'environ 54 % pour le CO₂, le SO₂, et le cadmium. Cette augmentation est légèrement plus forte pour le NO₂ (environ 60 %) et moins forte pour les particules (environ 44 %).

Entre les deux scénarios futurs, **le scénario « avec projet » entraîne une augmentation des émissions polluantes d'environ 6,5 %** 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 actuelles
- Les émissions futures sans projet
- Les émissions futures avec projet
- Les variations entre les scénarios futurs sans projet et avec projet

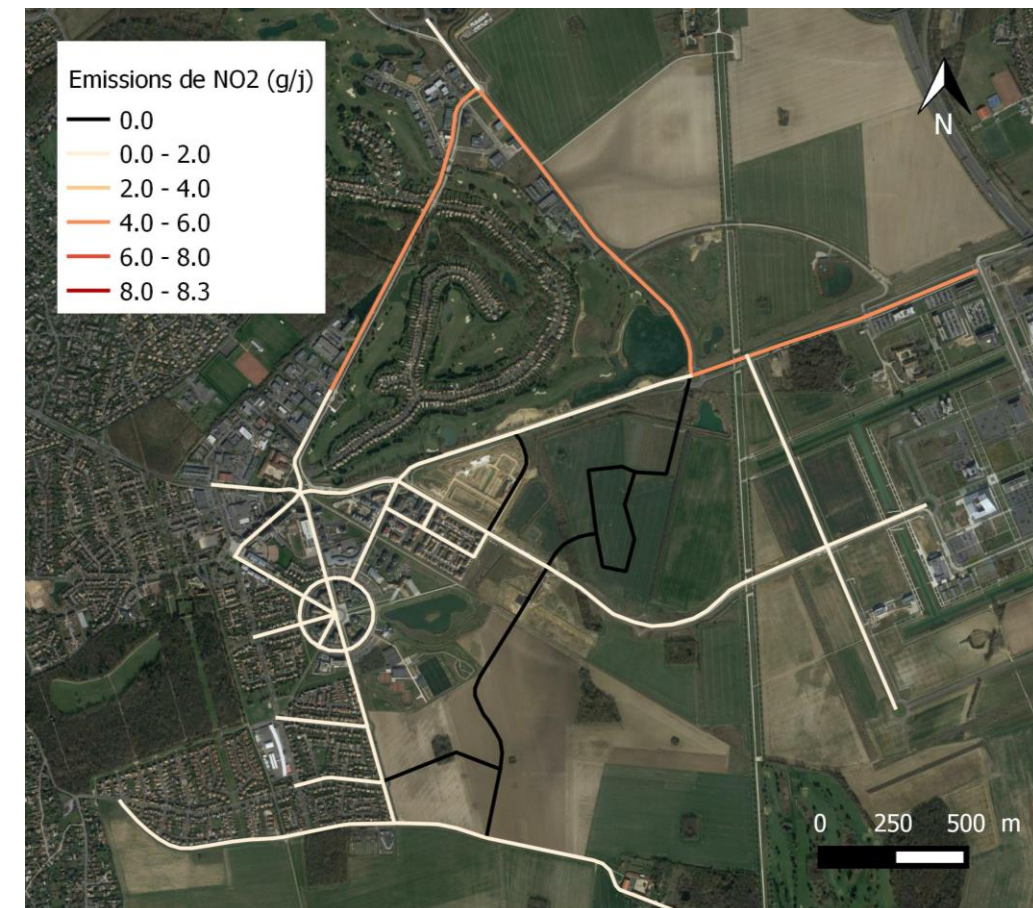


