

PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ZAC DU LUTH A GENNEVILLIERS (92)

ETUDE AIR ET SANTE

Commanditaire :	SEMAG 92	Rapport :	Final
Réalisation :	Rincent Air	Phase :	2-2
Auteur :	RA-BF	Version :	RP-AF2124-V2
Validation :	RA-FC	Date :	03/11/2021

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

SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	4
I.1 REFERENTIEL METHODOLOGIQUE	4
I.2 CHOIX PREVISIONNEL DU NIVEAU D'ETUDE.....	4
I.3 CRITERES DE REVISION.....	4
II. ETAT INITIAL : ÉTUDE DOCUMENTAIRE	5
II.1 LES EMISSIONS POLLUANTES.....	5
II.1.1) Secteurs d'émissions dans le département des Hauts-de-Seine (92)	5
II.1.1.1) Secteurs d'émissions dans l'intercommunalité Boucle Nord de Seine	5
II.1.2) Emissions liées au trafic routier.....	6
II.1.3) Secteur résidentiel/tertiaire.....	6
II.1.4) Secteur industriel.....	6
II.2 POPULATION IMPACTEE	7
II.2.1) Population générale.....	7
II.2.2) Population vulnérable	7
II.3 DONNEES RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR	8
II.3.1) Définitions.....	8
II.3.2) Station de mesure de référence.....	8
II.4 LES PLANS DE PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.....	9
2. 4. 1. Les plans à l'échelle nationale.....	9
2. 4. 2. Les plans à l'échelle locale	9
2. 4. 3. Cohérence du projet.....	10
III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE	11
III.1 METHODOLOGIE	11
III.1.1) Polluants mesurés.....	11
III.1.2) Mesure du dioxyde d'azote	11
III.2 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE.....	11
III.2.1) Points de mesure	11
III.2.2) Période de mesure.....	11
III.3 STATIONS DE REFERENCE.....	12
III.3.1) Météorologie.....	12
III.3.2) Pollution atmosphérique	12
III.4 CONDITIONS LORS DE LA CAMPAGNE	13
III.4.1) Températures et précipitations	13
III.4.2) Conditions de vent	13
III.4.3) Pollution atmosphérique	13
III.5 RESULTATS	14
III.5.1) Validité des mesures par capteurs passif.....	14
III.5.2) Concentrations en NO ₂	14
III.5.3) Cartographie des résultats	14
III.6 COMPARAISON A LA REGLEMENTATION.....	15
III.6.1) Cadre réglementaire.....	15
III.6.2) Dioxyde d'azote (NO ₂)	15
IV. ESTIMATION DES ÉMISSIONS POLLUANTES.....	16
IV.1 METHODOLOGIE	16
IV.1.1) Polluants estimés	16
IV.1.2) Facteurs d'émissions unitaires.....	16
IV.1.3) Scénarios considérés	16
IV.1.4) Données de trafic	16
IV.1.5) Bande d'étude.....	17
IV.2 RESULTATS DU CALCUL DES EMISSIONS POLLUANTES.....	17
IV.2.1) Emissions polluantes globales.....	17
IV.2.2) Cartographie des émissions.....	18
IV.2.3) Etude des variations liées au projet.....	19
IV.3 MONETARISATION DES COÛTS	20
IV.3.1) Coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	20
IV.3.2) Coûts collectifs liés à l'effet de serre.....	20
V. EFFETS DU PROJET : MODÉLISATION DES CONCENTRATIONS.....	21
V.1 LOGICIEL DE MODELISATION UTILISE	21
V.2 DONNEES D'ENTREE.....	21
V.2.1) Emissions polluantes.....	21
V.2.2) Météorologie.....	21
V.2.3) Topographie.....	21
V.2.4) Population	21
V.2.5) Pollution de fond.....	21
V.3 RESULTATS	22
V.3.1) Cartographies.....	22
V.3.2) Concentrations sur les points d'intérêt.....	23
V.3.3) Indice IPP	24
VI. EFFETS DU PROJET : ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	25
VI.1 PRINCIPE.....	25
VI.2 IDENTIFICATION DES DANGERS	25
VI.3 EVALUATION DES RELATIONS DOSE-REPONSE	25
VI.4 EVALUATION DE L'EXPOSITION	26
VI.4.1) Sites exposés.....	26
VI.4.2) Voies d'exposition.....	26
VI.4.3) Scénarios d'exposition chronique	26
VI.4.4) Concentrations moyennes annuelles	27
VI.4.5) Concentrations maximales	27
VI.4.6) Concentrations inhalées pour les substances à seuil.....	28
VI.4.7) Concentrations inhalées pour les substances sans seuil.....	28
VI.5 CARACTERISATION DU RISQUE	29
VI.5.1) Principe	29
VI.5.2) Etude du risque chronique lié aux substances à effet à seuil.....	29
VI.5.3) Etude du risque chronique lié aux substances à effets sans seuil	30
VI.5.4) Etude du risque chronique lié aux substances sans VTR.....	31
VI.5.5) Etude du risque aigu lié aux substances sans VTR.....	31
VI.6 INCERTITUDES	32
VI.6.1) Identification des dangers.....	32
VI.6.2) Relation dose-réponse	32
VI.6.3) Estimation de l'exposition	32
VI.6.4) Caractérisation du risque	32
VII. MESURES D'ÉVITEMENT DE RÉDUCTION OU DE COMPENSATION.....	32
VII.1 GENERALITES	32
VII.1.1) En phase programmation/conception de projet	32
VII.1.2) En phase chantier.....	33
VII.2 MESURES ERC MISES EN PLACE.....	33
VIII. SYNTHÈSE.....	34
VIII.1 ETAT INITIAL	34
VIII.2 EFFETS DU PROJET.....	34

