

ZAC « LES BELLES-VUES » A ARPAJON ET OLLAINVILLE

VOLET AIR ET SANTE

Maitrise d'ouvrage :	Mandataire :	Rédaction :	Validation :
SORGEM	Marniquet Associés	Benjamin Forestier	François Cape

Rapport :	Phase :	Version :	Date :
Final	2-2	RP-AF1624-2-V1	30/11/2016

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	4
I. 1. INTRODUCTION	4
I. 2. CHOIX DU NIVEAU D'ETUDE.....	4
I. 3. CONTENU DE L'ETUDE.....	4
II. ETAT INITIAL : 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. 1. 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. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE IN-SITU	11
III. 1. METHODOLOGIE	11
III. 2. PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	11
III. 3. CONDITIONS LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	12
III. 3. 1. Période d'exposition des capteurs.....	12
III. 3. 2. Station météorologique de référence	12
III. 3. 3. Températures et précipitations	12
III. 3. 4. Conditions de vent	13
III. 3. 5. Pollution atmosphérique	13
III. 4. RESULTATS	14
III. 4. 1. Validité des mesures par capteur passif	14
III. 4. 2. Répartition des concentrations.....	14
III. 4. 3. Comparaison à la réglementation.....	15
IV. ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET	16
IV. 1. ESTIMATIONS DU TRAFIC ROUTIER	16
IV. 1. 1. Méthodologie.....	16
IV. 1. 1. 1. Polluants estimés	16
IV. 1. 1. 2. Facteurs d'émissions unitaires.....	16
IV. 1. 1. 3. Scénarios considérés	16
IV. 1. 1. 4. Données de trafic	16
IV. 1. 2. Résultats.....	17
IV. 1. 2. 1. Bande d'étude.....	17
IV. 1. 2. 2. Emissions polluantes globales	17
IV. 1. 2. 3. Localisation des émissions.....	18
IV. 2. MODELISATION DES CONCENTRATIONS.....	19
IV. 2. 1. Intégration de la topographie	19
IV. 2. 1. Intégration de la météorologie.....	19
IV. 2. 2. Intégration de la population	19
IV. 2. 3. Paramétrages du logiciel de dispersion.....	20
IV. 2. 4. Résultats des simulations	21
IV. 3. IMPACT SUR LA POPULATION	24

IV. 3. 1. Projection de la population sur le maillage de calcul.....	24
IV. 3. 2. Indice Polluant/Population (IPP)	24
IV. 3. 1. Histogramme de distribution	24
IV. 4. MONETARISATION	25
IV. 4. 1. Coûts collectifs des pollutions et nuisances	25
IV. 4. 1. Coûts liés à l'effet de serre	26
IV. 5. NOTE SUR LES IMPACTS EN PHASE CHANTIER ET LES MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION	27
IV. 5. 1. Impacts en phase chantier	27
IV. 5. 2. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique	27
V. SYNTHESE.....	28
V. 1. ETAT INITIAL	28
V. 2. ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET.....	28

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	30
Annexe 2 : Fiches de point de mesure	35

TABLEAUX

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (circulaire du 05/02/2005)	4
Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude	4
Tableau 3 : industries et types d'émissions.....	6
Tableau 4 : description des sites sensibles	7
Tableau 5 : moyennes annuelles des concentrations de polluants – stations RN20 Monthéry et Les Ulis (données : Airparif).....	8
Tableau 6 : actions du PPA Ile-de-France 2013 applicables au secteur du transport	10
Tableau 7 : objectifs et orientations du SCRAE Ile-de-France 2012.....	10
Tableau 8 : actions du PDU Ile-de-France 2014.....	10
Tableau 9 : caractéristiques analytiques de la méthode de mesure	11
Tableau 10 : description des points de mesure	11
Tableau 11 : étude des données des stations RN20 Monthéry et Les Ulis (données : Airparif).....	13
Tableau 12 : paramètres de validité de la campagne de mesure	14
Tableau 13 : résultats des mesures de NO ₂ et benzène	14
Tableau 14 : données de trafic.....	16
Tableau 15 : largeur de bande d'étude.....	17
Tableau 16 : bilan des émissions	17
Tableau 17 : recensement de la population dans les communes du domaine d'étude (INSEE)	20
Tableau 18 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des espèces étudiées	20
Tableau 19 : concentrations en moyenne annuelle au point géographique le plus exposé du domaine d'étude.....	21
Tableau 20 : IPP dans la maille la plus exposée et IPP Global.....	24
Tableau 21 : valeurs tutélaires pour le transport routier (émissions dues à la combustion et à l'usure)	25
Tableau 22 : densité de population des zones traversées par l'infrastructure	25
Tableau 23 : évolution PIB par habitant, parc circulant, émissions individuelles	25
Tableau 24 : évolution globale	25
Tableau 25 : coût de pollution (€/100.veh.km) – zone : urbain très dense	25
Tableau 26 : quantité de trafic	26
Tableau 27 : coûts collectifs (€/jour)	26
Tableau 28 : valeur tutélaire du carbone	26
Tableau 29 : équivalent carbone (t/jour)	26
Tableau 30 : coûts liés à l'effet de serre (€/j)	26
Tableau 31 : description des principaux polluants en air ambiant.....	31
Tableau 32 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air	33
Tableau 33 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant	33
Tableau 34 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant	34
Tableau 35 : définition des seuils réglementaire	34

FIGURES

Figure 1 : émissions atmosphériques par secteur dans l'Essonne	5
Figure 2 : localisation des principaux axes routiers.....	5
Figure 3 : localisation des principaux sites industriels.....	6
Figure 4 : localisation des sites sensibles	7
Figure 5 : localisation des stations Airparif les plus proches du projet	8
Figure 6 : profil annuel des concentrations (données : Airparif)	9
Figure 7 : profil journalier des concentrations (données : Airparif)	9
Figure 8 : description des systèmes de prélèvement	11
Figure 9 : localisation des points de mesure	11
Figure 10 : localisation de la station météorologique de référence	12
Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France).....	12
Figure 12 : étude des conditions de vent	13
Figure 13 : cartographie des résultats	14
Figure 14 : comparaison des résultats en NO ₂ à la réglementation	15
Figure 15 : comparaison des résultats en benzène à la réglementation.....	15
Figure 16 : localisation des axes impactés par le projet.....	16
Figure 17 : bande d'étude	17
Figure 18 : émissions de NO _x actuelles (2016).....	18
Figure 19 : émissions de NO _x avec projet (2026).....	18
Figure 20 : variation des émissions de NO _x avec et sans projet (2026)	18
Figure 21 : représentation du relief en vue 2D.....	19
Figure 22 : rose des vents de la station de Saint-Maur-des-Fossés	19
Figure 23 : densité de population sur le domaine d'étude (projection 2016, INSEE)	20
Figure 24 : carte de concentrations moy. annuelles pour le NO ₂ – situation actuelle (2016)	22
Figure 25 : carte de concentrations moy. annuelles pour le NO ₂ – situation future (2026) sans projet	22
Figure 26 : carte de concentrations moy. annuelles pour le NO ₂ – situation future (2026) avec projet	23
Figure 27 : carte de variation des concentrations de NO ₂ en pollution globale à l'horizon futur (projet/sans projet).....	23
Figure 28 : histogramme de distribution concentration/population.....	24
Figure 29 : secteurs d'émissions des polluants atmosphériques en France Métropolitaine (source des données : CITEPA, 2015).....	30
Figure 30 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2,5} à 10 µg/m ³	31
Figure 31 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	32

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

I. 1. Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC « Les Belles-Vues » située entre les communes d'Arpajon et d'Ollainville 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.

L'étude est réalisée dans le cadre de la loi LAURE 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 tout d'abord 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 2 :

Contenu des études	IV	III	II	I
Rappel sommaire des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	✓	✓	✓	✓
Qualification de l'état initial par l'étude documentaire	✓	✓	✓	✓
Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude	✓	✓	✓	✓
Campagne de mesure par capteurs passifs *facultatif pour les études de niveau III		✓*	✓	✓
Modélisation des concentrations, calcul d'un indice d'exposition des populations (IPP), monétarisation des coûts collectifs			✓	✓
Campagne de mesure par analyseurs en continu				✓
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires				✓

Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude

I. 2. Choix du niveau d'étude

D'après les informations relatives à la circulation présentées dans le dossier de création, l'axe le plus important du secteur (N20) n'est impacté que de 2 à 3 % par le projet, ce qui n'est pas considéré comme significatif (> 10 %) pour définir le niveau d'étude. Les axes secondaires (D97 et D116) portent en revanche un trafic actuel de 10000 véh/j susceptible d'augmenter de manière significative avec le projet (environ 1500 véhicules supplémentaires pour les 1000 logements prévus), ce qui situe l'étude en **niveau II**.

I. 3. Contenu de l'étude

Conformément au tableau 2 ci-dessus, cette étude comprend les phases suivantes :

Phase 1 : Etat initial

- Rappel sommaire des effets de la pollution sur la santé
- Analyse documentaire :
 - o Caractérisation des secteurs d'émission
 - o Localisation des industries polluantes
 - o Localisation des sites sensibles
 - o Analyse des données du réseau local de surveillance
 - o Analyse des plans locaux de protection de la qualité de l'air
- Complément à l'étude documentaire par la mise en œuvre d'une campagne de mesures in-situ

Phase 2 : Estimation des effets du projet

- Calcul des émissions polluantes
- Modélisation des concentrations en polluants dans le domaine d'étude
- Calcul d'un indicateur sanitaire croisant les concentrations avec la densité de population (IPP)
- Monétarisation des coûts engendrés pour la collectivité

Le rappel sommaire des effets de la pollution sur la santé est présenté en annexe 1.

II. ETAT INITIAL : 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.

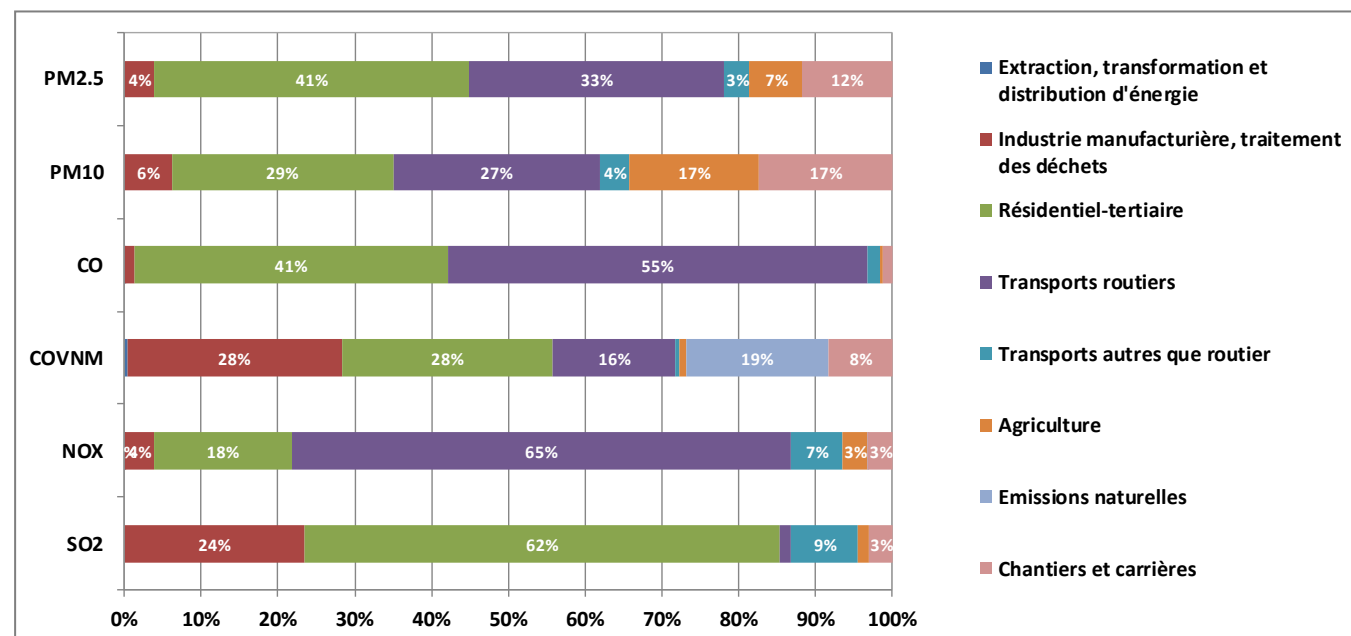


Figure 1 : émissions atmosphériques par secteur dans l'Essonne

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 labours) 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 néanmoins 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 :

Les principales émissions liées au trafic routier dans la zone d'étude sont constituées par (cf. figure ci-dessous) :

- La route nationale N20 qui borde la zone du projet à l'est,
- La route départementale D97 (route de Limours) qui borde en partie la zone du projet au nord,
- La route départementale D116 (route de la Roche) qui traverse la zone du projet à l'ouest.



Figure 2 : localisation des principaux axes routiers

La RN20 est un axe de desserte régional qui possède un trafic journalier important, ce qui laisse envisager des concentrations en polluants (notamment en NO₂) significatives au niveau du projet. De même, les départementales 97 et 116 qui portent un trafic d'environ 10 000 véhicules/jour indiquent des concentrations potentiellement importantes en NO₂ à proximité de leurs axes.

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 urbanisé à l'est, et davantage rural/agricole à l'ouest. 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 3. Le tableau ci-contre présente le détail des émissions de polluants atmosphériques déclarées par ces industries.

N°	Industrie	Polluants	Emissions en 2014	
1	LFB Biomédicaments	COVNM	345 tonnes	
2	Thermulis	NO _x	247 tonnes	
3	East Balt France	COVNM	82 tonnes	
4	ALLTUB France Cosmétique	COVNM	172 tonnes	
5	Semariv (CITD et ISDND)	CITD	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
		ISDND	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
6	Isochem (Vert-le-Petit)	Oxydes d'azote (NO _x)	ND	
		Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	22 tonnes	
		COVNM	52 tonnes	
		Trichlorométhane (chloroforme)	1,4 tonnes	
		Dichlorométhane	1,6 tonnes	
	Méthanol	ND		
	1,4-dioxane	ND		

Tableau 3 : industries et types d'émissions

7 sites industriels sont recensés dans les environs du projet. Ils sont principalement localisés au nord et à l'est de la zone d'étude.

Si la majorité de ces industries émettent des polluants spécifiques au secteur (chlorés, mercure, H₂S, dioxines et furanes...), elles émettent également en grande quantité des NO_x et des COVNM qui peuvent dans des conditions météorologiques particulières (notamment des vents du sud et de l'ouest) venir s'additionner au bruit de fond urbain (par exemple aux émissions issues du trafic pour les NO_x et aux émissions naturelles et issues du secteur agricole pour les COVNM) dans la zone du projet.

De plus, en fonction des panaches d'émissions et des conditions météorologiques, les industries émettrices de COVNM peuvent contribuer par divers processus physico-chimiques dans l'atmosphère à la formation d'aérosols secondaires et l'augmentation des concentrations de particules dans la zone du projet.

Ces possibles conditions d'impacts doivent être relativisées étant donné la distance importante des industries par rapport à la zone d'étude (10 km minimum).



Figure 3 : localisation des principaux sites industriels

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 :

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

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

N°	Etablissement	Type
1	Ecole maternelle de La Roche	Etablissement scolaire
2	Collège de la Fontaine aux Bergers	Etablissement scolaire
3	Lycée Belmondo	Etablissement scolaire
4	Hôpital privée de Paris-Essonne	Etablissement de santé
5	Ecole élémentaire Jacques Prévert	Etablissement scolaire
6	Ecole maternelle Pierre de Ronsard	Etablissement scolaire
7	Centre sportif Marcel Duhamel	Etablissement sportif découvert
8	Stade de l'Orangerie	Etablissement sportif découvert
9	Terrains de tennis de l'Orangerie	Etablissement sportif découvert
10	Ecole élémentaire Jacques Prévert	Etablissement scolaire
11	Ecole maternelle Pierre de Ronsard	Etablissement scolaire

Tableau 4 : description des sites sensibles

Aucun site sensible ne se trouve à l'intérieur de la zone du projet. Cependant, plusieurs établissements sont situés à proximité d'axes routiers susceptibles de voir leur trafic évoluer par le projet :

- L'école maternelle de la Roche (n°1), située à proximité de la D97 (environ 100 m au nord),
- Le collège de la Fontaine aux Bergers (n°2), situé à proximité de la D116 (environ 80 m au sud),
- Le stade de l'Orangerie (n°8), situé à proximité immédiate de la D116 (environ 30 m au sud),
- Le lycée Belmondo (n°3), situé à proximité de la N20 (environ 270 m à l'est),
- L'école maternelle Pierre de Ronsard (n°6), située à proximité de la rue d'Arpajon (environ 80 m au sud),
- Le centre sportif Marcel Duhamel (n°7), situé également à 90 m au sud de la rue d'Arpajon.



Figure 4 : localisation des sites sensibles

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 minimale à laquelle est soumise une population sur une large zone spatiale.
- Les points dits « influencés » ne sont pas suffisamment éloignés des sources d'émissions polluantes pour correspondre à une typologie de fond, notamment en milieu urbanisé. On introduit dans ce cas, en fonction de l'environnement du site, le terme de fond **urbain, périurbain, ou rural**. Ils permettent de connaître l'exposition chronique des populations.

II. 3. 2. Stations de mesure de référence

Les stations Airparif « RN20 Montlhéry » et « Les Ulis » situées respectivement à environ 7 km au nord-ouest et 15 km au nord-est de la zone, sont les plus proches du projet. La figure 5 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 5 : localisation des stations Airparif les plus proches du projet

Le tableau ci-dessous présente les évolutions annuelles des concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) et d'ozone (O₃) mesurées par les stations Airparif de Montlhéry et Les Ulis :

Station	Polluant	Valeur	Valeur limite	2012	2013	2014	2015	2016*
RN20 Montlhéry	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	-	-	72,1	70,1	64,0
		Moyenne annuelle (µg/m ³)	-	51,1	52,8	51,6	54,3	56,4
Les Ulis	O ₃	Moyenne annuelle (µg/m ³)	-	51,1	52,8	51,6	54,3	56,4
		Nombre de jour avec une moyenne sur 8h > 120 µg/m ³ par année (en moyenne sur 3 ans)	25	14	19	14	16	-

* Moyenne calculée sur les 7 premiers mois

Tableau 5 : moyennes annuelles des concentrations de polluants – stations RN20 Montlhéry et Les Ulis (données : Airparif)

Dioxyde d'azote (NO₂)

Le NO₂ est le principal traceur de la pollution automobile en zone urbaine.