Figure 16 : émissions de NO_x actuelles

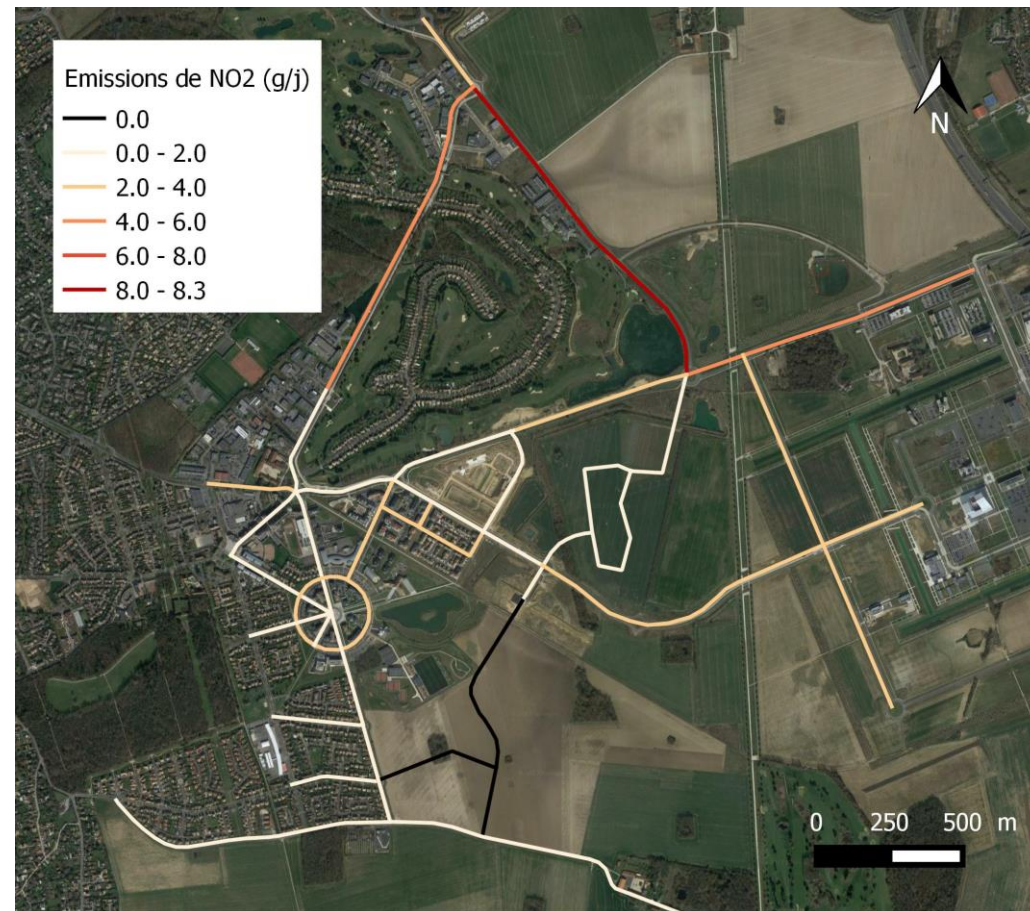


Figure 17 : émissions de NO_x futures sans projet

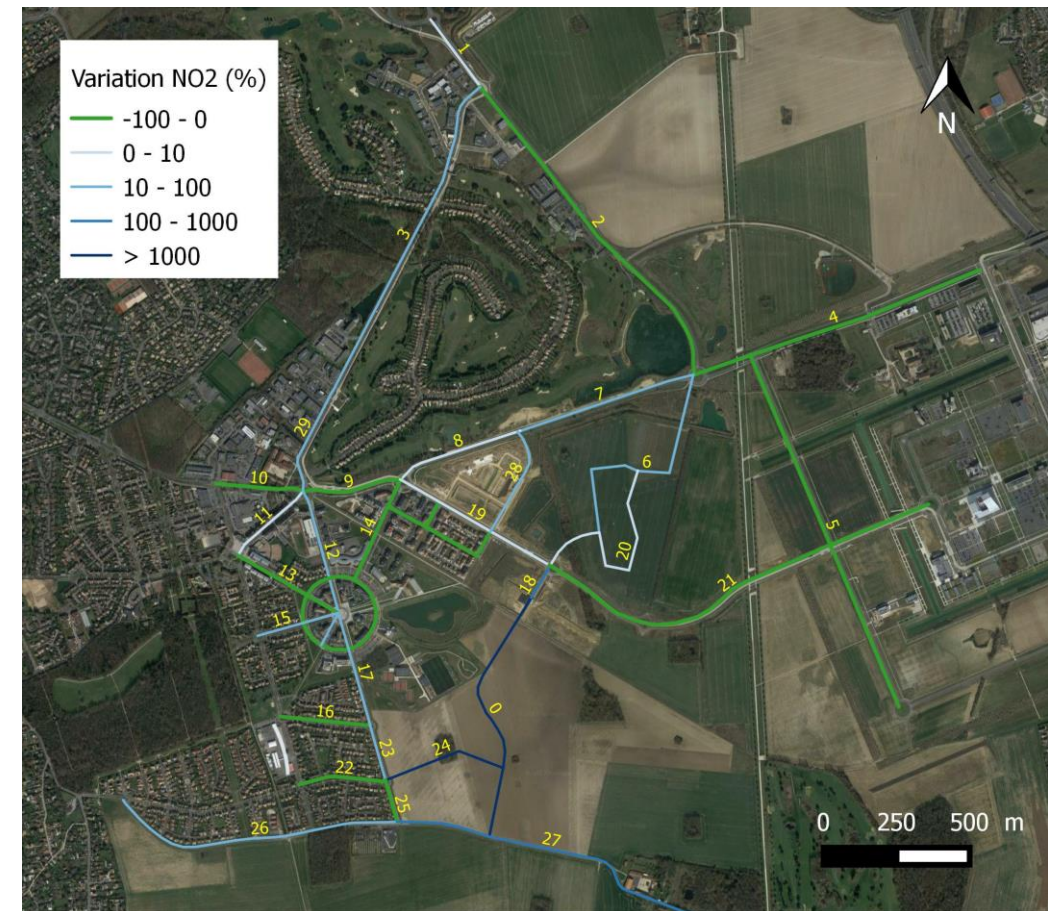


Figure 19 : variation des émissions de NO_x avec et sans projet

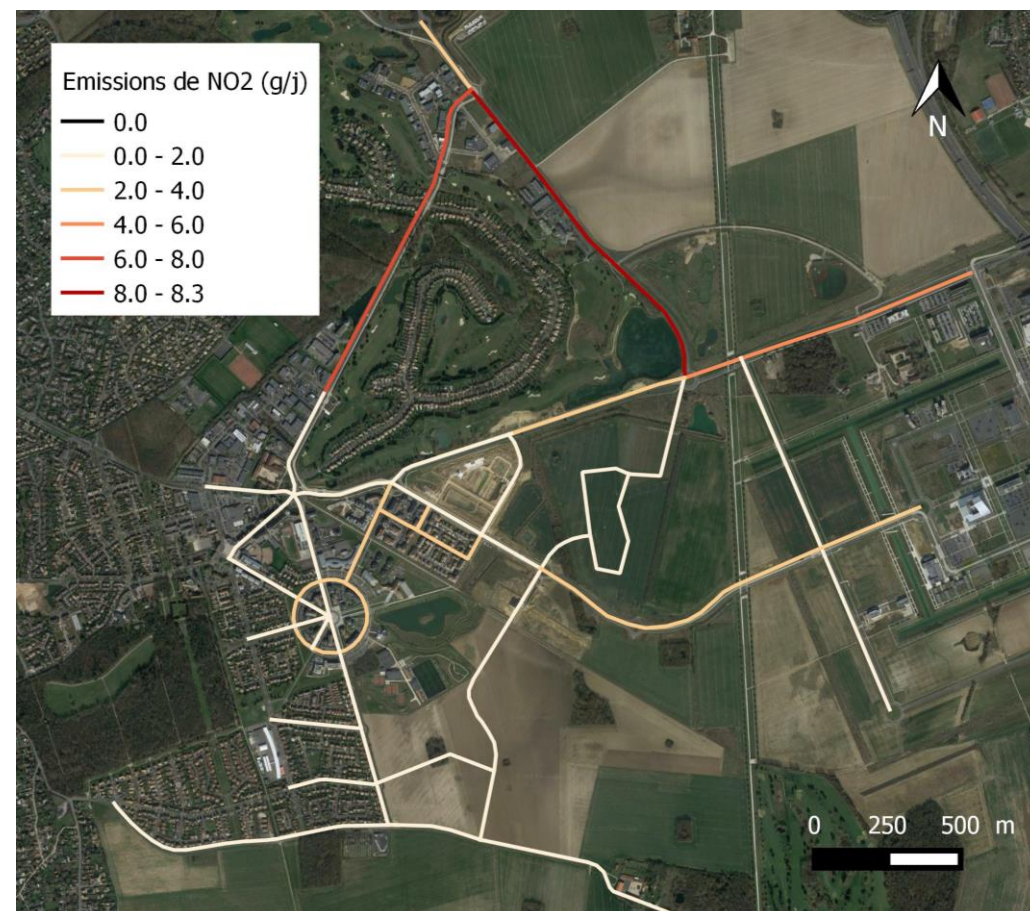


Figure 18 : émissions de NO_x futures avec projet

Les augmentations des émissions polluantes entraînées par le projet sont essentiellement localisées sur les futurs axes permettant l'accès à la ZAC du Villeray (brins 0, 18 et 24). Néanmoins la figure 18 indique que les émissions de NO_x sur ces voies restent parmi les plus faibles sur la zone d'étude.

Les émissions polluantes les plus importantes sur la zone d'étude sont localisées sur l'avenue de la Tour Maury et la route de Villepecle (brins 2 et 3). Toutefois le projet n'entraîne pas d'augmentation des émissions sur l'avenue de la Tour Maury.

Le projet a par ailleurs un impact positif sur les émissions polluantes de nombreuses voies dans la zone d'étude.

L'ensemble de ces résultats laisse envisager un impact modéré du projet sur la qualité de l'air.