ANNEXE

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	36
Annexe 2 : Fiches de point de mesure	41

TABLEAUX

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (circulaire du 22/02/2019)	4
Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude	4
Tableau 3 : données de trafic	4
Tableau 4 : description des sites industriels	6
Tableau 5 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet.....	7
Tableau 6 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur la station Airparif	8
Tableau 7 : axes de travail et actions relatives du PRSE3.....	9
Tableau 8 : plan d'échantillonnage	11
Tableau 9 : étude des données AASQA	13
Tableau 10 : facteurs de validité des mesures	14
Tableau 11 : résultats des mesures pour le NO ₂	14
Tableau 12 : données de trafic	16
Tableau 13 : définition de la bande d'étude (note technique du 22/02/2019)	17
Tableau 14 : bilan des émissions.....	17
Tableau 15 : récapitulatif des émissions de NO _x par brins routiers	19
Tableau 16 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier.....	20
Tableau 17 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires	20
Tableau 18 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution	20
Tableau 19 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	20
Tableau 20 : coûts collectifs liés à l'effet de serre.....	20
Tableau 21 : bruit de fond.....	21
Tableau 22 : concentrations moyennes en NO _x sur les points d'intérêt	23
Tableau 23 : IPP moyen selon les scénarios	24
Tableau 24 : substances et dangers associés.....	25
Tableau 25 : valeurs disponibles pour l'exposition par l'inhalation	25
Tableau 26 : valeurs de comparaison pour l'exposition par inhalation	25
Tableau 27 : paramètres d'exposition	26
Tableau 28 : calcul des concentrations d'exposition pour chaque scénario	26
Tableau 29 : concentrations modélisées en moyenne annuelle / concentrations inhalées majorantes pour l'exposition à seuil et sans seuil.....	27
Tableau 30 : concentrations modélisées en maxima / Concentrations inhalées pour l'exposition aigue	27
Tableau 31 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition à seuil.....	28
Tableau 32 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition sans seuil	28
Tableau 33 : calcul des indices de risque	29
Tableau 34 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant	29
Tableau 35 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste	29
Tableau 36 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant	30
Tableau 37 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste	30
Tableau 38 : comparaison des concentrations aux valeurs guides chroniques (OMS 2005) – scénario majorant.....	31
Tableau 39 : comparaison des concentrations aux valeurs guides chroniques (OMS 2021) – scénario majorant.....	31
Tableau 40 : comparaison des concentrations aux valeurs guides aigus (OMS 2005)	31
Tableau 41 : comparaison des concentrations aux valeurs guides aigus (OMS 2021)	31
Tableau 42 : description des principaux polluants en air ambiant.....	36
Tableau 43 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air.....	39
Tableau 44 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant.....	40
Tableau 45 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant	40
Tableau 46 : définition des seuils réglementaires	40