La station de trafic RN20 Montlhéry située à environ 7km au nord-ouest est installée depuis fin 2014. Les données relatives aux concentrations de NO₂ ne sont donc accessibles qu'à partir de cette période. Les teneurs en NO₂ au cours de la période 2014-2015 sont relativement stables, tandis qu'une baisse d'environ 10 % est observée sur l'année 2016 (moyenne sur les 7 premiers mois).

Malgré cette récente baisse, la station de trafic enregistre des valeurs très fortes en NO₂, largement au-dessus de la valeur réglementaire (40 µg/m³ en moyenne annuelle). Cette situation tient principalement du fait de sa proximité immédiate avec la RN20 qui est un axe routier très fréquenté.

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 de fond urbain des Ulis.

Conclusion

Malgré les résultats des concentrations en NO₂ de la station de trafic RN20 Montlhéry qui peuvent laisser envisager des dépassements de la valeur réglementaire au niveau du projet (notamment du fait que la route N20 borde la zone du projet à l'est), la distance de la station ne permet pas d'appréhender de façon précise et pertinente la qualité de l'air vis-à-vis des concentrations de NO₂ au niveau du projet, celles-ci étant principalement régies par des phénomènes locaux.

Ainsi, une campagne de mesure in-situ a été menée dans la zone et les environs du projet. Les résultats sont détaillés dans le paragraphe III.

II. 3. 1. Etude des variations temporelles

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

La figure 6 présente les évolutions **mensuelles** moyennes (sur la période de 2011-2015) des concentrations d'ozone (O₃) et de dioxyde d'azote (NO₂) mesurées au niveau des stations Airparif de Montlhéry et Les Ulis. 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 (chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

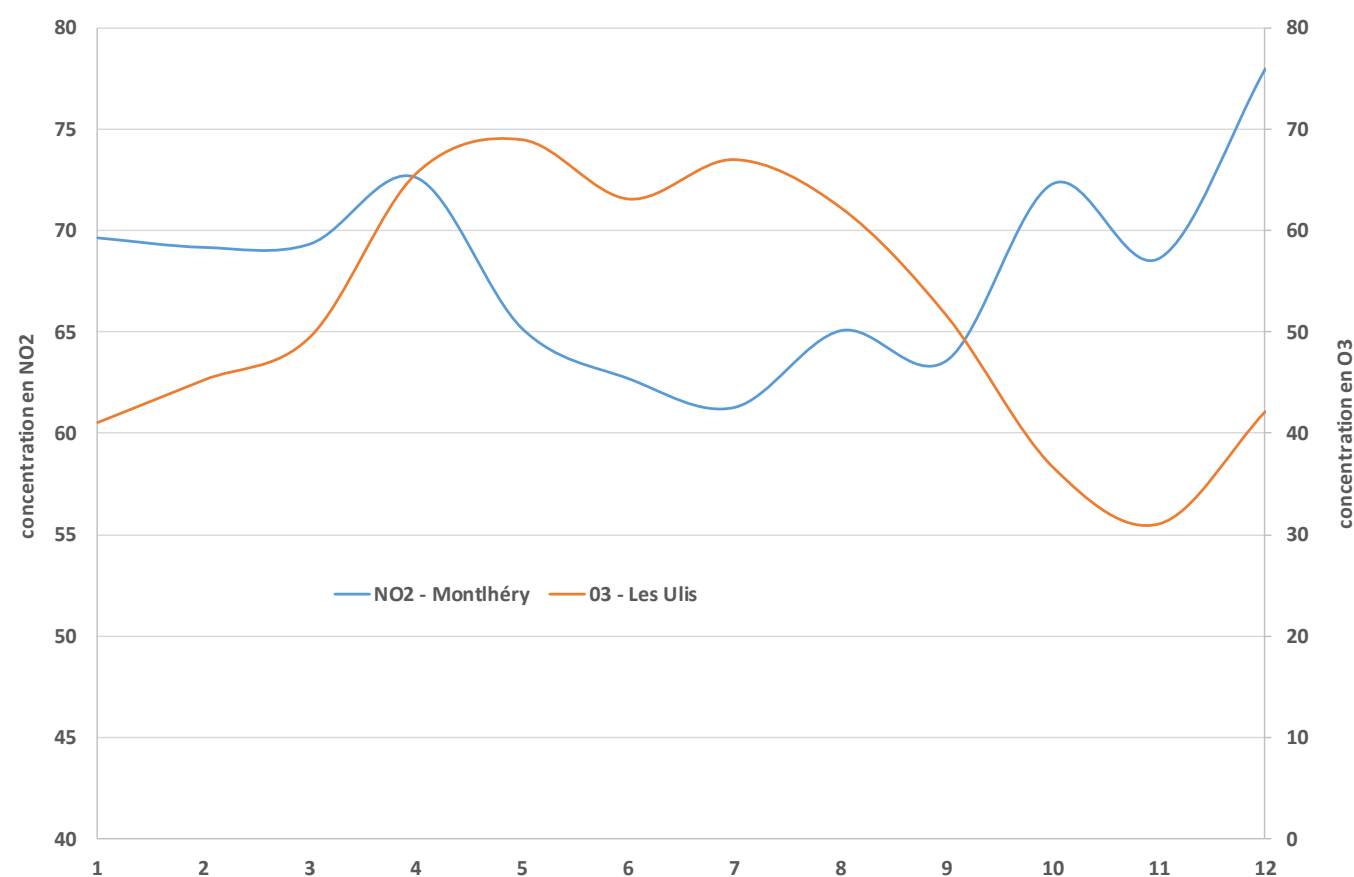


Figure 6 : profil annuel des concentrations (données : Airparif)

La figure 7 présente les évolutions **horaires** moyennes (sur la période 2011-2015) des concentrations d'ozone (O₃) et de dioxyde d'azote (NO₂) mesurées au niveau des stations Airparif de Montlhéry et Les Ulis. 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.

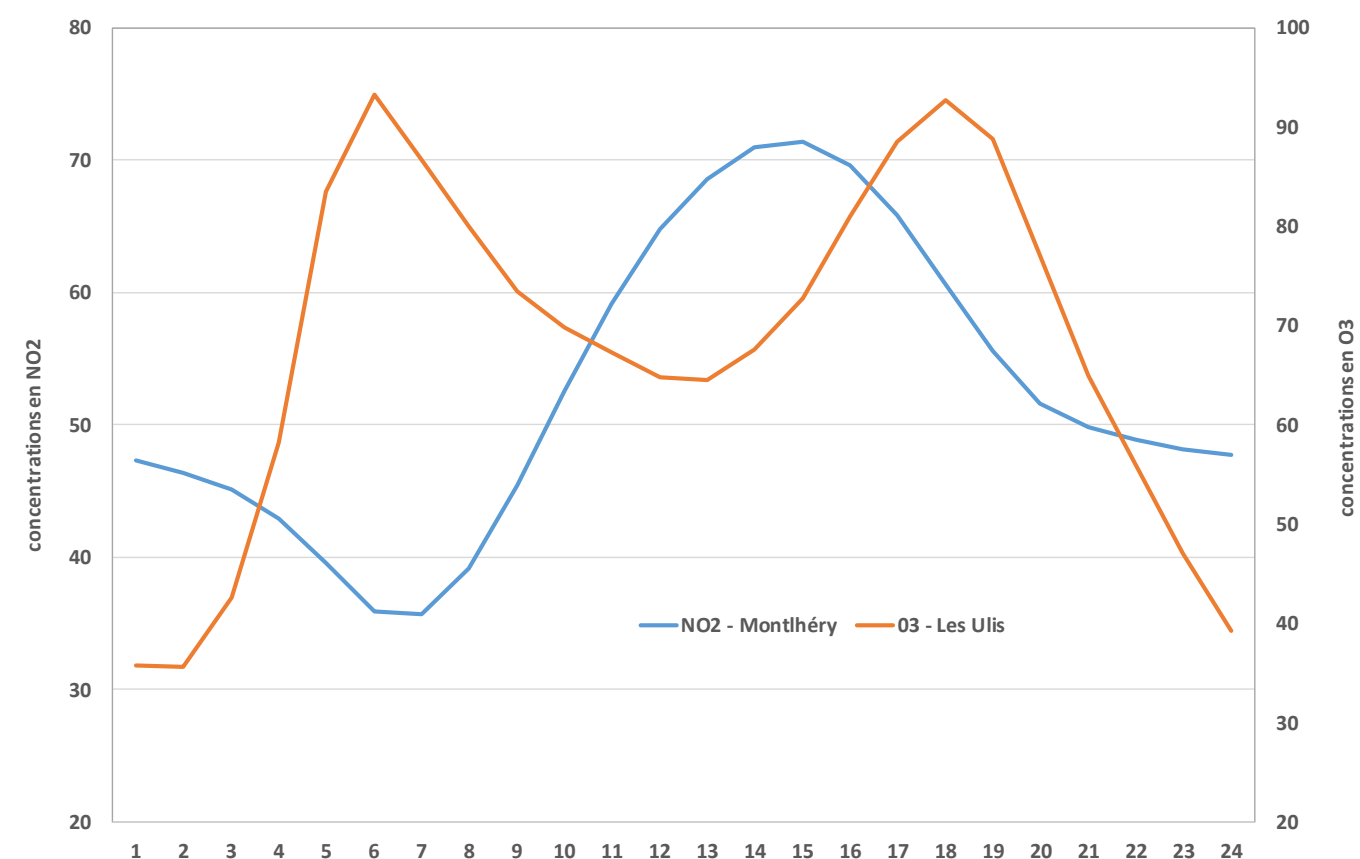


Figure 7 : profil journalier des concentrations (données : Airparif)

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 approuvé 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 6 : 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 7 : objectifs et orientations du SCRAE Ile-de-France 2012

II. 4. 4. Plan de Déplacements Urbains

Le Plan de Déplacements Urbains actuellement en vigueur a été approuvé le 19 juin 2014. C'est un document stratégique relatif aux modes de déplacements des franciliens et des marchandises, qui fixe les objectifs des politiques de déplacements jusqu'à l'horizon 2020. Les actions du PDU doivent être élaborées en cohérence avec les prescriptions ou orientations définies par le PPA et le 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 8 : 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.

Le projet, par la construction d'un cœur de quartier limitant l'usage de la voiture et confortant la place des modes doux, le désenclavement du site et sa connexion aux centralités proches et gares RER, s'inscrit donc en cohérence avec le Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France.

L'étude d'impact concernant l'aménagement du projet, et en particulier le volet « Air et santé », s'inscrit 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. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE IN-SITU

III. 1. Méthodologie

La note méthodologique du 25 février 2005 précise que le **dioxyde d'azote** (NO₂) et le **benzène** sont les deux principaux polluants pouvant être pris en compte pour la réalisation de campagnes de mesure in-situ dans les études d'impact. En effet ces deux polluants constituent les principaux indicateurs de la pollution atmosphérique émise par le trafic routier (néanmoins depuis 10 ans les concentrations en benzène ont fortement baissé et sont dorénavant faibles).

Le principe de la mesure du NO₂ et du benzène repose sur la diffusion passive des polluants à travers une cartouche d'adsorption spécifique (capteur passif) exposée à l'air ambiant pendant deux semaines. Cette méthode permet d'obtenir une concentration moyenne représentative de la période d'exposition. Les capteurs sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent. Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur sur des supports existants de type candélabre, poteau, etc. Les illustrations ci-dessous décrivent les capteurs utilisés et la méthode de prélèvement :

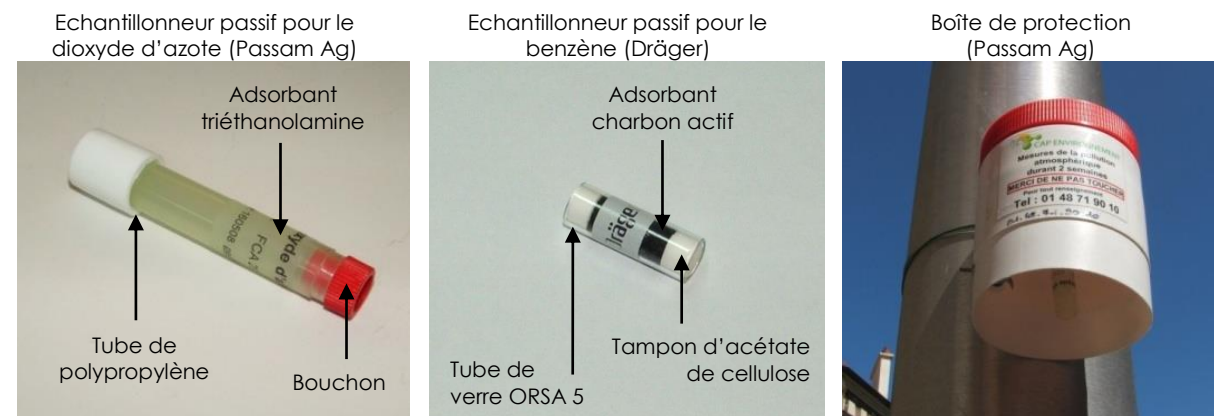
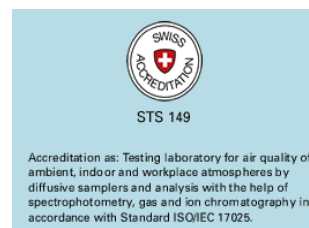


Figure 8 : description des systèmes de prélèvement

La quantité de polluant adsorbée sur le capteur est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après extraction de la masse piégée sur les supports, l'analyse est réalisée par spectrométrie UV pour le NO₂ et par chromatographie en phase gazeuse pour le benzène.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant, air intérieur, air des lieux de travail par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie et de chromatographie en phase gazeuse. Le tableau 9 récapitule les différentes caractéristiques de la méthode de mesure :



Caractéristique	NO ₂	Benzène
Adsorbant	Triéthanolamine	Charbon actif
Analyse	Spectrométrie UV	Chromatographie en phase gazeuse
Gamme de mesure	1 à 200 µg/m ³	0,5 à 50 µg/m ³
Limite de détection	0,8 µg/m ³	0,4 µg/m ³

Tableau 9 : caractéristiques analytiques de la méthode de mesure

III. 2. 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, **8 points de mesure** sont sélectionnés pour évaluer les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) et benzène. 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	Trafic	Route nationale 20
P2	Fond	Rue Soufflet (partie nord, champs)
P3	Trafic	Route départementale 116
P4	Fond urbain	Rue Cerfeuille
P5	Trafic	Route départementale 97
P6	Fond urbain	Rue de Chevreuse
P7	Fond urbain	Rue Soufflet (partie sud, habitations)
P8	Fond urbain	Rue de la Fontaine

Tableau 10 : description des points de mesure

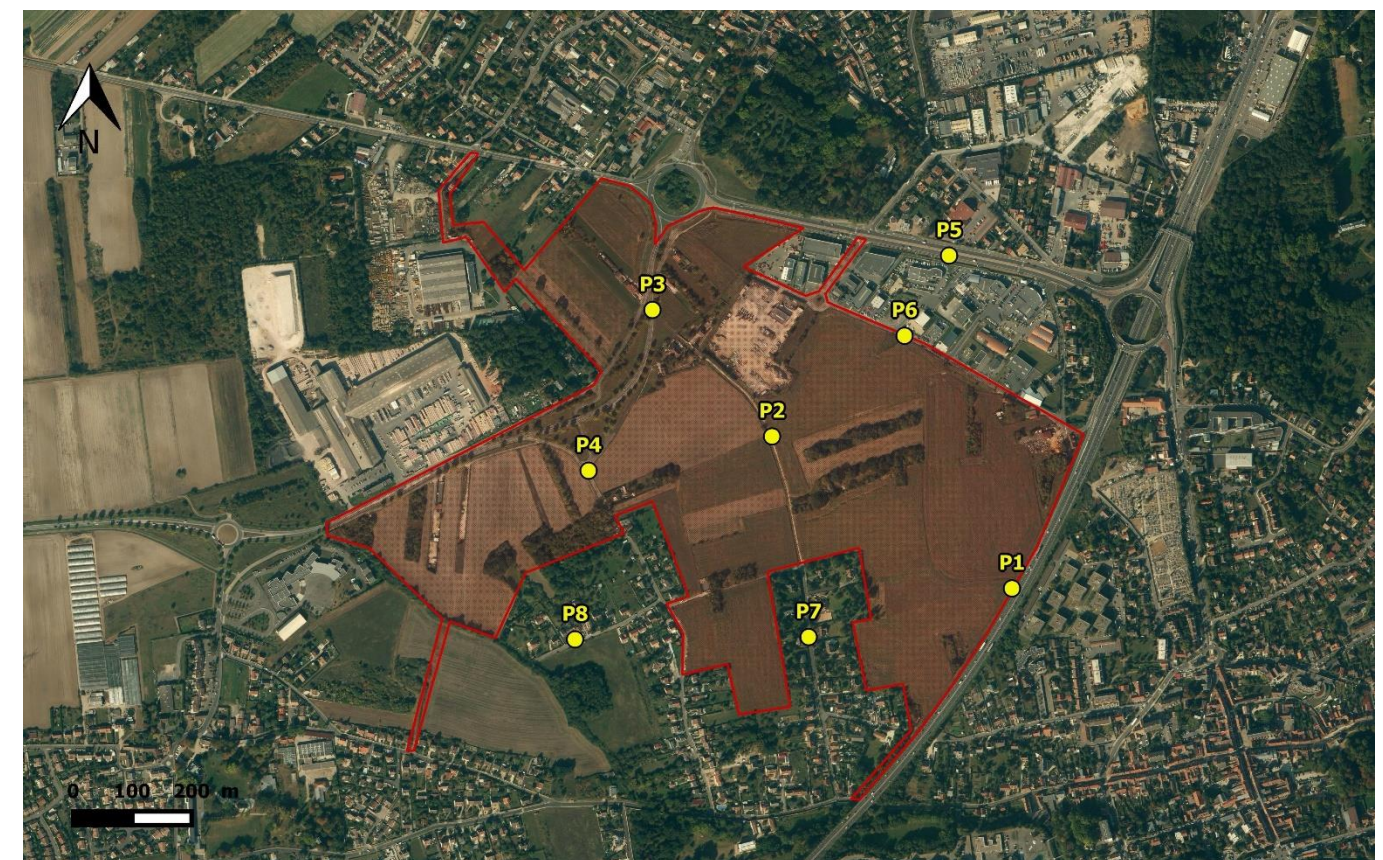


Figure 9 : localisation des points de mesure

III. 3. Conditions lors de la campagne de mesure

III. 3. 1. Période d'exposition des capteurs

La campagne de mesure est réalisée du **vendredi 8 juillet au vendredi 22 juillet 2016**.