IV. 3. Note sur les impacts du projet en phase chantier et les mesures de lutte contre la pollution atmosphérique

IV. 3. 1. Impacts en phase chantier

La mise en service d'un projet routier passe par une phase chantier plus ou moins importante. Les différentes sources de pollution atmosphériques possibles durant cette phase sont les suivantes :

- **Pollution issue des gaz d'échappement des engins** : ce sont principalement des engins diesel mobiles - tels que les engins de terrassement, compacteurs, tombereaux, etc. - ou fixes - tels que les compresseurs, les groupes électrogènes, les centrales d'enrobage, etc. Ces engins émettent à l'atmosphère de nombreux polluants liés à la combustion du carburant (NO_x, composés organiques volatils, particules fines...). Cette source de pollution peut être limitée en utilisant des véhicules aux normes (échappement et taux de pollution).
- **Pollution liée aux procédés de travail mécaniques** : il s'agit des émissions de poussières et d'aérosols issues de sources ponctuelles ou diffuses sur les chantiers (utilisation de machines et d'appareils, transports sur les pistes, travaux de terrassement, extraction, transformation et transbordement de matériaux, vents tourbillonnants, etc.). Elles concernent les activités poussiéreuses telles que ponçage - fraisage - perçage - sablage - taille - aiguisage - extraction - concassage - broyage - jets en tas - rejets (au bout du tapis roulant) - tri - tamisage - chargement/déchargement - saisissement - nettoyage - transport. Ce type d'activité entraîne principalement des envols de poussières qui altèrent la qualité de l'air et salissent les parcelles et façades environnantes, ces poussières peuvent être très mal perçues par le voisinage. Cette source de pollution peut être limitée en arrosant les routes de chantier par temps sec et venteux, en appliquant un fond de roulage sur les routes de chantier, ou encore en bâchant les stocks et les camions.
- **Pollution liée aux procédés de travail thermiques** : il s'agit des procédés de chauffage (pose de revêtement) - découpage - enduisage à chaud - soudage - dynamitage, qui dégagent des gaz et des fumées. Sont particulièrement concernées des opérations telles que préparation (à chaud) du bitume (revêtements routiers, étanchéités, collages à chaud), ainsi que les travaux de soudage. Le traitement de produits contenant des solvants ou l'application de processus chimiques (de prise) sur les chantiers dégage notamment des solvants (activités : recouvrir - coller - décaper - appliquer des mousses - peindre - pulvériser). Cette pollution génère également des odeurs qui peuvent gêner les populations avoisinantes.
- **Pollution liée aux modifications de circulation induites par le chantier** : il s'agit de la pollution supplémentaire engendrée indirectement par le chantier du fait des phénomènes de congestion (une vitesse de circulation des véhicules entraîne une augmentation de la consommation de carburant et donc des émissions atmosphériques), des reports de trafic sur d'autres voies (déplacement de la pollution vers d'autres voies de circulation existantes), etc.

IV. 3. 2. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports routiers 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 donnée⁷ :

- **Les haies végétales** : L'implantation d'une ou plusieurs rangées d'arbres le long d'une voie peut avoir un triple impact théorique contre la pollution atmosphérique : dépôt de particules sur les feuilles, captation des polluants gazeux par les stomates, et modification de la dispersion du vent. Néanmoins les expériences menées en pratique montrent que ces effets sont incertains et probablement faibles, c'est pourquoi elles ne peuvent être recommandées comme moyen efficace de lutte contre la pollution atmosphérique.
- **Les murs anti-bruit** : Un grand nombre d'études met en évidence leur effet sur la déviation des masses d'air provenant des voies de circulation. Cet effet dépend de nombreux paramètres tels que la météorologie, la hauteur du mur et sa position par rapport aux vents dominants. En fonction de ces paramètres, l'effet contre la pollution atmosphérique peut être positif ou négatif. Cet impact doit donc être évalué au cas par cas, en tenant compte de la configuration locale par rapport aux lieux habités et ne permet pas de garantir systématiquement une réduction de la pollution atmosphérique à long-terme.
- **Les revêtements photocatalytiques** : des enduits ou ciments à base de dioxyde de titane sont capables, sous l'action de la lumière, de dégrader les oxydes d'azote. Ils peuvent être appliqués sur les chaussées ou sur les murs dans l'objectif de réduire la pollution atmosphérique à proximité d'une voie de circulation. Malgré une efficacité démontrée en laboratoire, les tests en conditions réelles ne permettent de retrouver un effet positif qu'à partir d'un niveau de pollution initial très élevé, ainsi que dans des conditions météorologiques favorables et d'entretien intensif pour éviter l'encrassement des revêtements photocatalytiques. Cette méthode coûteuse à mettre en œuvre ne permet pas de constater de diminution des concentrations au niveau des populations exposées c'est pourquoi elle ne peut pas être recommandée comme mesure de lutte contre la pollution.

De manière générale, ce type d'aménagement ne permet donc pas de remédier à la pollution atmosphérique générée par le transport routier. Néanmoins, afin de réduire l'exposition des populations, les mesures de prévention suivantes peuvent être recommandées :

- **Eviter les situations à risque** : il s'agit lors de la programmation du projet de prévoir un éloignement des sites sensibles, ou à forte densité de population, par rapport aux axes routiers où le trafic est le plus important.
- **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 douce...).