FIGURES

Figure 1 : part des émissions atmosphériques par secteur dans les Hauts-de-Seine (92) en 2018	5
Figure 2 : part des émissions atmosphériques par secteur dans la Boucle Nord de Seine (92)	5
Figure 3 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude	6
Figure 4 : localisation des principaux sites industriels.....	6
Figure 5 : population autour de la zone du projet.....	7
Figure 6 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet	7
Figure 7 : localisation de la station qualité de l'air de référence	8
Figure 8 : plan d'échantillonnage	11
Figure 9 : localisation de la station météorologique de référence	12
Figure 10 : localisation de la station qualité de l'air de référence	12
Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)	13
Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)	13
Figure 13 : cartographie des résultats	14
Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO ₂ à la réglementation.....	15
Figure 15 : bande d'étude	17
Figure 16 : émissions de NO _x – scénario actuel (2021)	18
Figure 17 : émissions de NO _x – scénario futur sans projet (2030).....	18
Figure 18 : émissions de NO _x – scénario futur avec projet (2030)	18
Figure 19 : variation émissions de NO _x à l'horizon futur avec projet (2030) / sans projet (2030)	19
Figure 20 : rose des vents utilisée pour la modélisation.....	21
Figure 21 : représentation du relief en vue 2D	21
Figure 22 : concentration moyenne journalière en NO _x – scénario actuel	22
Figure 23 : concentration moyenne journalière en NO _x – scénario futur sans projet	22
Figure 24 : concentration future moyenne journalière en NO _x – futur avec projet	22
Figure 25 : variation des concentrations en NO _x entre le scénario futur sans projet et avec projet	22
Figure 26 : histogrammes de distribution concentration/population pour les NO _x	24
Figure 27 : variation de l'IPP entre le scénario futur sans projet et avec projet.....	24
Figure 28 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude	26
Figure 29 : illustration de mesures d'évitement en phase programmation/conception du projet.....	33
Figure 30 : profil annuel des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	37
Figure 31 : profil journalier des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	37
Figure 32 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2.5} à 10 µg/m ³	38
Figure 33 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	38

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

I.1 Référentiel méthodologique

Les projets d'aménagement urbain sont soumis à l'article L122-1 du Code de l'Environnement qui impose au maître d'ouvrage la réalisation d'une évaluation environnementale systématique ou après examen au cas par cas. Lors de cette évaluation, et en l'absence d'autre référentiel, les effets sur la qualité de l'air peuvent être pris en compte conformément à la réglementation applicable aux infrastructures routières. Dans ce cadre, Rincenc Air applique la méthodologie décrite par la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Le contenu de l'étude air et santé dépend du trafic, de la population concernée, et du linéaire de voirie sur les axes subissant une modification de trafic de plus de 10 %. Le tableau ci-dessous présente les niveaux d'étude (de I à IV) applicables en fonction de ces éléments :

Densité de population dans la bande d'étude	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25000 à 50000 véh/j ou 2500 à 5000 uvp/h	≤ 25000 véh/j ou 2500 uvp/h	≤ 10000 véh/j ou 1000 uvp/h
≥ 10 000 hab/km ²	I	I	II	>5km : II <5km : III
2000 à 10000 hab/km ²	I	II	II	>25km : II <25km : III
≤ 2000 hab/km ²	I	II	II	>50km : II <50km : III
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (circulaire du 22/02/2019)

Le tableau ci-dessous présente le contenu des différents niveaux d'étude appliqué par Rincenc Air d'après la note technique du 22 février 2019 :

Contenu des études	IV	III	II	I
Etude documentaire	Secteurs d'émissions, sources d'émissions, données du réseau de surveillance, plans locaux		Secteurs d'émissions, sources d'émissions, population exposée, sites vulnérables, données du réseau de surveillance, plans locaux	Secteurs d'émissions, sources d'émissions, projets proches, population exposée, sites vulnérables, sites exposés au risque d'ingestion, données du réseau de surveillance, plans locaux, étude EISPA
Campagne de mesure		NO ₂ en cas de manque de données	- NO ₂ systématique - PM ₁₀ en cas de demande de l'AE	- Dans l'air ambiant : NO ₂ , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , 16 HAP*, 3 ETM**, 1,3-butadiène - Dans les sols et végétaux : 16 HAP
Estimation des émissions polluantes	NO _x , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , BaP, 2 ETM (As, Ni)		NO _x , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , BaP+15HAP, 3 ETM, 1,3-butadiène	
Calcul des coûts collectifs	NO _x , PM _{2.5} , COVNM, SO ₂			
Modélisation des concentrations			NO ₂ systématique, PM ₁₀ en cas de demande de l'AE pour 3 scénarios : - actuel - futur sans projet - futur avec projet	NO ₂ , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , BaP+15HAP, 1,3-butadiène, 3 ETM pour 5 scénarios : - actuel, - futur sans projet - futur avec projet - futur sans projet + 20 ans - futur avec projet + 20 ans
Calcul de l'indice pollution-population			NO ₂ systématique, PM ₁₀ en cas de demande de l'AE pour 3 scénarios	NO ₂ systématique, PM ₁₀ en cas de demande de l'AE pour 5 scénarios
Etude des risques sanitaires			Risque par inhalation au droit des sites vulnérables	Risque par inhalation sur l'ensemble de la bande d'étude, et par ingestion au droit des sites exposés
Mesures ERC	Analyse des impacts en phase chantier et des mesures ERC applicables			