III. 3. 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'après des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche du site (en rouge sur la carte) présentant ces données est celle d'Orly, située à environ 25 km au nord-est du projet. La figure 10 illustre la localisation de cette station par rapport à la zone d'étude.

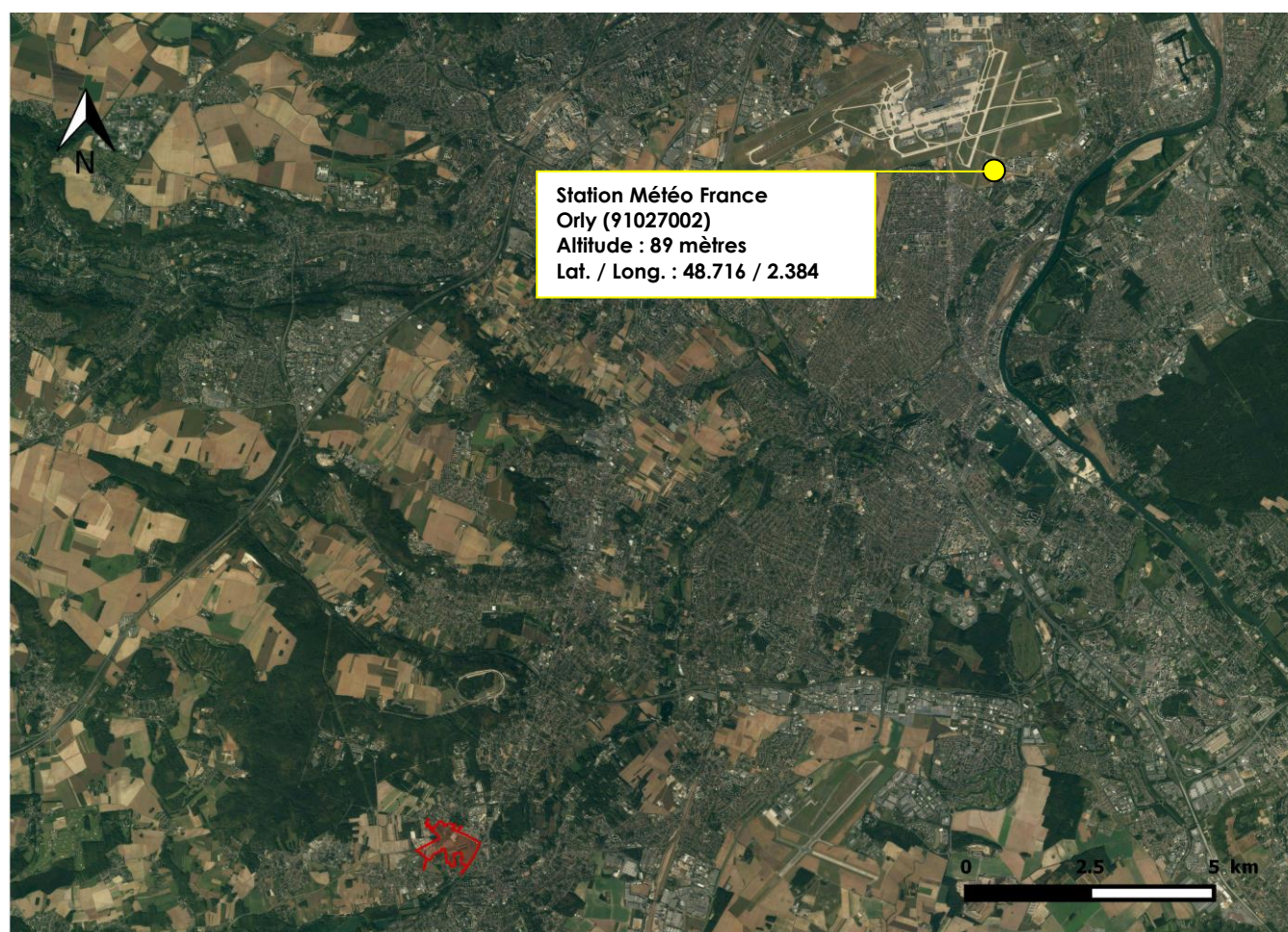


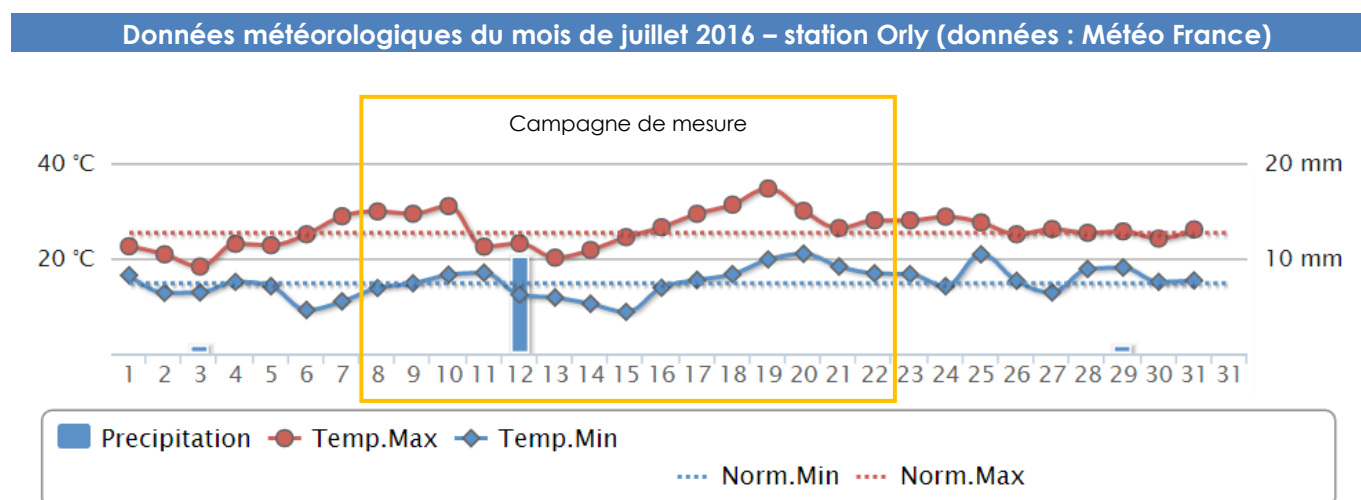
Figure 10 : localisation de la station météorologique de référence

III. 3. 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 d'Orly.



Moyenne des températures quotidiennes	Campagne de mesure	Normale mensuelle	Moyenne des précipitations quotidiennes	Campagne de mesure	Normale mensuelle
Minimale (T°C)	15,1	14,7	Cumul moyen (mm)	1,9	0,7
Maximale (T°C)	27,2	25,3			

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

Les températures observées au cours de la campagne de mesure sont relativement proches des normales saisonnières. En revanche le cumul moyen de précipitations sur la période de mesure est plus élevé que la normale mensuelle. 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 températures douces associées à un ensoleillement important favorisent des émissions plus faibles en benzène à l'échappement des véhicules et une dégradation plus importante de ce composé dans l'atmosphère : ces deux facteurs contribuent donc à des concentrations plus faibles en benzène en été qu'en hiver.

III. 3. 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 :

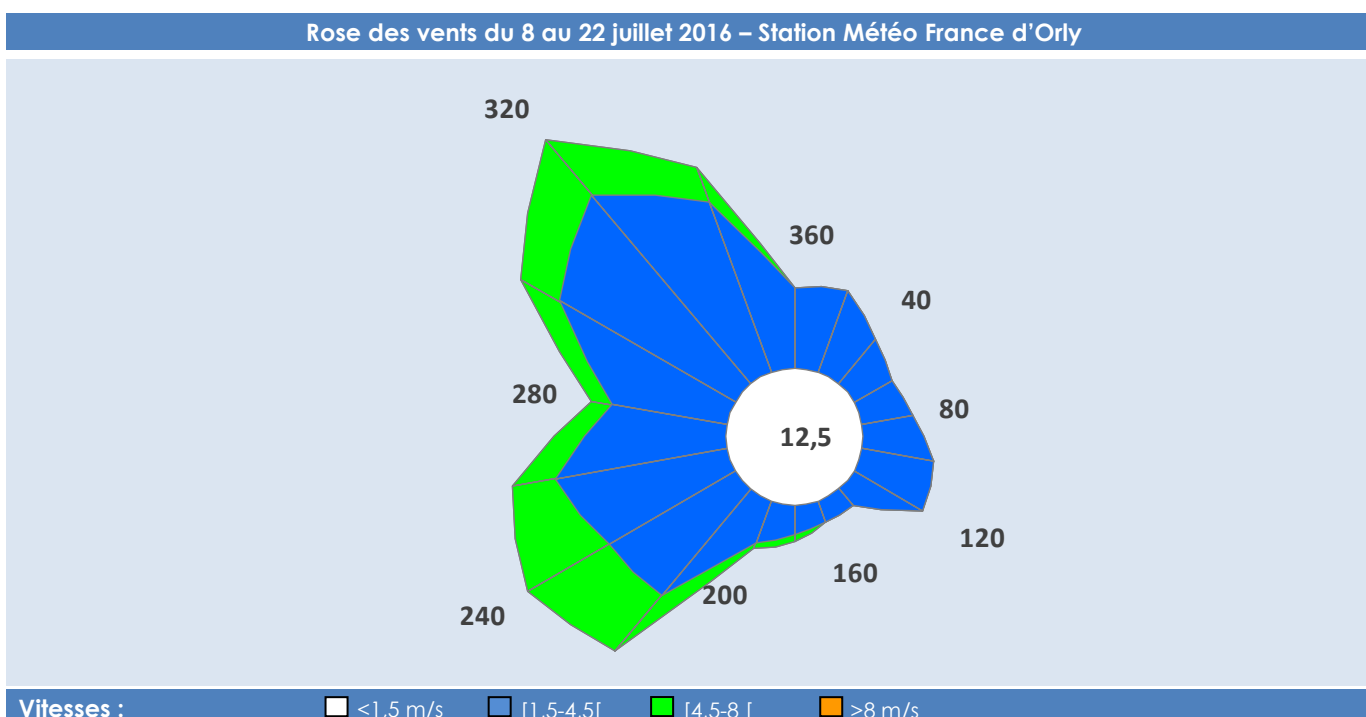


Figure 12 : étude des conditions de vent

La rose des vents se caractérise par des secteurs nord-ouest et sud-ouest prépondérants, ce qui laisse envisager des concentrations plus importantes au niveau des points de mesure situés au sud-est et nord-est des axes routiers les plus fréquentés (routes D97, N20, D116).

Ces conditions d'impact sont à nuancer au vu des faibles vitesses de vents (84 % 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. 3. 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 (RN20 Montlhéry et Les Ulis) sont recensées ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne campagne (µg/m ³)	Moyenne 2015 (µg/m ³)	Moyenne 2011-2015 (µg/m ³)
RN20 Montlhéry	NO ₂	60,3	70,1	68,0
Les Ulis	O ₃	62,3	54,3	52,6

Tableau 11 : étude des données des stations RN20 Montlhéry et Les Ulis (données : Airparif)

En lien avec les conditions météorologiques, les données de la station RN20 Montlhéry et Evry confirment des concentrations en NO₂ légèrement plus faibles pendant la campagne qu'à l'échelle annuelle (en prenant l'année 2015 comme année de référence).

Pour les points de mesure présentant une typologie identique à la station RN20 Montlhéry, c'est-à-dire de « trafic », une valeur annuelle environ 15 % supérieure à celle de la campagne de mesure peut donc être attendue.

Les concentrations en ozone sont quant à elles légèrement plus fortes (environ 15 %) durant la campagne par rapport à l'échelle annuelle.

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. 4. Résultats

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

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

- 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.
- 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.
- 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 12 regroupe les différents paramètres caractérisant les mesures :

Facteurs de validité	NO ₂	Benzène
Concentration estimée sur le blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,4 µg/m ³	< 0,4 µg/m ³
Concentration moyenne du triplet (valeur du blanc retranchée du calcul)	10,5 µg/m ³	< 0,4 µg/m ³
Ecart standard	3,7 %	-
Ecart relatif à la méthode de référence (source : Passam Ag – 04/01/16)	19,0 %	26,1 %

Tableau 12 : paramètres de validité de la campagne de mesure

Les concentrations estimées sur les blancs sont très faibles (< 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 de NO₂ est très faible (un écart jusqu'à 30 % peut être considéré comme fiable pour la répétabilité de la méthode des mesures par capteurs passifs). Les résultats du triplet de benzène étant tous inférieurs à la limite de quantification de 0,4 µg/m³, il n'est pas possible de déterminer un écart standard.

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. 4. 2. Répartition des concentrations

Le tableau 13 présente les concentrations en NO₂ et en benzène mesurées **du 8 au 22 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	P6	P7	P8
NO ₂ (µg/m ³)	35,6	10,5	22,0	11,7	42,0	16,0	10,2	9,2
Benzène (µg/m ³)	0,5	<0,4	0,5	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4

Tableau 13 : résultats des mesures de NO₂ et benzène

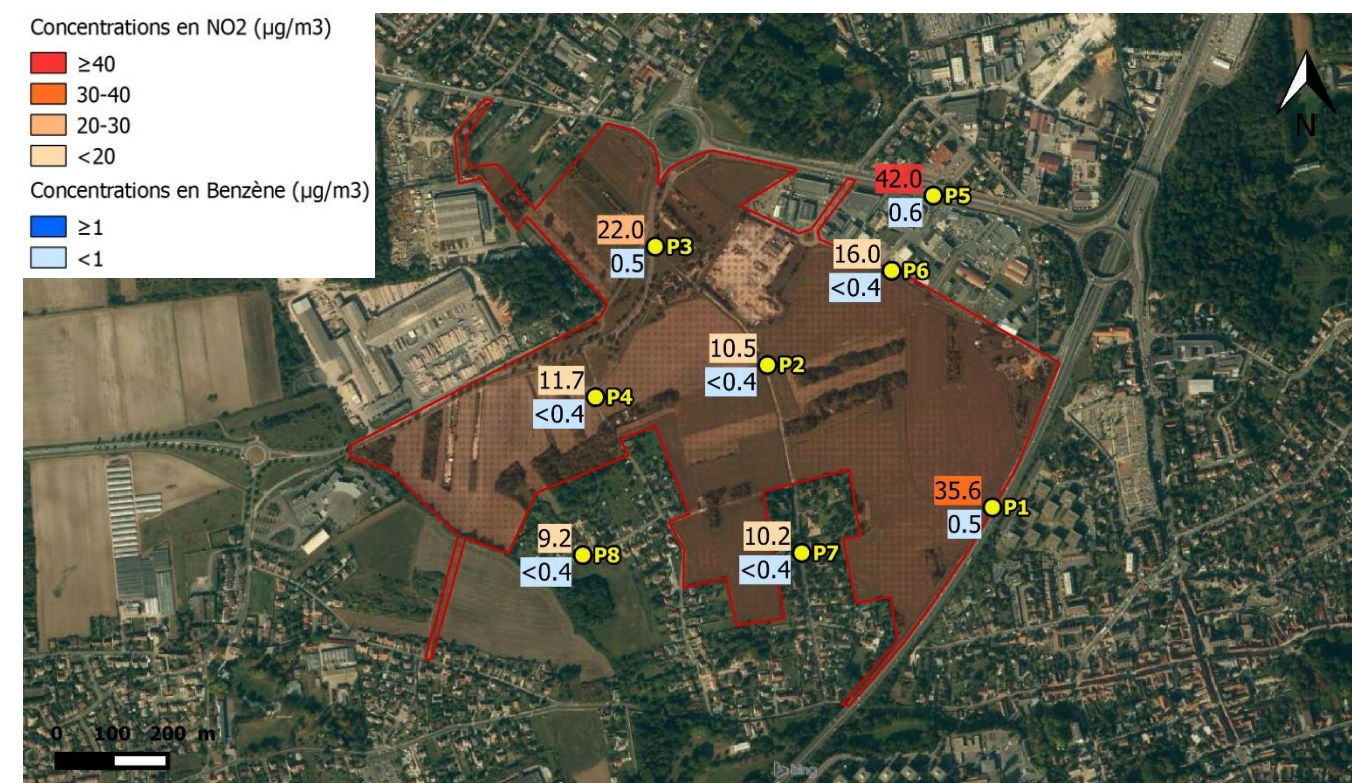


Figure 13 : cartographie des résultats

La répartition des concentrations en NO₂ met en évidence des teneurs fortes au niveau des points de trafic situés aux abords des axes les plus fréquentés au niveau du projet :

- P1 situé à proximité immédiate de la RN20,
- P3 situé à proximité immédiate de la D1160,
- P5 situé à proximité immédiate de la D97, qui présente la valeur maximale de 42,0 µg/m³.

Des teneurs moins importantes (toutes inférieures à 20 µg/m³) sont observées au niveau des points de fond urbain (P2, P4, P6, P7 et P8), qui caractérisent l'exposition chronique des populations dans la zone du projet. Le point P8 présente la concentration de NO₂ minimale de 9,2 µg/m³.

Les teneurs en benzène sont quant à elles très faibles et homogènes sur toute la zone d'étude (concentrations comprises entre <0,4 et 0,6 µg/m³). Il est à noter que les trois valeurs de benzène les plus importantes sont enregistrées sur les points de mesure où les concentrations de NO₂ sont également les plus fortes (points P1, P3 et P5).