⁷ 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

V. SYNTHÈSE

V. 1. Etat initial

L'étude documentaire a mis en évidence les points suivants :

- L'urbanisation à l'ouest 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 NO₂ et les particules PM₁₀. De plus, l'environnement peut être soumis à des émissions polluantes industrielles provenant des différents sites implantés à l'ouest du projet. Les axes routiers à forte densité de circulation (notamment l'autoroute A5) sont relativement éloignés et ne constituent pas une source de pollution majeure au droit du projet.
- Les données historiques de la qualité de l'air au niveau régional (données Airparif) ne mettent pas en évidence une sensibilité particulière en zone de fond vis-à-vis de la pollution atmosphérique, malgré le dépassement des seuils réglementaires de NO₂ au niveau de la station de trafic RN6 de Melun.
- Différents sites sensibles sont situés à proximité de l'Avenue Louis Lachenal qui borde la zone d'étude à l'ouest et dont le projet peut faire évoluer significativement le trafic : le parc intercommunal des sports, le complexe sportif Louis Lachenal et l'école Les 4 saisons.
- Le volet air et santé du projet s'inscrit en cohérence avec les plans de prévention de la pollution atmosphérique notamment dans le cadre de l'amélioration continue des connaissances en matière de qualité de l'air et la caractérisation de l'exposition des franciliens à la pollution de l'air.

V. 2. Campagne de mesure

La campagne de mesure *in-situ*, réalisée du 24 juin au 8 juillet 2016, se caractérise par :

- Des conditions estivales favorables à de plus faibles teneurs en NO₂ et PM₁₀ par rapport à l'échelle annuelle (respectivement 30 % et 40 % environ).
- Des concentrations de NO₂ inférieures à la valeur limite annuelle et à l'objectif de qualité (40 µg/m³).
- Des concentrations de PM₁₀ inférieures la valeur limite annuelle (40 µg/m³), mais un dépassement de la valeur cible (30 µg/m³) sur deux points de mesure (P1 et P5). Ces points de mesure étant de typologie de fond, ce résultat souligne la multiplicité des sources d'émissions qui peuvent exister pour les PM₁₀, notamment les sources agricoles. Des dépassements de la valeur limite (40 µg/m³) en moyenne annuelle peuvent être envisagés sur ces deux points, même s'ils sont à relativiser par rapport à présence d'un chantier à proximité du point P1 qui a pu entraîner une augmentation ponctuelle des poussières en suspension durant la campagne de mesure.

V. 3. Effets du projet

Les calculs des émissions polluantes générés par le projet mettent en évidence les points suivants :

- Malgré l'augmentation du trafic entre le scénario actuel et le scénario futur avec projet, une baisse des émissions de certains polluants (CO et benzène) peut être constatée. Cette baisse est liée à l'évolution du parc routier et la mise en circulation de véhicules moins polluants projetée entre 2016 et 2032 (sur la base du parc automobile INRETS de 2025). En revanche des augmentations de 44 à 60 % sont constatées pour les autres polluants.
- Globalement le scénario « avec projet » entraîne une augmentation des émissions polluantes d'environ 6,5 % par rapport au scénario « sans projet ».
- Les augmentations des émissions polluantes entraînées par le projet sont essentiellement localisées sur les futures voies d'accès à la ZAC du Villeray dont les émissions resteront les plus faibles à l'échelle de la zone. Les émissions les plus importantes sont localisées sur l'avenue de la Tour Maury sur laquelle le projet n'a pas d'impact (0%) et sur la route de Villepecle où cet impact reste limité (14%). Enfin, le projet entraîne également une diminution des émissions sur différents axes.

L'ensemble de ces résultats laisse envisager un impact modéré du projet sur la qualité de l'air.

ANNEXES

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

1) Définitions

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

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

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

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

Les **polluants atmosphériques** peuvent être 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 PM₁₀, les PM_{2,5} et les PM₁ 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 chaîne 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)

2) Les sources d'émissions polluantes

L'inventaire des émissions polluantes a été mis en place par le ministère du développement durable au travers du système national d'inventaires des émissions de polluants atmosphériques (SNIÉPA). Ce système permet à la France d'estimer les émissions des principales sources de polluants atmosphériques. La DGEC (Direction générale de l'énergie et du climat) a confié la réalisation de cet inventaire au CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique).