*16 HAP prioritaires selon l'US-EA dont le benzo(a)pyrène (BaP)

**arsenic (As), nickel (Ni), chrome (Cr)

Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude

I.2 Choix prévisionnel du niveau d'étude

Les données de trafic sont issues de l'étude de circulation réalisée par le bureau d'études Codra en 2021. Le tableau ci-dessous reprend les trafics moyens journaliers annuels (TMJA) pour chaque scénario :

N°	Rue	TMJA Actuel	TMJA Futur sans projet	TMJA Futur avec projet	Delta avec/sans projet (%)
1	Boulevard Intercommunal (RD19)	30150	30928	31463	2%
2	Avenue Lénine nvlle voie	0	0	3468	+ ∞
3	Avenue Lénine	3000	3000	3468	16%
4	Rue Gerard Philipe	150	150	490	227%
5	Boulevard Beaumarchais 1	3100	3100	3172	2%
6	Boulevard Beaumarchais 2	2150	2150	2222	3%
7	Avenue Lucien Lanternier	8700	8700	8796	1%

Tableau 3 : données de trafic

Concernant les axes dont les trafics sont supérieurs à 10 000 véh/j, la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme non significative (< 10 %). Cependant, compte tenu des enjeux sanitaires dans la zone d'étude, l'autorité environnementale recommande, dans son avis délibéré en date du 25 mars 2021, de « mieux caractériser les expositions des futurs usagers et habitants à la pollution atmosphérique observée sur le site ». **Dans ce cadre, les prestations de l'étude air et santé sont actualisées et traitées selon un niveau II.**

I.3 Critères de révision

Ce niveau d'étude peut être revu à la hausse en fonction de différents critères :

- Une population supérieure à 100 000 habitants dans la bande d'étude nécessite de remonter d'un niveau les études de type II et III. D'après les données carroyées de l'Insee de 2015, la population située dans la bande d'étude est inférieure à 100 000 habitants.
- La localisation du projet dans une zone géographique couverte par un plan de protection de l'atmosphère (PPA) nécessite de remonter d'un niveau les études de type II, III et IV. Dans le cas contraire, un argumentaire doit être fourni pour justifier le maintien du niveau d'étude. Le projet se situe dans la région Ile-de-France, couverte par un PPA, ce qui nécessiterait d'augmenter l'étude en niveau I. Néanmoins, conformément au principe de proportionnalité cité par l'article R122-5 du code de l'environnement, et à la note technique du 22 février 2019 qui réserve les études de niveau I aux projets « les plus conséquents », l'étude est maintenue sur un niveau II au vu de l'ampleur et des enjeux du projet.

De même, il peut être réduit dans les cas suivants :

- Une augmentation de trafic inférieure à 10 % (ou à 500 véh/j sur les voies nouvellement créées) sur tous les axes permet de diminuer le type d'étude d'un niveau. Les données de trafic indiquent que le projet n'est pas concerné par ce critère.
- Une diminution du trafic sur tous les axes permet de diminuer le type d'étude de deux niveaux. Les données de trafic indiquent que le projet n'est pas concerné par ce critère.
- L'éloignement de la population par rapport au réseau viaire, en comparaison avec l'état initial, permet de diminuer le type d'étude d'un niveau. Le projet n'est pas concerné par ce critère.

NB : l'abaissement du type d'étude reste limité à un seul niveau en cas de qualité de l'air actuelle dégradée (dépassement des valeurs limites).

Dans le cadre de ce projet, le niveau d'étude est donc maintenu sur un niveau II.

II. ETAT INITIAL : ETUDE DOCUMENTAIRE

II.1 Les émissions polluantes

II.1.1 Secteurs d'émissions dans le département des Hauts-de-Seine (92)

La figure ci-dessous présente la répartition des émissions de différentes activités pour les principaux polluants atmosphériques dans le département des Hauts-de-Seine pour l'année 2018 (estimations réalisées par Airparif en 2020) dans lequel s'inscrit la zone de projet.