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. 4. 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 :

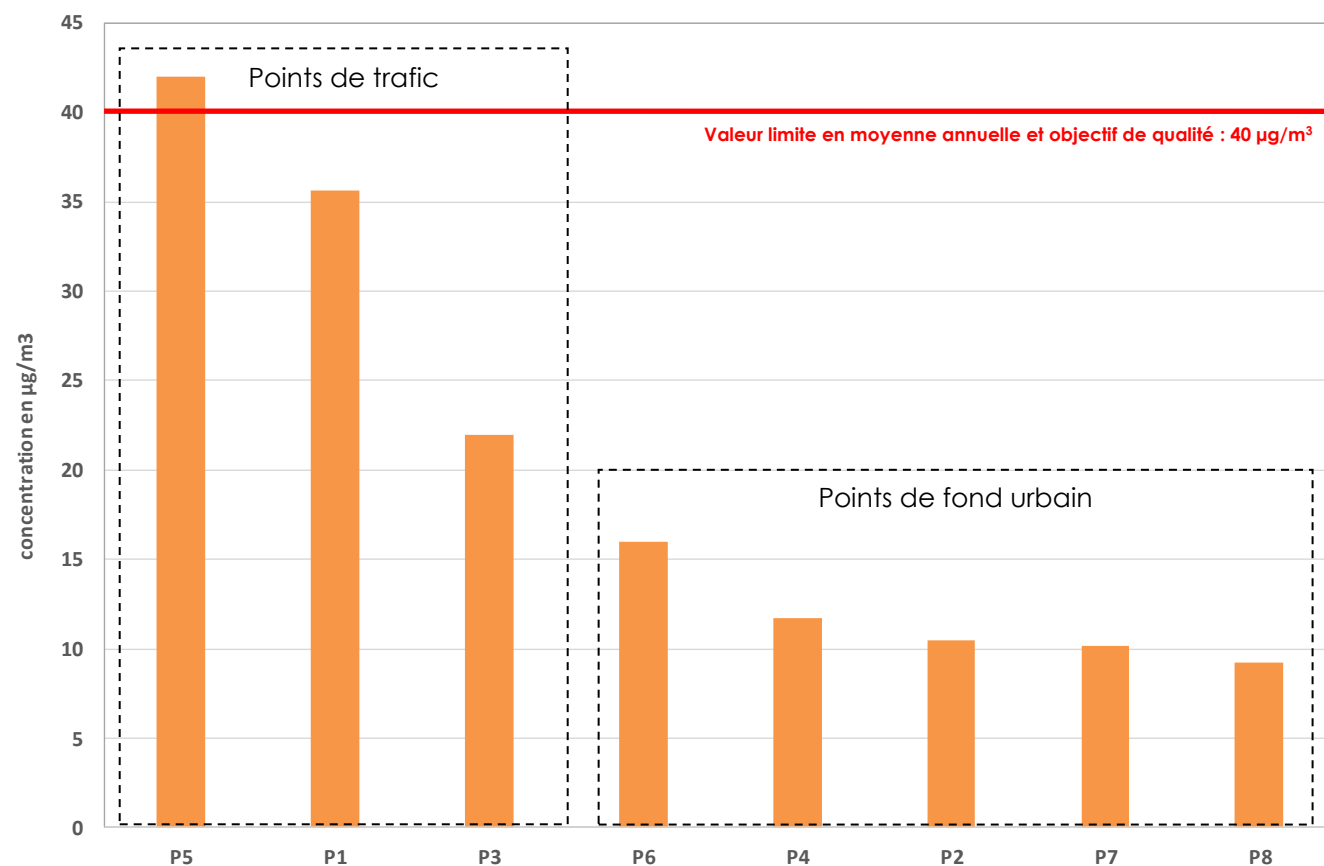


Figure 14 : comparaison des résultats en NO₂ à la réglementation

La distribution des résultats par niveau de concentration est cohérente avec les typologies de point de mesure (P1, P3 et P5 sont les points de trafic situés sur les axes les plus fréquentés de la zone). Un dépassement de la valeur limite est observé au niveau du point P5 qui est situé en bordure immédiate d'un axe routier fréquenté (route D97). De plus le point de mesure est situé au niveau d'un feu tricolore où l'accélération des véhicules au démarrage rend les conditions d'émissions majorantes.

La campagne de mesure étant associée à des concentrations en NO₂ d'environ 15 % plus faibles qu'à l'échelle annuelle en raison des conditions climatiques, un dépassement de la valeur limite peut également être envisagé au niveau du point de trafic P1. De plus ce point est placé en bordure ouest de la N20, or les vents durant la campagne de mesure sont principalement d'ouest ce qui le place dans des conditions d'exposition minorantes par rapport à la principale source locale d'émissions de NO₂.

Les points de fond urbain, caractéristiques de l'exposition de la population à la pollution, présentent des concentrations largement inférieures à la valeur limite. Même si la période de mesure est associée à des concentrations en NO₂ d'environ 15 % plus faibles qu'à l'échelle annuelle du fait des conditions météorologiques lors de la campagne de mesure, aucun dépassement de la valeur limite ne semble envisageable à l'échelle annuelle.

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

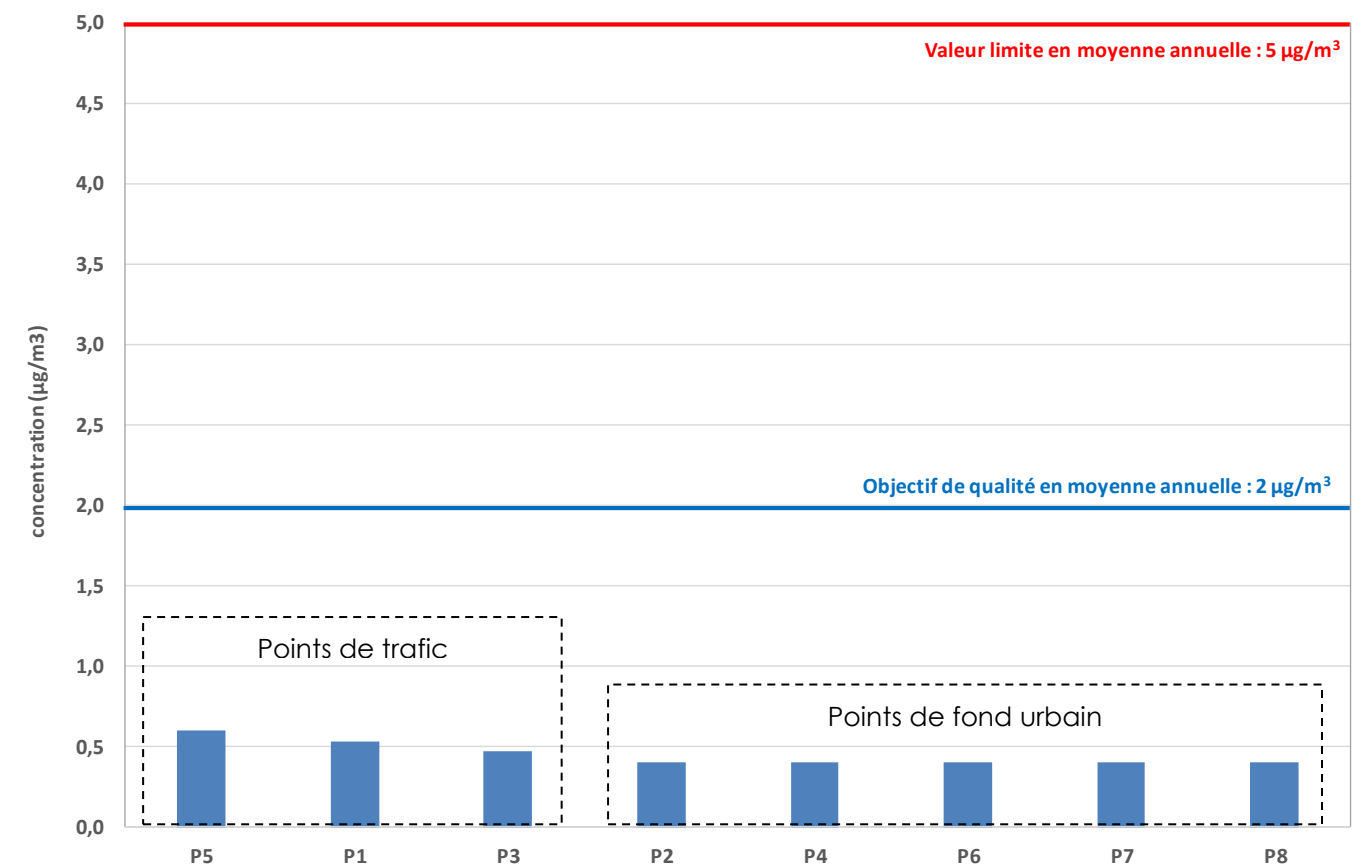


Figure 15 : comparaison des résultats en benzène à la réglementation

Comme pour les résultats de NO₂, la distribution des résultats par niveau de concentration est cohérente avec les typologies de point de mesure (P1, P3 et P5 sont les points de trafic situés sur les axes les plus fréquentés de la zone). Cependant, quel que soit le point de mesure considéré, les résultats des concentrations en benzène sont très faibles et n'indiquent aucun dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle ni de l'objectif de qualité.

IV. ESTIMATION DES EFFETS DU PROJET

IV. 1. Estimations du trafic routier

IV. 1. 1. Méthodologie

IV. 1. 1. 1. Polluants estimés

Conformément à la circulaire Equipement/Santé/Écologie du 25 février 2005, les polluants étudiés pour une étude de **niveau II** 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 nickel (Ni)

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. 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**TM.

IV. 1. 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 (2026)
- o La situation future avec projet (2026)

IV. 1. 1. 4. Données de trafic

Le tableau suivant présente l'ensemble des données de trafic considérées pour estimer les émissions polluantes (source : SORGEM).

N° brin	Actuel 2016		Sans projet 2026		Avec projet 2026		Vitesse km/h	Variation trafic avec/sans projet
	VL	PL	VL	PL	VL	PL		
0	10698	336	13041	410	14785	461	70	13 %
1	4000	124	4876	151	6301	194	50	29 %
2	13126	195	16000	238	19370	290	70	21 %
3	915	19	1116	23	3178	64	50	185 %
4	12692	193	15471	236	19073	291	50	23 %
5	15687	1084	19122	1322	19510	1349	50	2 %
6	1488	27	1813	33	1824	33	50	1 %
7	28031	1168	34170	1424	40830	1701	50	19 %
8	4748	413	5788	504	5909	513	50	2 %
9	3119	310	3801	379	8089	787	50	112 %
10	28052	1386	34196	1689	35493	1763	50	4 %
11	11787	491	14368	599	15517	647	50	8 %
12	53413	9084	65110	11073	66952	11387	70	3 %
13	10692	445	13206	550	14093	587	50	7 %
14	13941	734	16995	894	18144	955	50	7 %
15	3820	288	4657	351	5176	390	50	11 %
16	5567	232	6786	283	6698	279	50	-1 %
17	41861	7128	51028	8689	51305	8733	70	1 %
18	2812	0	3428	0	5120	0	50	49 %

Tableau 14 : données de trafic



Figure 16 : localisation des axes impactés par le projet

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. 1. 2. Résultats

IV. 1. 2. 1. Bande d'étude

Les données de trafic permettent de fixer la largeur de la bande d'étude de part et d'autre des axes impactés de plus ou moins 10 % du fait du projet, conformément à la circulaire du 25/02/2005 :

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

Tableau 15 : largeur de bande d'étude

La figure 17 présente la bande d'étude définie d'après ces critères :



Figure 17 : bande d'étude

Les variations de trafic entre les scénarios avec et sans projet sont inférieures à 10 % sur la N20, ce qui ne constitue pas un impact significatif du projet sur cet axe. Néanmoins dans une approche majorante et de cohérence (continuité des axes), l'impact de cet axe est pris en compte dans les calculs des émissions.

IV. 1. 2. 2. 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	kep*/j	11,2	13,5	21,2%	14,5	29,4%	6,7%
CO ₂	t/j	37,7	45,9	21,7%	49,0	29,9%	6,7%
NO _x	kg/j	0,126	0,15	20,8%	0,16	27,5%	5,6%
CO	kg/j	0,050	0,039	-22,3%	0,04	-17,4%	6,3%
SO ₂	kg/j	0,001	0,001	21,7%	0,001	29,9%	6,7%
COV	kg/j	0,004	0,003	-17,3%	0,003	-11,7%	6,8%
Poussières	kg/j	0,007	0,008	14,2%	0,01	21,5%	6,5%
Benzène	g/j	0,11	0,08	-24,9%	0,1	-19,0%	7,9%
Cadmium	ng/j	0,12	0,15	21,7%	0,16	29,9%	6,7%
Nickel	ng/j	0,83	1,01	12,7%	1,08	29,9%	6,7%

*kilo équivalent pétrole

Tableau 16 : bilan des émissions

Malgré l'augmentation du trafic pour le scénario futur avec projet, une baisse des émissions de certains polluants (CO, COV 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 2026.

En revanche l'apport de trafic lié au projet génère une augmentation significative des émissions de NO_x, CO₂, SO₂, et du nickel et cadmium (environ 30% pour chaque polluant). Dans une moindre mesure, une augmentation est également constatée sur les poussières (environ 20 %).

Par rapport au scénario « futur sans projet », le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation globale des émissions d'environ 6,7 % (en prenant en compte les émissions sur la N20 – approche majorante).

IV. 1. 2. 3. Localisation des émissions

En retenant les NO_x comme substance la plus représentative de la pollution routière, les figures suivantes permettent respectivement de visualiser :

- Les émissions actuelles (2016)
- Les émissions futures avec projet (2026)
- Les variations entre le scénario avec et sans projet (2026)



Figure 18 : émissions de NO_x actuelles (2016)

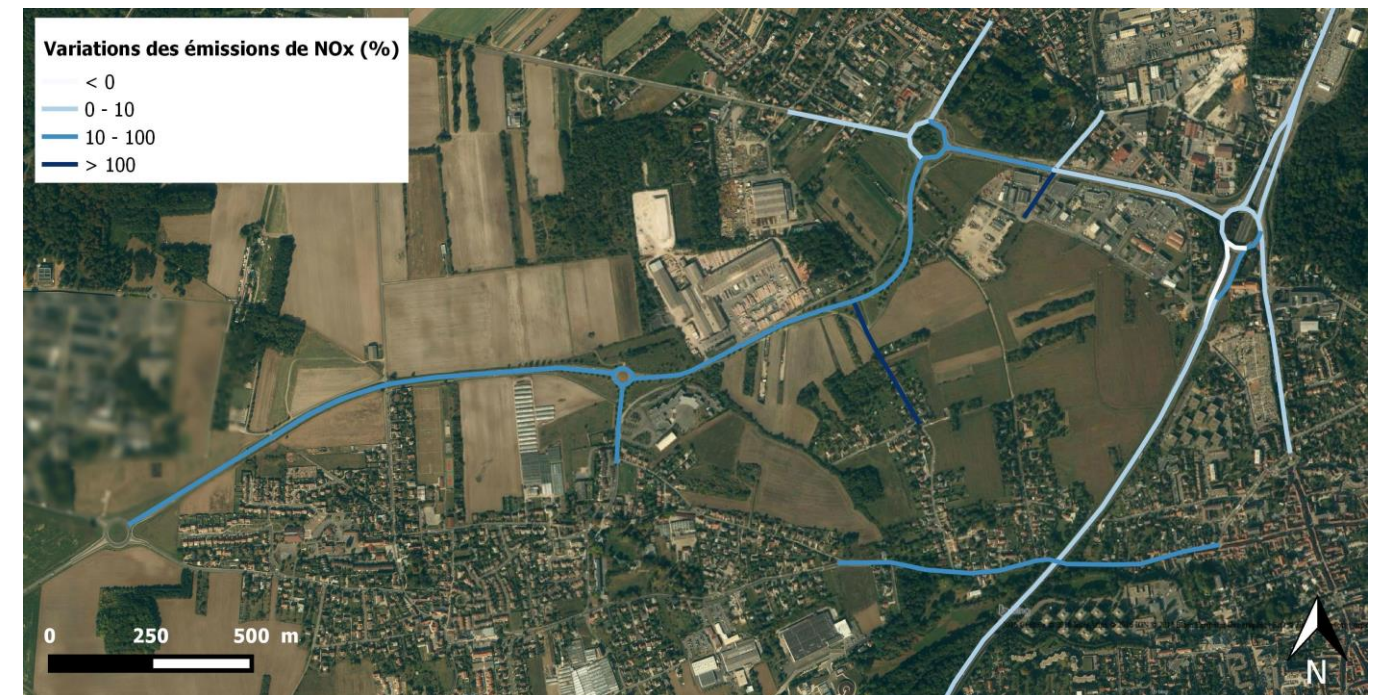


Figure 20 : variation des émissions de NO_x avec et sans projet (2026)

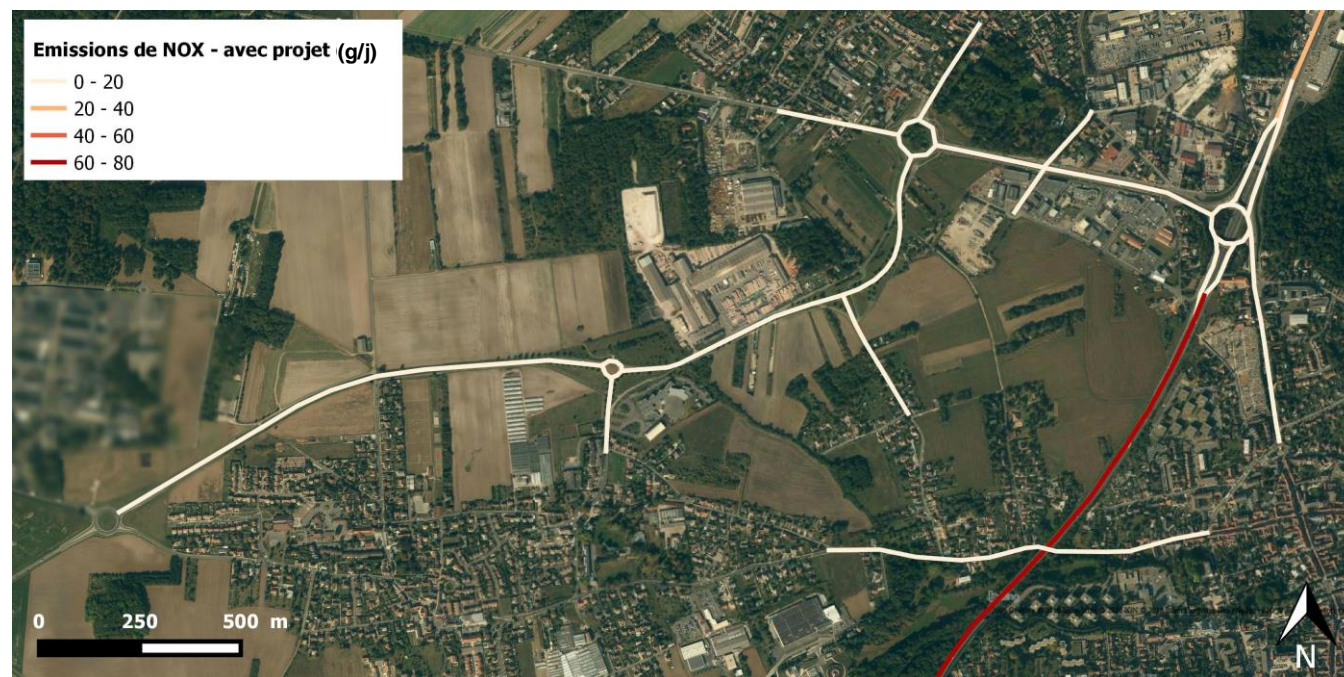


Figure 19 : émissions de NO_x avec projet (2026)

Les augmentations des émissions polluantes entraînées par le projet à l'horizon 2026 par rapport à l'état actuel (2016) sont essentiellement localisées sur la N20 (section sud) qui borde le projet à l'est.