Les émissions polluantes sont estimées pour 6 secteurs : la transformation d'énergie, l'industrie manufacturière, le résidentiel et tertiaire, l'agriculture et sylviculture, le transport routier et enfin tous les autres modes de transports. La figure 20 présente la répartition des émissions de polluants atmosphériques en fonction de chacun de ces secteurs, évaluée à l'échelle nationale en 2015 :

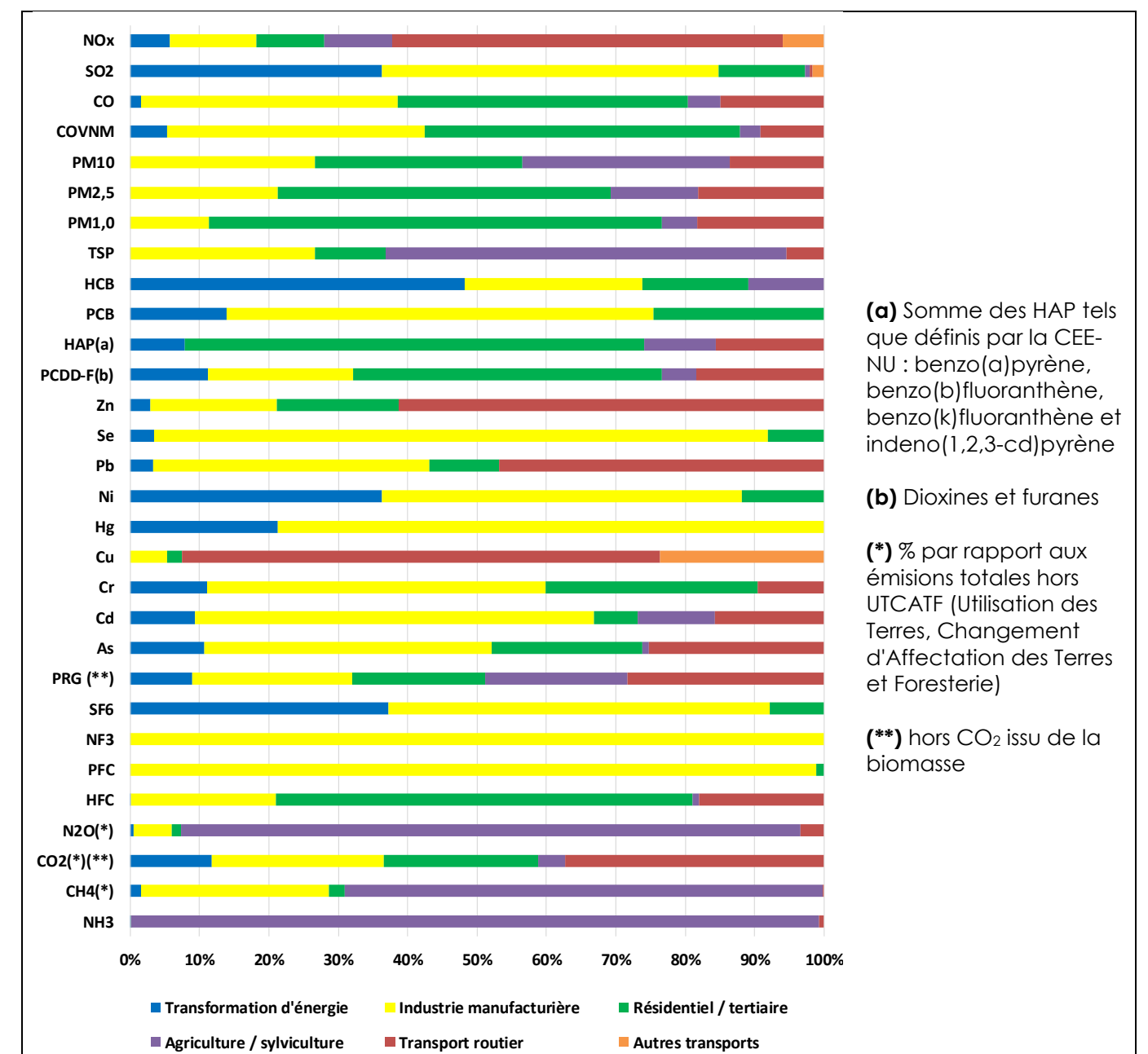


Figure 20 : secteurs d'émissions des polluants atmosphériques en France Métropolitaine (source des données : CITEPA, 2015)

Parmi l'ensemble des polluants listés dans la figure 20 les principaux composés pris en compte pour l'impact sur l'air sont décrits dans le tableau suivant :

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO_x)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO ₂). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroître jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO₂)	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.
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 essentiellement émis par le secteur résidentiel tertiaire.
Particules	Les particules regroupent les TSP (particules totales en suspension), les PM10 (particules inférieures à 10 microns), les PM2.5 (particules inférieures à 2,5 microns) et les PM1 (particules inférieures à 1 micron). Les sources principales d'émission varient en fonction de la granulométrie considérée. Ainsi, plus les particules sont fines, plus la source agriculture / sylviculture diminue au profit du « résidentiel tertiaire » et du trafic routier. Les émissions en particules de façon générale diminuent régulièrement depuis 1990. Cette diminution s'observe sur l'ensemble des secteurs sauf pour celui transport routier.
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 » pour un quart par le trafic routier. Les émissions ont diminué de 1990 à 2007 mais stagne 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 (CO₂)	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 (O₃)	L'ozone est atypique par rapport aux composés vus précédemment car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO _x sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'apparaît pas dans l'inventaire des émissions du CITEPA. Ce composé très réactif fait l'objet d'une surveillance et entraîne régulièrement en période estivale des dépassements de la réglementation.