Malgré l'augmentation significative des émissions de NO_x sur cet section de l'axe, la figure 9 permet de constater que l'augmentation induite directement par le projet sur cette route n'est pas significative (< 10% par rapport au scénario futur sans projet).

La comparaison entre les scénarios futur avec et sans projet indique que, mise à part une diminution des émissions sur une bretelle d'accès de la N20 au nord-est du projet, la mise en service du projet s'accompagne d'une augmentation des émissions polluantes sur tous les axes.

Les augmentations les plus significatives (>100 %) sont logiquement localisées sur les deux brins d'accès à la ZAC. Les augmentations moins significatives (mais supérieures à 10 %) sont localisées sur la D116 et la rue d'Arpajon au sud du projet. Cependant la comparaison entre l'état actuel et l'état futur avec projet (figures 7 et 8) indique que les émissions polluantes restent faibles sur ces axes entre 2016 et 2026.

IV. 2. Modélisation des concentrations

IV. 2. 1. Intégration de la topographie

La figure suivante présente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude (l'écart entre deux isolignes est de 5 mètres). Le relief du site étudié est compris entre 44 m NGF et 115 m NGF. Notons que les zones de relief les plus marquées sont situées au nord-est du domaine d'étude. Les coordonnées du domaine sont en UTM31 (Universal Transverse Mercator zone 31).

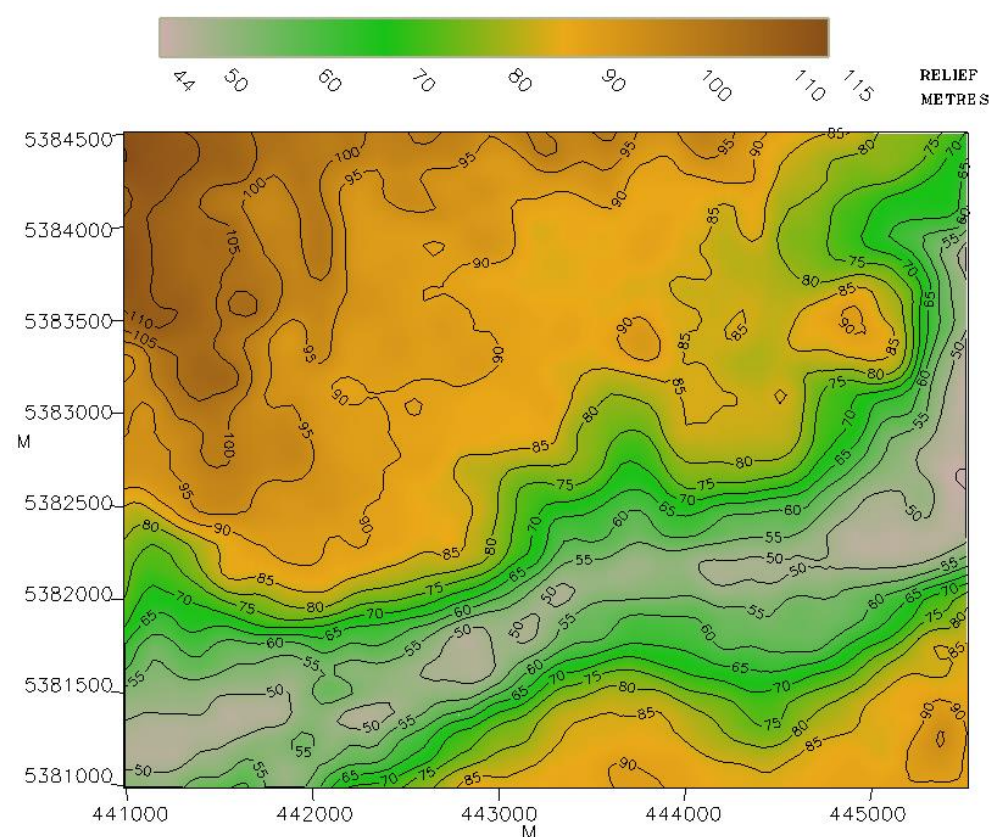


Figure 21 : représentation du relief en vue 2D

IV. 2. 1. Intégration de la météorologie

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure et la stabilité de l'atmosphère.

Les données météorologiques retenues pour la simulation de dispersion proviennent de la station Météo France d'Orly (91). Il s'agit de la rose des vents sur la période allant de janvier 2002 à décembre 2011. Elle est présentée sur la Figure 22. Elle indique les principaux résultats suivants :

- Les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 1,5 m/s et 4,5 m/s, soit respectivement 5,4 km/h et 16,2 km/h ;
- La rose des vents présente deux directions privilégiées :
 - o Une direction principale avec des vents de secteur sud/sud-ouest : 45,9 % des observations ont des directions de vent comprises entre 180° et 300°. Ces vents sont majoritairement associés à des vitesses comprises entre 1,5 et 4,5 m/s ;
 - o Une direction secondaire avec des vents de secteur nord/nord-est : 24,3 % des observations ont des directions de vent comprises entre 360° et 80°. Ces vents sont majoritairement associés à des vitesses comprises entre 1,5 et 4,5 m/s ;
- Sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 3,7 m/s (13,1 km/h) ;
- Les vents forts, vitesse supérieure à 8 m/s, sont peu fréquents (2,6 % des observations) ;
- Les vents faibles, vitesse inférieure à 1,5 m/s, sont assez fréquents puisqu'ils représentent 13,3 % des observations.

Pour les besoins des simulations, la vitesse du vent a été fixée pour chaque classe « Météo-France » à la valeur moyenne de la classe :

Classe de vitesse de vent	≤ 1,5 m/s] 1,5 ; 4,5]] 4,5 ; 8]	> 8 m/s
Vitesse retenue pour les simulations	1 m/s	3 m/s	6,25 m/s	8 m/s

A noter que faute d'information sur la répartition des vents inférieurs à 1,5 m/s, la répartition a été considérée identique à celle des vents de vitesse comprise entre 1,5 et 4,5 m/s.

La température moyenne de l'air a été prise égale à 11,7°C, température moyenne annuelle de l'air à la station d'Orly sur les 30 dernières années⁷ (normales 1981-2010).

La stabilité atmosphérique a été considérée comme neutre (classe D de Pasquill). En effet, il s'agit de la stabilité atmosphérique la plus répandue en France métropolitaine.

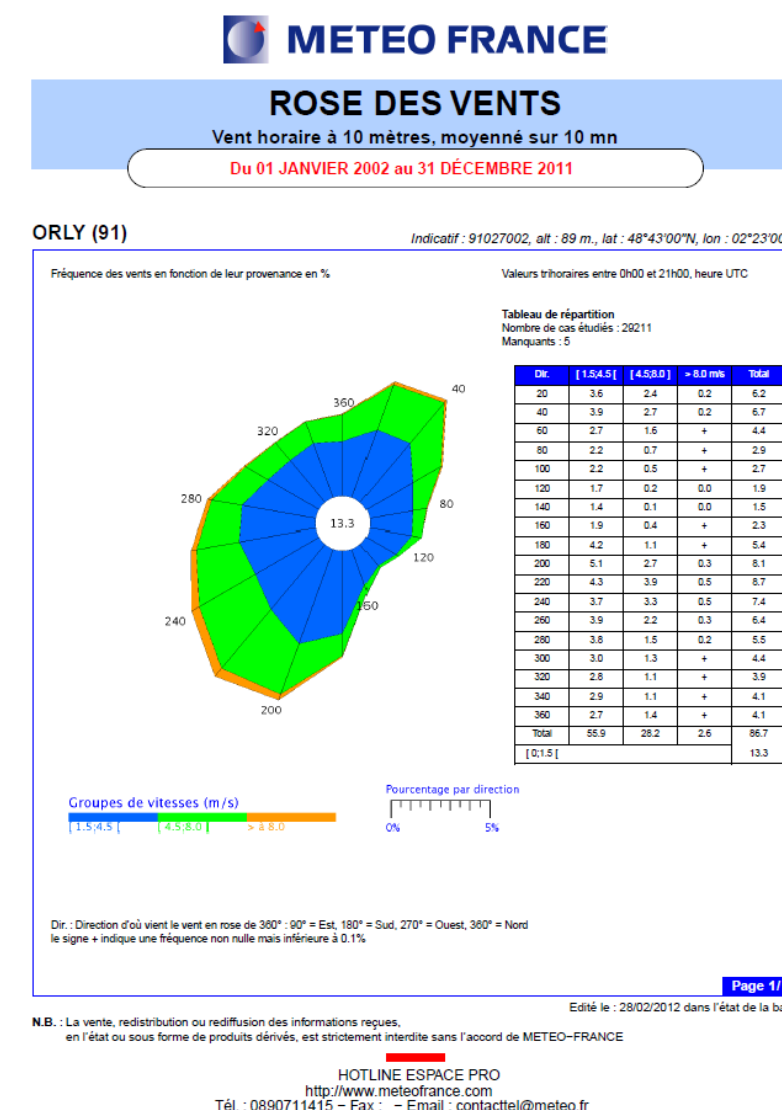


Figure 22 : rose des vents de la station de Saint-Maur-des-Fossés

IV. 2. 2. Intégration de la population

Un recensement complet de la population a été réalisé. Il comprend :

- o La densité de population sur les communes du domaine d'étude
- o Le recensement de la population en 2010
- o L'estimation de la population future jusqu'à 2026

Afin d'estimer les populations futures, l'INSEE a établi des scénarii de projection de population pour chaque département français (INSEE, 2010⁸). Le scénario dit "central", utilisé pour estimer les populations aux horizons 2016 et 2026, est basé sur les hypothèses suivantes :

- o La fécondité de chaque département est maintenue à son niveau de 2007.

⁷ <http://www.meteofrance.com/climat/france/station/75114001/normales>

⁸ Projections départementales de population à l'horizon 2040, INSEE :

http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=99&ref_id=proj-dep-population-2010

- o La mortalité de chaque département baisse au même rythme qu'en France métropolitaine où l'espérance de vie atteindrait 83,1 ans pour les hommes et 88,8 ans pour les femmes en 2040.
- o Les quotients migratoires entre départements métropolitains, calculés entre 2000 et 2008, sont maintenus constants sur toute la période de projection. Ils reflètent les échanges de population entre un département et chacun des autres, y compris ceux d'outre-mer.

La population sur les communes du domaine étant supérieure à 10 000 habitants, ces communes sont découpées en IRIS. Le tableau 17 présente le recensement de la population pour l'année 2008 ainsi que les projections de population pour les années 2016 et 2026, pour les IRIS concernés par le domaine d'étude.

COMMUNE	IRIS	Recensement population 2008	Projection population 2016	Projection population 2026
ARPAJON	NORD	2332	2422	2503
ARPAJON	CENTRE	2657	2760	2853
ARPAJON	SUD	3467	3602	3722
ARPAJON	LA PRAIRIE	1718	1785	1845
BREUILLET	SUD VOIE FERREE	1887	1960	2026
BRUYERES-LE-CHATEL	BRUYERES-LE-CHATEL	3114	3235	3343
EGLY	EGLY	5268	5473	5656
LEUVILLE-SUR-ORGE	LEUVILLE-SUR-ORGE	4182	4345	4490
LA NORVILLE	LA NORVILLE	4133	4294	4437
OLLAINVILLE	OLLAINVILLE	4561	4738	4897
SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	NORD	2411	2504	2588
SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	CENTRE	2430	2525	2609
SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	EST	2411	2505	2589

Tableau 17 : recensement de la population dans les communes du domaine d'étude (INSEE)

La figure 23 ci-contre présente la densité de population pour la situation actuelle (2016) dans la zone d'étude.

Sur l'ensemble du domaine d'étude, les densités de population varient de 247 habitants au km² pour l'IRIS Bruyères-le-Châtel, à 9 355 habitants au km² pour l'IRIS Arpajon – Centre.

A l'horizon 2026, les densités de population varient de 255 habitants au km² pour l'IRIS Bruyères-le-Châtel, à 9 668 habitants au km² pour l'IRIS Arpajon – Centre.

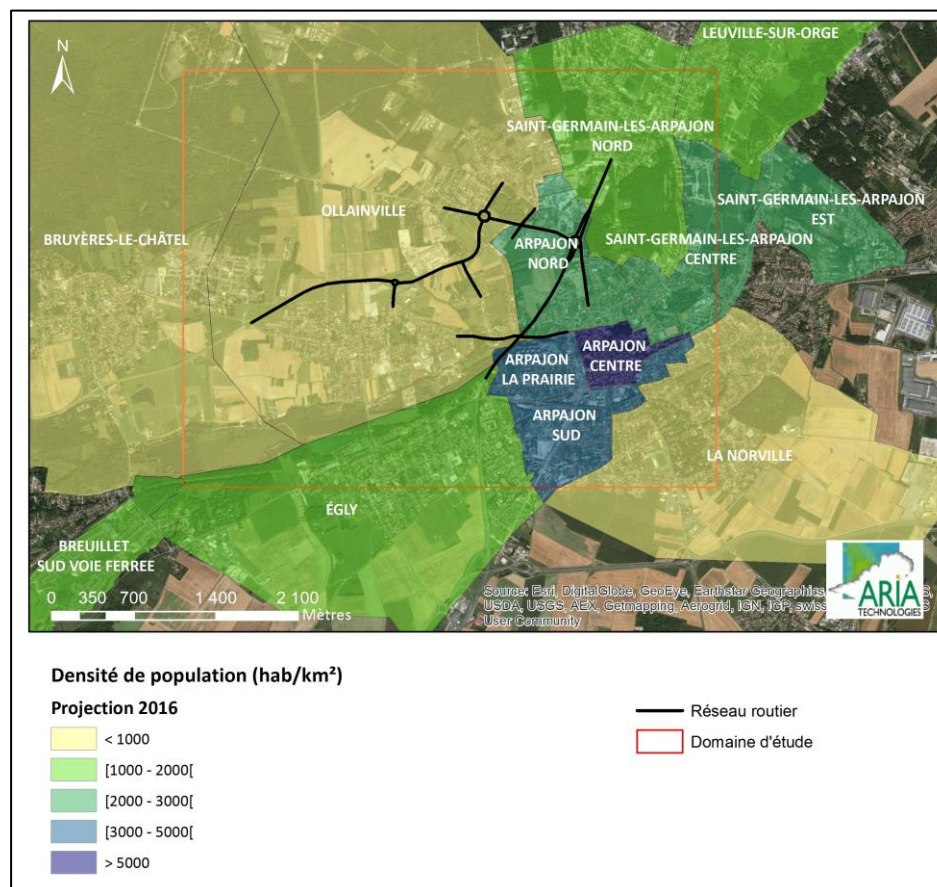


Figure 23 : densité de population sur le domaine d'étude (projection 2016, INSEE)

IV. 2. 3. Paramétrages du logiciel de dispersion

Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel **ARIA Impact**, version 1.8. ARIA Impact est un modèle gaussien qui répond aux prescriptions de l'INERIS pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : Evaluation des Risques Sanitaires liés aux substances chimiques dans l'Etude d'Impact des ICPE).

Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. En revanche, il ne permet pas de considérer les transformations photochimiques des polluants et de calculer les concentrations de polluants secondaires tels que l'ozone. Sans être un modèle tridimensionnel, ARIA Impact peut prendre en compte la topographie de manière simplifiée.

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- o Une prise en compte simplifiée de la topographie ;
- o Une rugosité correspondant à une zone urbaine ;
- o Un modèle de dispersion basé sur les écarts-types de Briggs ;
- o La conversion des NO_x en NO/NO₂ ;
- o Une maille de calcul de 100 mètres ;
- o Les émissions liées au trafic automobile.

Conversion des NO_x en NO/NO₂

Les concentrations sur l'ensemble du domaine en moyenne annuelle sont aussi calculées pour le NO₂ et le NO à l'aide de la formule de conversion de Middelton⁹ :

$$[NO_2] = 2,166 - [NO_x] (1,236 - 3,348 A10 + 1,933A^210 - 0,326 A^310) \text{ où : } A10 = \log_{10}([NO_x])$$

$$[NO] = [NO_2] - [NO_x]$$

Dans la formule, les concentrations en NO, NO₂ et NO_x sont exprimées en ppb (partie par billion).

Caractéristiques des polluants

Le tableau 18 résume les valeurs utilisées dans le cadre de cette étude pour le calcul des dépôts.

Polluant	Phase du polluant	Diamètre de particules (µm)	Vitesse de dépôt sec (cm/s)	Source biblio.
NO _x , NO, NO ₂	Gaz	-	-	[1]
CO	Gaz	-	-	[1]
COV, benzène	Gaz	-	-	[1]
SO ₂	Gaz	-	0,6	[1]
Particules PM ₁₀	Particules	10	1,3	[2]
Nickel	Particules	2	0,45	[1]
Cadmium	Particules	2	0,45	[1], [3]

Tableau 18 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des espèces étudiées

[1] « Empirical atmospheric deposition parameters – a survey », T.A. McMahon, P. J. Denison, Atmospheric Environment Vol 13 (1979), 571-585

[2] Underwood, AEA Technology, Harwell, 2001: Review of Deposition Velocity and washout coefficient

[3] WGE RIVM report n° 259101011/2002: Preliminary modeling and mapping of critical loads for cadmium and lead in Europe JP Hettelingh, J. Slootweg, M. Posch (eds.) S. Dutchak, I. Iljin.

⁹ An empirical function for the ratio NO₂ : NO_x, R.G. Derwent and D.R. Middelton, Atmospheric Processes Research Metrological Office, vol. 26 n°3/4, 1996

IV. 2. 4. Résultats des simulations

Présentation des résultats

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes et de tableaux présentant, pour chaque espèce concernée, les concentrations moyennes annuelles. Les tableaux présentent la situation majorante en termes d'impact, dans la mesure où les valeurs indiquées sont les concentrations au point géographique le plus exposé de l'aire d'étude (concentration maximale rencontrée sur l'aire d'étude). L'unité retenue pour exprimer les concentrations de polluant dans l'air est le $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramme par $\text{m}^3 = 10^{-6} \text{ g}/\text{m}^3$) et ng/m^3 pour les métaux (nanogramme par $\text{m}^3 = 10^{-9} \text{ g}/\text{m}^3$).

Pollution de fond

L'état initial de la qualité de l'air réalisé dans le cadre de cette étude permet de détailler le niveau de pollution de l'air dans l'environnement du projet à partir des mesures réalisées in-situ (cf. paragraphe III).

Les points retenus pour l'estimation de la pollution de fond correspondent aux points de mesure de typologie « fond urbain », à savoir les points P2, P4, P6, P7, P8. Ainsi la moyenne des concentrations des sites de fond est de $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en NO_2 et $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en benzène.

Les concentrations mesurées à la station Airparif d'Evry durant la campagne de mesure sont 1,3 fois plus faible qu'en moyenne annuelle pour 2015. Afin d'estimer une pollution de fond en moyenne annuelle sur la zone d'étude, les concentrations de fond moyennes en NO_2 et benzène mesurées durant la campagne de mesure seront multipliées par ce ratio (1,3).

Les concentrations ainsi obtenues sont de $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 et $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène. Cette pollution de fond sera ajoutée aux résultats de la modélisation.

Tableaux de résultats

Le tableau 19 présente les concentrations calculées en moyenne annuelle au point géographique le plus exposé du domaine d'étude (point max).

Les résultats de la modélisation fournissent les concentrations liées à la pollution routière. Cette pollution est ensuite additionnée de la pollution de fond, lorsqu'elle est disponible, afin d'estimer les niveaux d'impact global auxquels sont soumis les populations. La pollution de fond correspond à la pollution induite par l'ensemble des sources non prises en compte dans l'étude (sources industrielles, émissions diffuses de combustion liées au chauffage urbain, etc.).

POINT MAX	Pollution de fond	Pollution routière			Impact global		
		2016	2026		Pollution routière + Pollution de fond		
			Sans projet	Avec projet	2016	2026	2026
					Sans projet	Avec projet	
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	3,4	2,8	2,8	-	-	-
COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0,3	0,2	0,2	-	-	-
NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	6,7	7,9	8,1	21,7	22,9	23,1
SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0,06	0,08	0,08	-	-	-
Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,5	0,007	0,005	0,005	0,5	0,5	0,5
Particules PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0,5	0,6	0,6	-	-	-
Nickel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0,06	0,07	0,07	-	-	-
Cadmium ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0,008	0,01	0,01	-	-	-

Tableau 19 : concentrations en moyenne annuelle au point géographique le plus exposé du domaine d'étude

Les valeurs réglementaires françaises du Code de l'Environnement relatif aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites sont présentées en Annexe 1 (tableau 33 à tableau 35).

Leur comparaison avec les résultats du tableau 19 montrent que :

- o Les concentrations moyennes annuelles calculées, liées à la pollution routière, sont très inférieures aux valeurs réglementaires françaises et européennes, quel que soit le scénario étudié. Elles représentent au maximum :
 - o 20,3 % de l'objectif de qualité de l'air pour le NO_2 ;
 - o 0,2 % pour le SO_2 ;
 - o 0,3 % pour le benzène ;
 - o 2,0 % pour les poussières PM_{10} ;
 - o 0,4 % pour le nickel ;
 - o 0,2 % pour le cadmium.
- o En ajoutant le bruit de fond (impact global), les concentrations moyennes annuelles restent inférieures aux objectifs de qualité de l'air de la réglementation française.

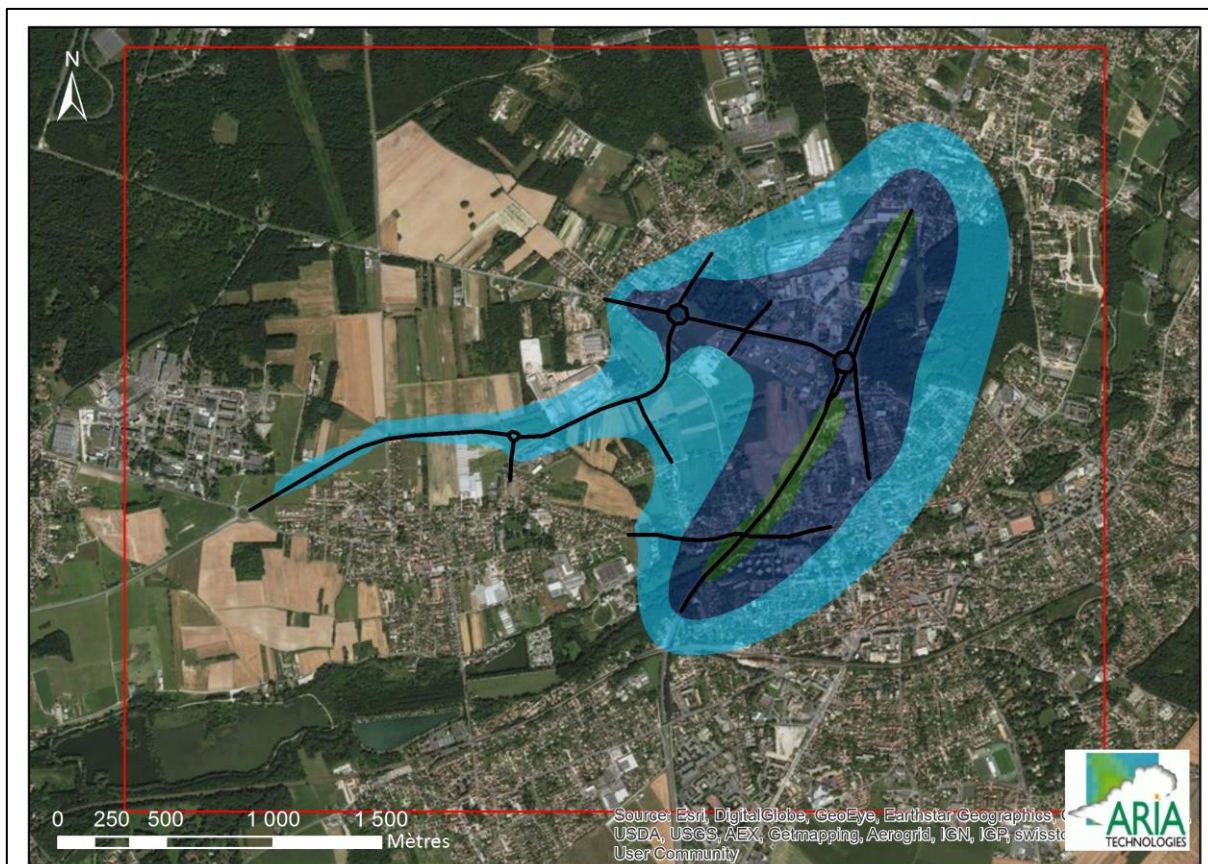
La comparaison entre les scénarios est présentée plus en détail dans le paragraphe suivant.

Cartographies des résultats

Les figures 24 à figure 26 (pages suivantes) présentent les courbes d'iso-concentrations pour le dioxyde d'azote pour chacun des scénarios étudiés.

Les aplats colorés montrent les zones où les concentrations au niveau du sol sont comprises entre deux valeurs (par exemple, les zones en "bleu clair" correspondent à des concentrations en NO_2 comprises entre $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les zones principales de pollution sont observées sur les axes ayant le trafic le plus important. Pour les trois scénarios étudiés, cette zone se situe au niveau de la RN20 au nord de la ZAC « Les Belles-vues ». Notons que les concentrations diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne des axes routiers.



Concentration moyenne annuelle en NO₂ (µg/m³)

Situation actuelle, 2016



Figure 24 : carte de concentrations moy. annuelles pour le NO₂ – situation actuelle (2016)



Concentration moyenne annuelle en NO₂ (µg/m³)

Situation fil de l'eau, 2026



Figure 25 : carte de concentrations moy. annuelles pour le NO₂ – situation future (2026) sans projet

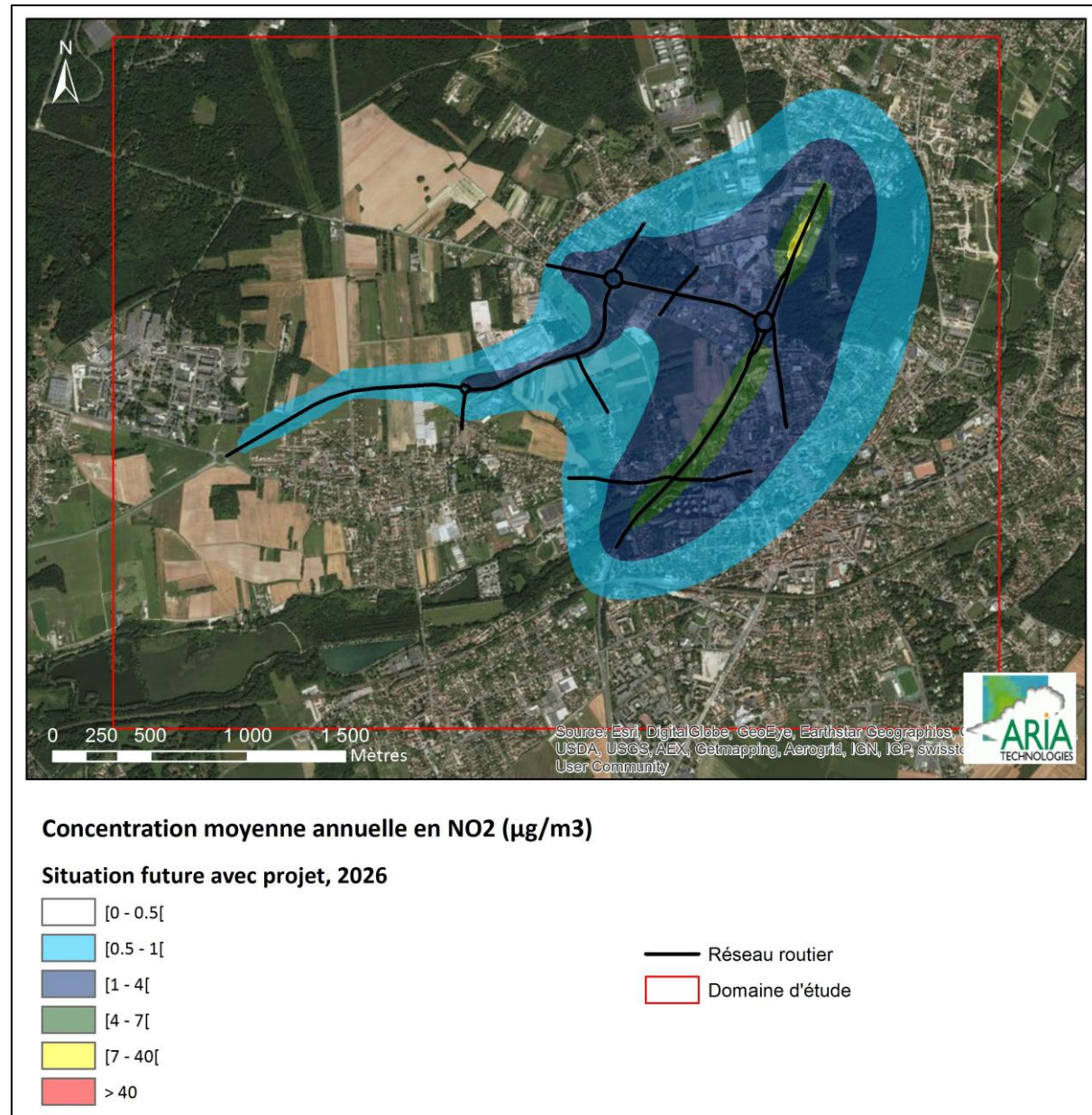


Figure 26 : carte de concentrations moy. annuelles pour le NO₂ – situation future (2026) avec projet

Comparaison des scénarios à l'horizon du projet

La Figure 27 montre l'écart entre les concentrations de NO₂ au niveau du sol dues à la pollution routière (sans bruit de fond) à l'horizon 2026 avec et sans le projet d'aménagement de la ZAC « Les Belles-Vues ». Cette carte met en évidence les zones où la concentration en NO₂ augmente, en rouge, et où elle diminue, en bleu, du fait de la mise en service du projet.

Les concentrations en NO₂ augmentent de plus de 15 % principalement sur les axes permettant l'accès à la ZAC « les Belles Vues », notamment au niveau de la rue de Cerfeuille, de la rue la Roche et de la D1160.

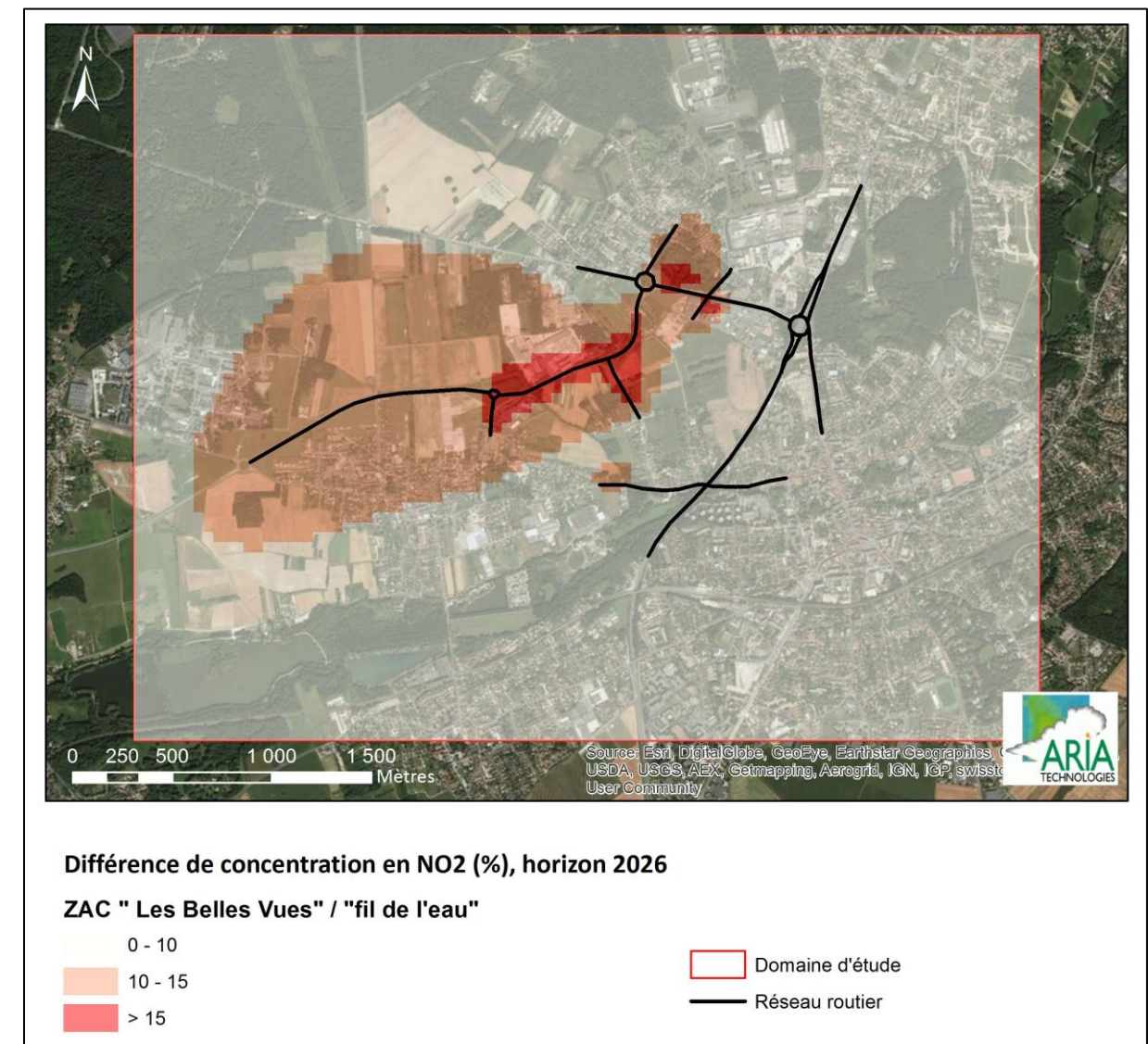


Figure 27 : carte de variation des concentrations de NO₂ en pollution globale à l'horizon futur (projet/sans projet)

IV. 3. Impact sur la population

Afin d'évaluer l'impact du projet sur la santé des populations, nous avons appliqué la méthode préconisée par le CERTU pour les études de niveau II consistant à croiser les concentrations calculées et les données de population sur la bande d'étude. Le produit "Population x concentration" fournit ainsi un indicateur sanitaire, appelé également « indice pollution / population : IPP ». Il est calculé pour le benzène, conformément à la circulaire Equipement/Santé/Écologie du 25/02/2005.