Tableau 17 : description des principaux polluants en air ambiant

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 françaises⁸ et internationales⁹ 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 21).

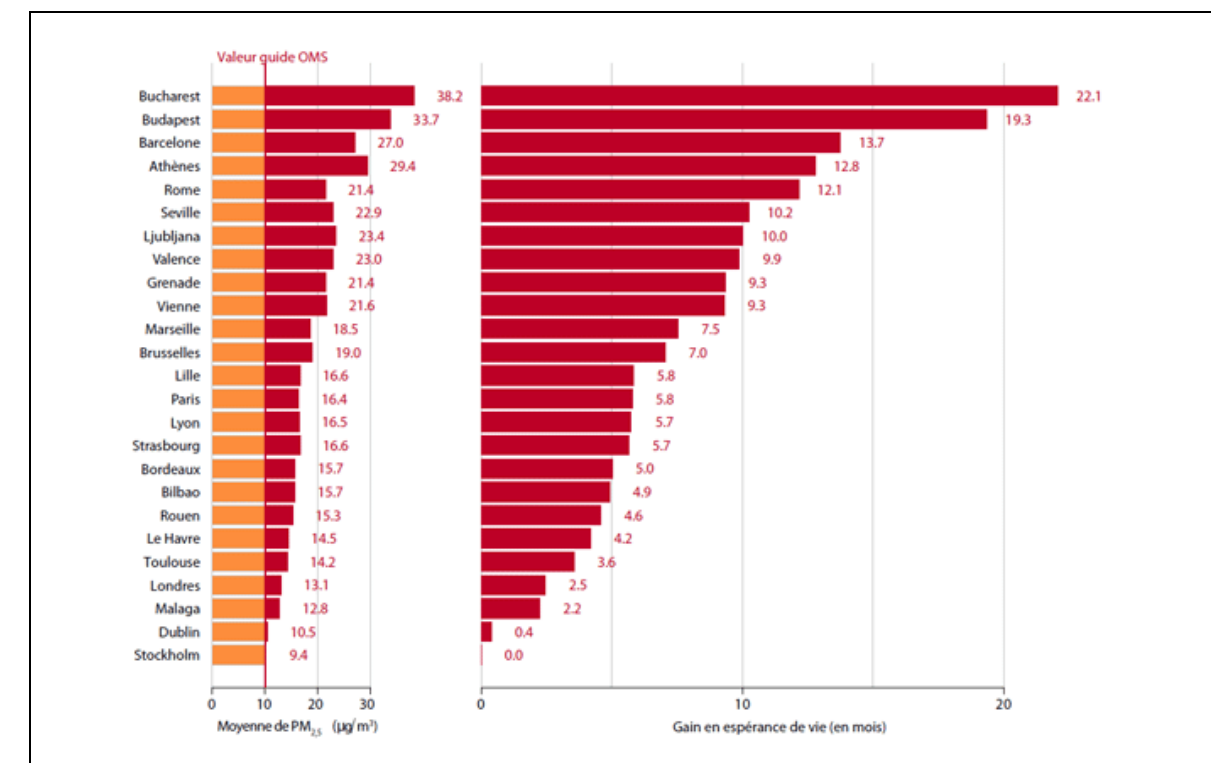


Figure 21 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

⁸Exemple : 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)

⁹Meta-analysis of the Italian Studies on short-term effects of Air Pollution (MISA) ; Estudio Multicéntrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad (EMECAM) ; National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS) aux Etats-Unis ; Air Pollution and Health: A European Approach (APHEA) en Europe.

De plus, la pollution atmosphérique entraîne des impacts sanitaires sur une part plus importante de la population par un effet pyramide : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de personnes affectées est important (cf. figure 22 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.

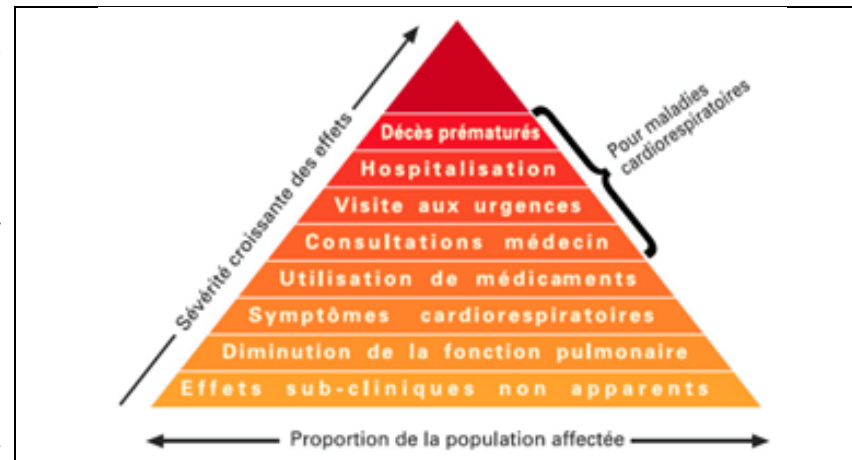


Figure 22 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

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

Une étude¹⁰ 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 CAFE¹¹ de la Commission européenne (environ 42 000 décès prématurés avec une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois) et confirment le même ordre de grandeur.

Effets sur la végétation

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

Effets sur les matériaux

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

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

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

Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé en 2012, au travers la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement un coût annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France métropolitaine compris à minima entre 20 et 30 milliards d'euros, en prenant notamment en considération les frais pour les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières¹².

En avril 2015, une étude¹³ 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 rapport¹⁴ 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 2016¹⁵, le coût des décès prématurés liés à la pollution de l'air s'élève à environ 199 milliards d'euros pour l'année civile 2013, et cette pollution est le 4^e facteur de décès prématuré dans le monde.

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

- Ainsi, le programme de recherche européen CAFE évalue en 2005 le coût de la baisse des rendements agricoles pour les 25 pays européens à 2,5 milliards d'euros.
- Une étude conjointe de l'INFRAS et de l'Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) de l'université de Karlsruhe a retenu, pour la France, un coût lié aux dommages de la pollution sur patrimoine bâti d'environ 3,4 milliards d'euros en 2000¹⁶.
- Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le coût non sanitaire de la pollution de l'air en France (baisse des rendements agricoles, dégradation des bâtiments, dépenses de recherche, etc.) à 4,3 milliards d'euros à minima.

¹² 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.

¹³ 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.

¹⁴ Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.

¹⁵ 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.

¹⁶ INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

¹⁰ 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.

¹¹ Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.

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) qui reconnaît à chacun le droit de « respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ». 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 concernant les oxydes d'azote, les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, le plomb, le dioxyde de soufre, l'ozone, le monoxyde de carbone, le benzène, les métaux lourds (arsenic, cadmium, nickel), et le benzo(a)pyrène. Le tableau 18 récapitule l'ensemble des textes relatifs à la qualité de l'air et son évaluation. Les différentes valeurs limites issues de cette réglementation sont présentées dans le tableau 19 à tableau 21.

Type de texte	Intitulé	
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)	
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie	
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe	
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant	
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant	
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant	
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant	
Arrêté	Arrêté du 17 août 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte	
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les Installations classées pour l'environnement et aux normes de référence	
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public	
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air	
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte	
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public	
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)	
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public	
	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/Écologie 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 18 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

Benzène (C ₆ H ₆)		
Objectif de qualité	2 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m ³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³	Moyenne horaire
	400 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
Seuil d'alerte	200 µg/m ³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m ³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
	200 µg/m ³	
Ozone (O ₃)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h	AOT40 ¹⁷ calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m ³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m ³	Moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Tableau 19 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

¹⁷ 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.

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

Tableau 20 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant

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

Tableau 21 : définition des seuils réglementaire

Annexe 2 : Fiches de point de mesure

P1					
Localisation : Route du Golf de Villeray			Coordonnées		
Typologie : Fond			48°36'18.26"N	2°31'4.38"E	
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	125	24/06/2016	11h02	08/07/2016	15h13
PM ₁₀	559		11h04		15h13

P3					
Localisation : Lotissement nord-ouest de la ZAC (devant la Mairie)			Coordonnées		
Typologie : Trafic			48°36'44.80"N	2°30'45.80"E	
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	129	24/06/2016	10h36	08/07/2016	15h25
PM ₁₀	555		10h38		15h25

P2					
Localisation : Avenue Louis Lachenal			Coordonnées		
Typologie : Trafic			48°36'28.42"N	2°30'43.18"E	
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	128	24/06/2016	10h48	08/07/2016	15h20
PM ₁₀	558		10h52		15h20

P4					
Localisation : Chemin nord de la ZAC (proche étang)			Coordonnées		
Typologie : Fond			48°36'43.51"N	2°30'59.02"E	
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	120	24/06/2016	11h38	08/07/2016	16h08
PM ₁₀	556		11h44		16h08

P5					
Localisation : Champ (intérieur de la ZAC)			Coordonnées		
Typologie : Fond			48°36'39.76"N	2°31'9.69"E	
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	119 – 136 – 132	24/06/2016	11h59	08/07/2016	16h08
PM ₁₀	557		12h02		16h08