IV. 3. 1. Projection de la population sur le maillage de calcul

Les données de population sur chaque zone IRIS sont estimées pour les années 2016 et 2016 à partir du recensement de 2008. Ces données prises en compte pour le calcul de l'IPP sont présentées dans le tableau 17 (page 20).

IV. 3. 2. Indice Polluant/Population (IPP)

Le croisement des données de population et de concentration permet de fournir un indicateur "d'exposition". En effet, il est important du point de vue de l'impact sur la santé de connaître les zones critiques qui sont caractérisées par des concentrations de polluant élevées et une population importante.

L'indice Pollution/Population a été calculé pour le benzène, conformément à la circulaire Equipement/Santé/Écologie du 25/02/2005. L'IPP est calculé de la manière suivante :

- Les concentrations (ou Emissions Influencées par le Vent) correspondent aux résultats du modèle de dispersion ARIA Impact qui intègre l'influence du vent sur la dispersion des polluants atmosphériques, additionnées de la pollution de fond. Elles sont obtenues sur une grille dont la maille est égale à 100 mètres.
- Les données de population ont été projetées sur la grille du modèle de dispersion.
- A chaque maille de la grille de calcul est associé une concentration en benzène et une valeur de population. L'IPP est le produit de ces deux valeurs et est donc également calculé pour chacune des mailles du domaine d'étude.

Le tableau 20 présente les valeurs de l'IPP les plus importantes, c'est-à-dire dans la maille la plus exposée, ainsi que l'IPP global qui correspond à la somme des IPP sur l'ensemble du domaine d'étude. Les produits concentration x population les plus forts correspondent plus particulièrement aux zones où la densité de population est la plus élevée et où les concentrations calculées sont les plus importantes.

	IPP max	IPP Global
Situation actuelle (2016)	11,7	8542
Situation future (2026) sans projet	12,1	8825
Situation future (2026) avec projet	12,1	8825

Tableau 20 : IPP dans la maille la plus exposée et IPP Global

A l'horizon 2016, le projet d'aménagement de la ZAC « Les Belles Vues » entraîne une très faible augmentation de l'IPP global (environ 0,006 %). Cette différence est due à l'augmentation du trafic. A noter que les concentrations en benzène calculées par modélisation et correspondant à la pollution routière (0,005 µg/m³ au point max pour le scénario avec le projet de la ZAC « Les Belles-Vues ») sont très faibles devant la pollution de fond en benzène prise en compte dans cette étude (0,5 µg/m³).

IV. 3. 1. Histogramme de distribution

Conformément à la circulaire du 25 février 2005, à partir des résultats de concentrations issues du modèle de dispersion et des populations par maille obtenus pour chaque scénario, on détermine un histogramme de distribution par classes de valeurs de concentrations, en sommant, pour chaque plage entre deux valeurs de concentrations (les bornes de la plage), l'ensemble des populations associées à cette plage. Ces histogrammes sont présentés sur la figure 28.

Le bruit de fond pour le benzène est pris égal à 0,5 µg/m³, c'est pourquoi toutes les populations sont concernées par des concentrations supérieures à 0,5 µg/m³. Entre la situation actuelle (2016) et les scénarios à l'horizon 2026, le nombre d'habitants exposés à des concentrations inférieures à 0,502 µg/m³ augmentent alors que le nombre d'habitants exposés à des concentrations supérieures à 0,502 µg/m³ diminuent. Rappelons que les concentrations engendrées par le trafic routier sont faibles vis-à-vis du bruit de fond.

A l'horizon 2026, la mise en place du projet entraîne une augmentation de l'exposition des populations à des concentrations supérieures à 0,502 µg/m³ par rapport au scénario « fil de l'eau » ; l'exposition des populations à des concentrations en benzène supérieure à 0,505 µg/m³ reste identique dans les deux scénarios (avec et sans projet).

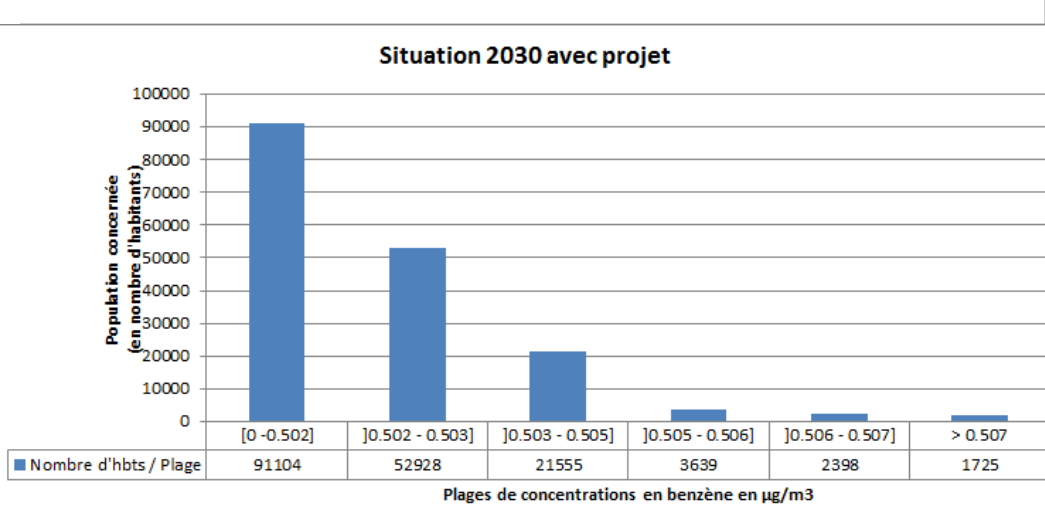
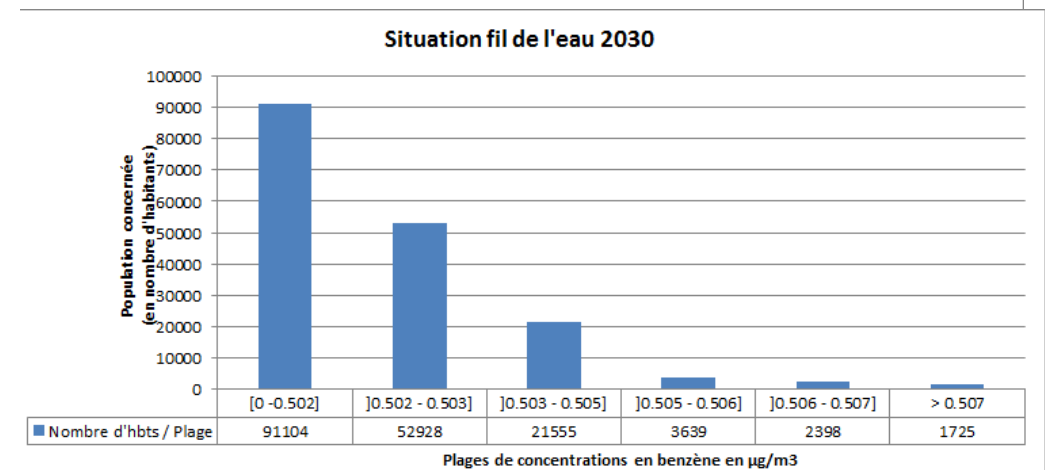
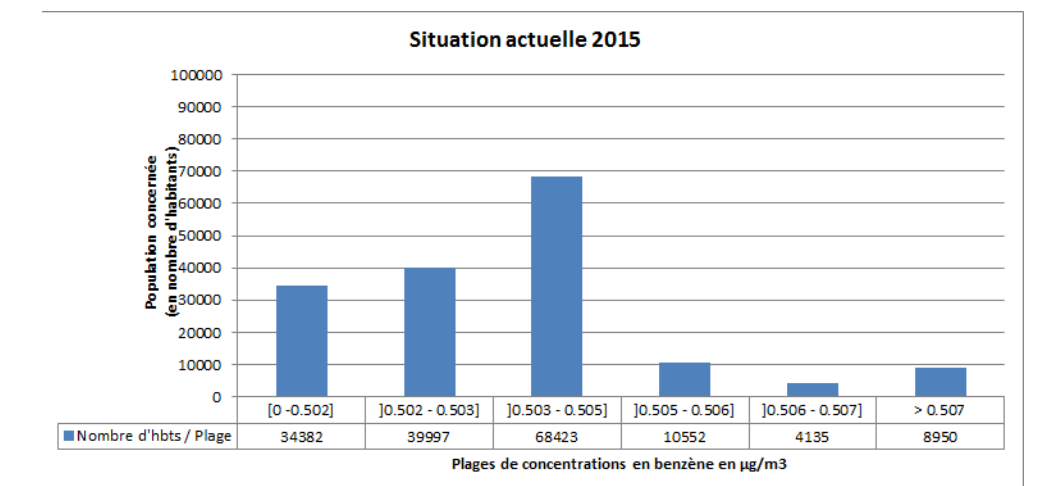


Figure 28 : histogramme de distribution concentration/population

IV. 4. Monétarisation

IV. 4. 1. Coûts collectifs des pollutions et nuisances

Méthodologie

L'analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité, dans le cadre des études d'impact liées, entre autres, au projet d'infrastructures routières a été introduite via le décret n°2003-767 du 1^{er} août 2003.

Les valeurs unitaires jouant un rôle fondamental dans l'évaluation des projets, la commission présidée par Emile Quinet propose un nouveau jeu de valeurs de référence. L'établissement de ces valeurs de références sont décrites dans le rapport du Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) intitulé « *Évaluation socioéconomique des investissements publics* » de septembre 2013. La mise à jour des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique tient compte des quatre évolutions majeures suivantes :

- Mise en œuvre de la méthode européenne de calcul des coûts de la pollution atmosphérique de type « bottom-up » (et non plus « top down »).
- Internalisation des effets des particules, des NO_x, du SO₂ et des COVNM (et non plus des particules uniquement).
- Modulation du coût des émissions selon la vitesse des véhicules et la densité des zones traversées, y compris pour les zones de très forte densité.
- Augmentation de la valeur de la vie humaine.

Le rapport fournit donc des valeurs tutélaires pour estimer le coût des impacts sanitaires des polluants primaires émis par la circulation routière pour trois catégories de véhicules (véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers et poids lourds). Le Tableau 21 présente les valeurs tutélaires pour le transport routier. Elles correspondent aux émissions de PM_{2,5}, NO_x, COVNM et SO₂ du parc roulant de 2010.

€/2010/100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,1	3,1	1,3	1,0	0,9
VP diesel	13,8	3,8	1,6	1,3	1,0
VP essence	4,5	1,3	0,6	0,5	0,5
VP gpl	3,5	1,0	0,4	0,3	0,1
VUL	22,0	6,1	2,5	1,9	1,5
VU diesel	22,9	6,3	2,6	2,0	1,6
VU essence	6,3	1,9	0,9	0,8	0,8
PL diesel	186,6	37,0	17,7	9,4	6,4
Deux-roues	8,7	2,5	1,0	0,8	0,5
Bus	125,4	24,8	11,9	6,3	4,2

Déclinaison par Norme Euro des coûts des émissions de NO_x, SO₂, COVNM et PM_{2,5} dues à la combustion des VP et VUL : voir le détail dans le rapport.

VP : véhicule particulier ; VUL : véhicule utilitaire léger ; VU : véhicule utilitaire ; PL : poids lourd.

Tableau 21 : valeurs tutélaires pour le transport routier (émissions dues à la combustion et à l'usure)

Ces valeurs tutélaires sont modulées en fonction de la densité de population située à proximité du projet. La définition des différentes zones est décrite dans le Tableau 22.

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

Tableau 22 : densité de population des zones traversées par l'infrastructure

Par ailleurs ces valeurs sont monétarisées en « euros 2010 ». Dans le rapport de la commission Quinet il est précisé qu'il faut « faire évoluer les valeurs de la pollution atmosphérique en tenant compte, d'une part, de l'évolution du PIB par tête et d'autre part, de l'évolution du parc circulant et de l'évolution des émissions individuelles (ces dernières sont estimées à - 6 % par an sur la période 2010-2020 pour le mode routier) ». Les coûts estimés pour les années d'étude, à savoir 2016 pour la situation actuelle et 2026 pour l'horizon du projet prennent en compte cette règle d'évolution.

Valeurs retenues pour le calcul des coûts collectifs

La ZAC « Les Belles-Vues » se trouve principalement sur les IRIS Ollainville et Arpajon Nord dont la densité de population est respectivement de 423 habitants au km² en 2016 et de 437 habitants au km² à l'horizon 2016 pour Ollainville et de 2 533 habitants au km² en 2016 et de 2 618 habitants au km² à l'horizon 2016 pour Arpajon Nord. Le domaine d'étude sera donc être considéré comme de l'urbain dense (cas majorant).

Le tableau 23 présente l'évolution (%), par rapport à l'année 2010, pour chacun des paramètres à considérer :

- Le PIB par habitant¹⁰ n'est connu qu'à échéance de l'année civile ; la dernière donnée disponible est celle de l'année 2015. Au-delà de cette année, un pourcentage d'évolution de + 0,5 % par an sera appliqué. Cette valeur correspond à la moyenne annuelle de l'évolution du PIB par habitant entre 2010 et 2015 ;
- Le parc circulant n'est estimé que jusqu'en 2025, par conséquent pour les années postérieures les valeurs retenues seront celles de l'année 2025 ;
- Enfin, le rapport Quinet indique une estimation de l'évolution des émissions individuelles pour la période 2010-2020. Dans le cadre de cette étude, l'évolution des émissions individuelles est définie de la façon suivante :
 - Entre 2010 et l'état actuel 2016 : la valeur retenue est celle proposée par le rapport Quinet, à savoir -6 % par an ;
 - Entre l'état actuel (2016) et l'horizon futur (2026) : prise en compte de l'évolution moyenne des émissions, des particules, des NO_x, du SO₂ et des COVNM, calculées par TREFIC entre la situation actuelle et la situation future sans projet.

		Evolution PIB par habitant (%)	Evolution parc circulant (%)	Evolution émissions individuelles (%)
Actuel	2010 → 2016	2,9	10,0	-31,0
Futur	2016 → 2026	7,9	24,9	-29,1

Tableau 23 : évolution PIB par habitant, parc circulant, émissions individuelles

		Evolution globale (%)
Actuel	2010 → 2016	-22,3
Futur	2016 → 2026	-9,3

Tableau 24 : évolution globale

Les coûts de pollution pour l'état actuel 2016 et l'horizon futur 2026 sont présentés dans le tableau 25. Les valeurs tutélaires (année 2010) propres au projet (urbain dense) sont également rappelées.

Année	Unité	VP	PL diesel	Deux roues	Bus
2010	€2010 / 100 véh.km	3,1	37,0	2,5	24,8
2016	€2016 / 100 véh.km	2,4	28,8	1,9	19,3
2026	€2026 / 100 véh.km	2,8	33,5	2,3	22,5

Tableau 25 : coût de pollution (€/100.veh.km) – zone : urbain très dense

¹⁰ http://www.insee.fr/fr/themes/comptes-nationaux/tableau.asp?sous_theme=1&xml=t_1115

Résultats des coûts collectifs

A partir du tableau 26 (quantité de trafic) et du tableau 25 (coûts de pollution), les coûts collectifs dus au trafic automobile en milieu urbain très dense peuvent être évalués. Le tableau 27 présente donc les résultats en euros par jour calculés pour les trois scénarios étudiés.

	VP (véh×km/j)	PL (véh×km/j)	TOTAL (véh×km/j)
Situation actuelle (2016)	158 325	16 137	174 461
Situation future (2026) sans projet	193 068	19 674	212 743
Situation future (2026) avec projet	208 356	20 301	228 657

Tableau 26 : quantité de trafic

	Unité	VP	PL	TOTAL
Situation actuelle (2016)	€2016/ 100 véh.km	3 816 €	4 642 €	8 458 €
Situation future (2026) sans projet	€2016/ 100 véh.km	5 426 €	6 599 €	12 025 €
Situation future (2026) avec projet	€2016/ 100 véh.km	5 856 €	6 809 €	12 665 €

Tableau 27 : coûts collectifs (€/jour)

Les coûts collectifs augmentent de 5,3 % avec la mise en place du projet d'aménagement de la ZAC « Les Belles-Vues » par rapport à la situation sans projet à l'horizon 2026.

IV. 4. 1. Coûts liés à l'effet de serre

« Contrairement aux autres valeurs de monétarisation des coûts externes qui relèvent d'une démarche coûts avantages, la valeur retenue pour le carbone est fondée sur une relation coût efficacité : il s'agit du niveau de taxation du carbone contenu dans les émissions de gaz à effet de serre qui permettrait à la France de satisfaire aux engagements issus de Kyoto¹¹. »

Les valeurs tutélaires ont été redéfinies lors de la mission présidée par Emile Quinet et présentées dans le rapport du Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) intitulé « Évaluation socioéconomique des investissements publics » de septembre 2013. La valeur à considérer pour une tonne d'équivalent CO₂ émise est de 32 € en 2010 (valeur issue du rapport Boiteux II) pour atteindre 100 € en 2030. De 2010 à 2030, la valeur du carbone croît au rythme de 5,8 % par an. Au-delà de 2030, le taux de croissance est de 4,5 % par an.

2000 - 2030	Après 2030
2010 : 32 €/tCO ₂ 2010 → 2030 : +5,8 %/an 2030 : 100 €/tCO ₂	+ 4,5 %/an

Tableau 28 : valeur tutélaire du carbone

Selon le tableau ci-dessus, le coût de la tonne de CO₂ est donc de 45 € pour l'année 2016 et de 79 € pour l'horizon 2026.

Pour chaque scénario étudié, les émissions de CO₂ ont été calculées. Le CO₂ est un des gaz émis par le trafic routier contribuant à l'effet de serre. Les facteurs d'émissions en CO₂ utilisés pour le calcul des émissions de CO₂ dépendent de la composition du carburant de la catégorie des véhicules et considèrent que le contenu de carbone dans le carburant est oxydé complètement en CO₂. Les émissions de CO₂ sont donc des bons indicateurs pour estimer les coûts liés à l'effet de serre.

L'équivalent CO₂ est aussi appelé potentiel de réchauffement global (PRG). Il vaut 1 pour le dioxyde de carbone qui sert de référence. Le potentiel de réchauffement global d'un gaz est le facteur par lequel il faut multiplier sa masse pour obtenir une masse de CO₂ qui produirait un impact équivalent sur l'effet de serre.

La détermination des coûts liés à l'effet de serre se base sur la tonne de carbone. Par conséquent, les émissions de CO₂ calculées doivent être ramenées à une émission exprimée en « équivalent carbone ». Sachant qu'un kg de CO₂ contient 0,2727 kg de carbone, l'émission d'un kg de CO₂ vaut donc 0,2727 kg d'équivalent carbone. Les émissions de CO₂ en équivalent carbone sont présentées dans le tableau 29.

	CO ₂ (t/jour)	CO ₂ éq. carbone (t/jour)
Situation actuelle (2016)	37,7	10,3
Situation future (2026) sans projet	45,8	12,5
Situation future (2026) avec projet	48,9	13,3

Tableau 29 : équivalent carbone (t/jour)

Les coûts liés à l'effet de serre, dus au trafic automobile, peuvent donc être évalués en appliquant les coûts de la tonne de carbone aux émissions de CO₂ en équivalent carbone. Le tableau ci-dessous présente ainsi les coûts liés à l'effet de serre en euros calculés pour les scénarios étudiés.

	Coûts liés à l'effet de serre (€/j)
Situation actuelle (2016)	462 €
Situation future (2026) sans projet	986 €
Situation future (2026) avec projet	1 052 €

Tableau 30 : coûts liés à l'effet de serre (€/j)

La mise en place du projet d'aménagement de la ZAC « Les Belles-Vues » entraîne une augmentation d'environ 6,7 % par rapport à la situation sans projet à l'horizon 2026.

¹¹ Protocole de Kyoto

IV. 5. Note sur les impacts en phase chantier et les mesures de lutte contre la pollution

IV. 5. 1. Impacts en phase chantier

La mise en service d'un projet routier ou d'aménagement urbain 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. 5. 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 de réduction quantifiables. Plusieurs types d'actions ont été envisagées pour limiter la pollution à proximité d'une voie donnée¹² :

- **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...).

¹² 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

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

- La présence d'axes routiers de fort trafic aux alentours de la zone du projet (D97 et N20), l'urbanisation à l'est et les zones agricoles à l'ouest constituent des sources potentiellement importantes d'émissions polluantes, notamment pour le NO₂ et les particules.
- Les émissions polluantes industrielles ne sont pas un enjeu particulier vis-à-vis de la qualité de l'air dans l'environnement du projet.
- Les données historiques de la qualité de l'air dans les environs du projet (station de trafic RN20 Montlhéry) mettent en évidence l'axe routier N20 comme une source locale importante de dioxyde d'azote.
- Actuellement il n'existe pas de sites sensibles à l'intérieur du projet. Cependant 3 sites sensibles sont susceptibles d'être impactés en fonction de l'évolution du trafic sur les axes alentours : l'école maternelle de la Roche située à proximité de la D97, le collège de la Fontaine aux Bergers situé à proximité de la D1160 et le lycée Belmondo situé à proximité de la N20.
- Le projet et le présent volet air et santé s'inscrivent en cohérence avec les différents plans de prévention de la pollution atmosphérique.

La campagne de mesure, réalisée du 8 au 22 juillet 2016, se caractérise par :

- Des conditions estivales favorables à de plus faibles teneurs en NO₂ et en benzène mesurés dans l'environnement de la zone d'étude par rapport à la moyenne annuelle (environ 15 % pour le NO₂).
- Des dépassements potentiels de la valeur limite annuelle en NO₂ au niveau des points de trafic P1 et P5, largement influencés par les émissions polluantes automobiles.
- L'absence de dépassement de la valeur limite en NO₂ au niveau des points de fond urbain, représentatifs de l'exposition actuelle de la population au niveau du projet.
- Des concentrations en benzène très faibles et homogènes sur la zone d'étude, caractérisant une bonne qualité de l'air vis-à-vis de ce composé.

Au vu de cet état initial de la qualité de l'air, il conviendra de prévoir lors de la programmation du projet un éloignement des sites sensibles et des habitations à forte densité de population par rapport aux axes routiers les plus polluants (D97 au nord et N20 à l'est du projet).

V. 2. Estimation des effets du projet

Impact du projet sur les émissions polluantes liées au trafic automobile :

- Une diminution des émissions de CO, COV et benzène du fait de l'amélioration technologique des véhicules à l'horizon de mise en service du projet.
- Une augmentation d'environ 30% des émissions de NO_x, COV, SO₂, nickel et cadmium et d'environ 20% pour les particules du fait de l'évolution du trafic entre le scénario actuel et avec projet.
- Une augmentation de 6,7 % des émissions polluantes globales entre le scénario futur sans projet et avec projet.

Impact du projet sur les concentrations dans l'air ambiant :

- Les concentrations moyennes annuelles induites par le trafic routier sont inférieures aux valeurs réglementaires françaises, quel que soit le scénario étudié.
- En rajoutant la pollution de fond afin d'obtenir un impact global, les concentrations moyennes annuelles restent inférieures aux valeurs limites et objectifs de qualité de l'air de la réglementation française.
- La mise en place du projet entraîne une hausse des concentrations de 3,5 % en moyenne par rapport à la situation sans projet à l'horizon 2026.

Impact du projet sur la santé :

- Malgré une légère baisse des concentrations en benzène entre la situation actuelle et la situation future sans projet, l'IPP Global¹³ augmente de 3,3 % du fait de la hausse de population entre 2016 et 2026.
- Entre le scénario futur sans projet et le scénario avec projet, la mise en œuvre de la ZAC « Les Belles-vues » entraîne une augmentation de l'IPP d'environ 1 % du fait la hausse du trafic.

Impact du projet sur les coûts collectifs :

- A l'horizon 2026, les coûts collectifs des pollutions et nuisances augmentent de 5,3 % avec la mise en place du projet par rapport à la situation sans projet.
- De même, la mise en place du projet d'aménagement de la ZAC entraîne une augmentation des coûts liés à l'effet de serre d'environ 6,7 % par rapport à la situation sans projet.

¹³ IPP global = indicateur sanitaire se calculant en multipliant maille par maille sur le domaine d'étude, les concentrations de benzène par la population.

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 29 présente la répartition des émissions de polluants atmosphériques en fonction de chacun de ces secteurs, évaluée à l'échelle nationale en 2015 :

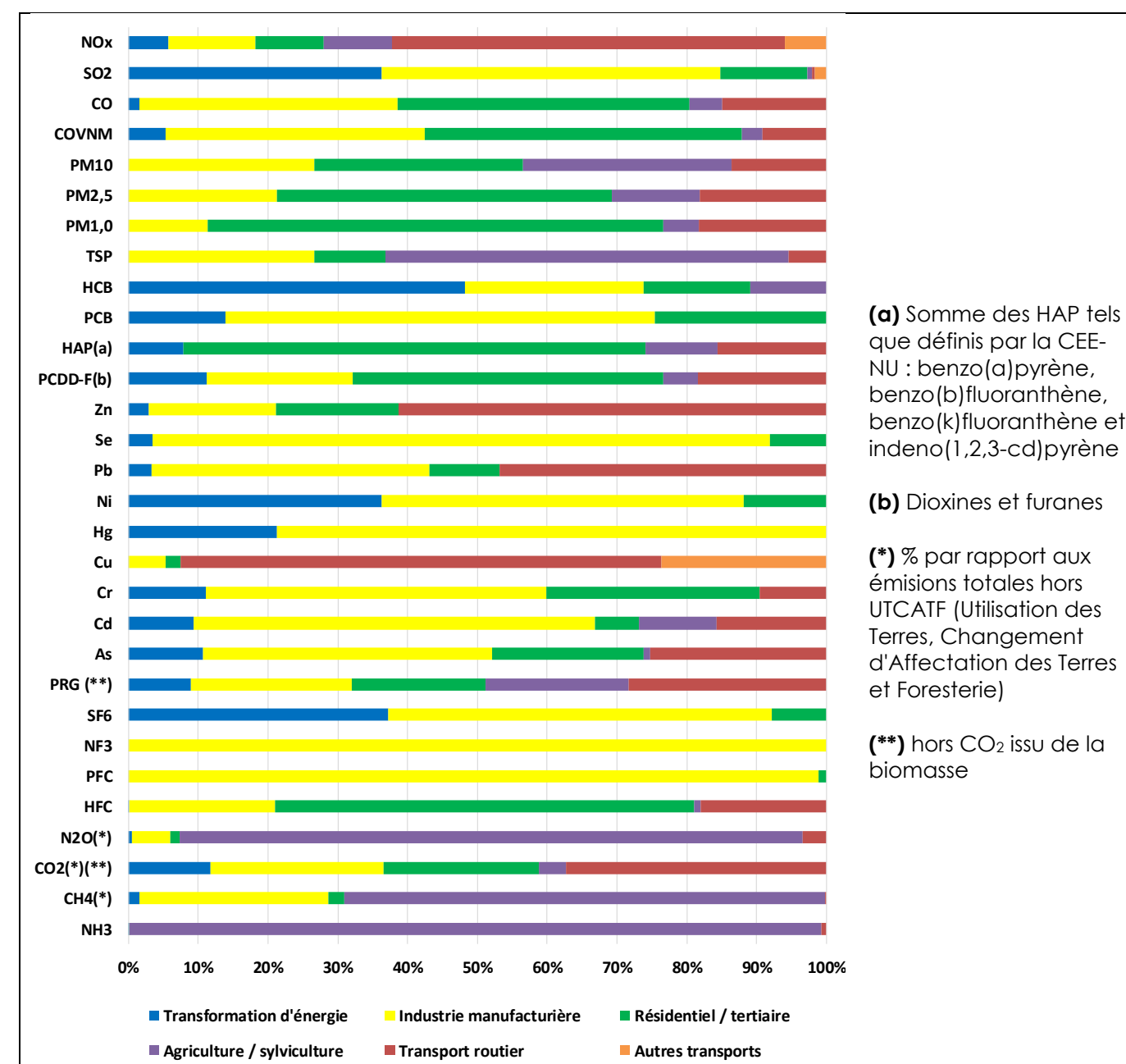


Figure 29 : secteurs d'émissions des polluants atmosphériques en France Métropolitaine (source des données : CITEPA, 2015)

Parmi l'ensemble des polluants listés dans la figure 29 les principaux composés pris en compte pour l'impact sur l'air sont décrits dans le tableau suivant :

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO _x)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO ₂). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroître jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX ^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité.
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 (CO ₂)	Le CO ₂ , et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O ₃)	L'ozone est atypique par rapport aux 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 31 : 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 françaises¹⁴ et internationales¹⁵ 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 30).

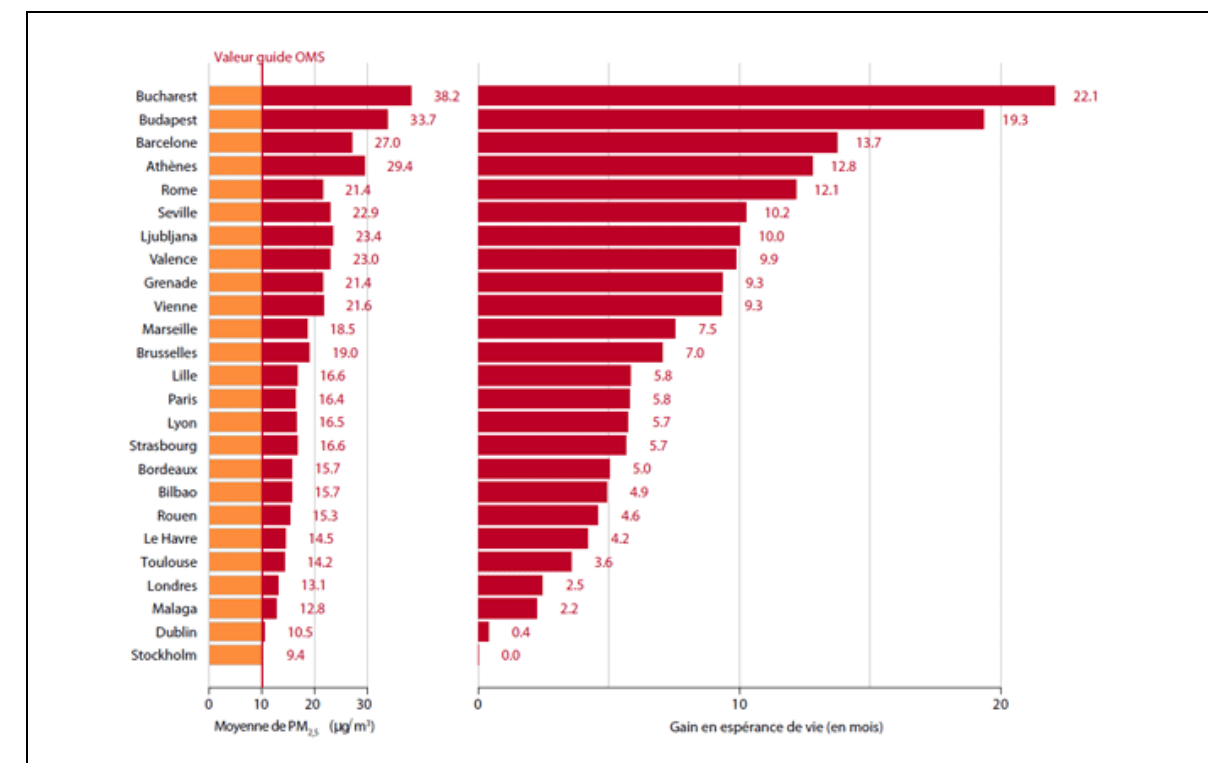


Figure 30 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

¹⁴Exemple : 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)

¹⁵Meta-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 31 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.

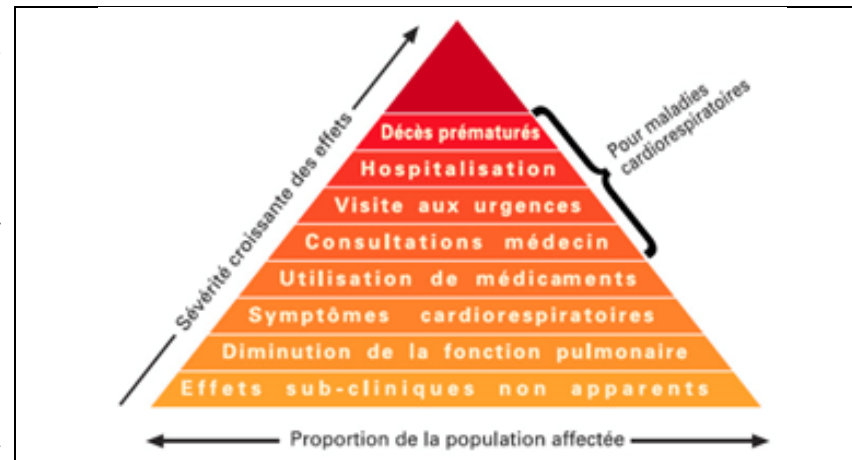


Figure 31 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

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 étude¹⁶ 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 CAFE¹⁷ 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 journalières¹⁸.

En avril 2015, une étude¹⁹ 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 rapport²⁰ 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 2016²¹, 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 2000²².
- 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.

¹⁸ 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.

¹⁹ 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.

²⁰ Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.

²¹ 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.

²² INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

¹⁶ 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.

¹⁷ 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 32 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 33 à tableau 35.

Type de texte	Intitulé
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
Arrêté	Arrêté du 17 août 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les Installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
Décret	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 32 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

Benzène (C ₆ H ₆)		
Objectif de qualité	2 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m ³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	200 µg/m ³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m ³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
Ozone (O ₃)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h	AOT40 ²³ calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m ³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 1 ^{er} octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m ³	Moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Tableau 33 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

²³ 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 34 : 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 35 : définition des seuils réglementaire



Annexe 2 : Fiches de point de mesure



P1					
Localisation : route nationale 20			Coordonnées		
Typologie : Trafic			48°35'39.52"N 2°14'32.29"E		
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	134	08/07/2016	13h25	22/07/2016	16h15
Benzène	95				


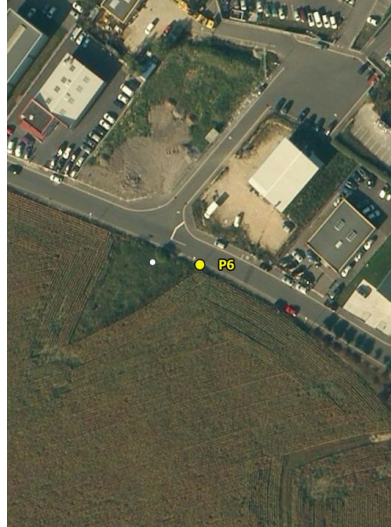
P3					
Localisation : route départementale D116			Coordonnées		
Typologie : Trafic			48°35'54.67"N 2°14'2.68"E		
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	124	08/07/2016	14h10	22/07/2016	16h02
Benzène	97				



P2					
Localisation : rue Soufflet (partie nord)			Coordonnées		
Typologie : Fond			48°35'47.79"N 2°14'12.53"E		
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	123/127/133	08/07/2016	13h45	22/07/2016	15h45
Benzène	94/101/104				

P4					
Localisation : rue Cerfeuille			Coordonnées		
Typologie : Fond urbain			48°35'45.92"N 2°13'57.42"E		
Photographies			Plan		
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	126	08/07/2016	14h05	22/07/2016	15h56
Benzène	103				

P5					
Localisation : route départementale 97			Coordonnées		
Typologie : Trafic			48°35'57.62"N 2°14'27.11"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	130	08/07/2016	14h20	22/07/2016	16h06
Benzène	96				

P7					
Localisation : rue Soufflet (partie sud)			Coordonnées		
Typologie : Fond urbain			48°35'36.87"N 2°14'15.54"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	135	08/07/2016	13h48	22/07/2016	15h40
Benzène	102				

P6					
Localisation : rue de Chevreuse			Coordonnées		
Typologie : Fond urbain			48°35'53.26"N 2°14'23.44"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	122	08/07/2016	14h25	22/07/2016	16h09
Benzène	98				

P8					
Localisation : rue de la Fontaine			Coordonnées		
Typologie : Fond urbain			48°35'36.75"N 2°13'56.30"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	N° capteur	Début		Fin	
NO ₂	118	08/07/2016	13h55	22/07/2016	15h53
Benzène	99				