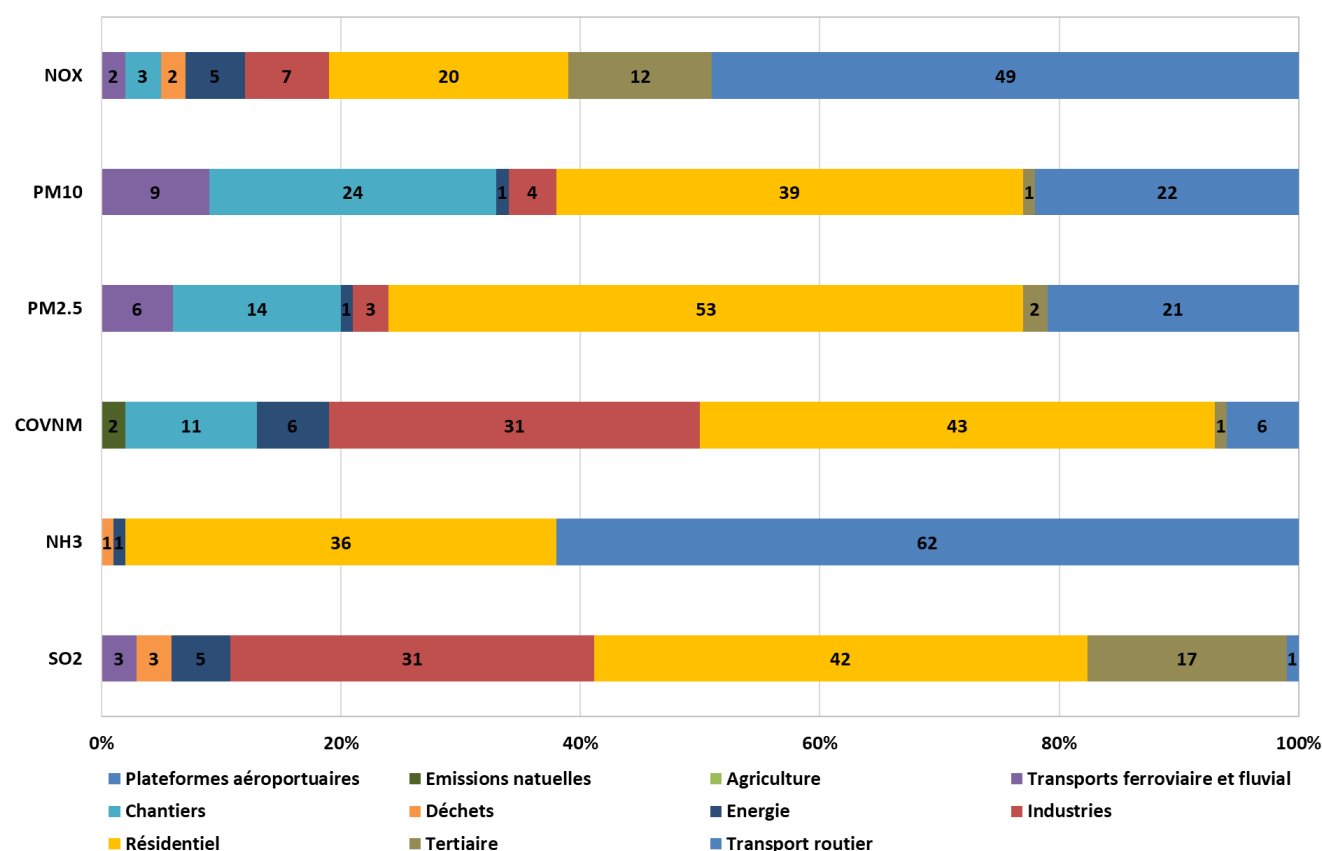


Figure 1 : part des émissions atmosphériques par secteur dans les Hauts-de-Seine (92) en 2018

A l'échelle du département des Hauts-de-Seine (92), le secteur du trafic routier représente environ la moitié des émissions de NO_x (49 %). Ce secteur est également un émetteur significatif d'ammoniac avec 62 % des émissions totales départementales. Les secteurs résidentiels et tertiaires sont quant à eux les principaux émetteurs de particules avec un total de 40 % des émissions de PM₁₀ et 55 % des émissions de PM_{2.5}. Les COVNM sont également émis majoritairement par ces secteurs avec 44 % des émissions et de dioxyde de soufre (SO₂) avec 59 % des émissions.

III.1.1.1 Secteurs d'émissions dans l'intercommunalité Boucle Nord de Seine

La figure ci-dessous présente la répartition des émissions de différentes activités pour les principaux polluants atmosphériques dans l'intercommunalité Boucle Nord de Seine pour l'année 2018 (estimations réalisées par Airparif en 2020) qui comprend la ville de Gennevilliers dans laquelle s'inscrit le projet.

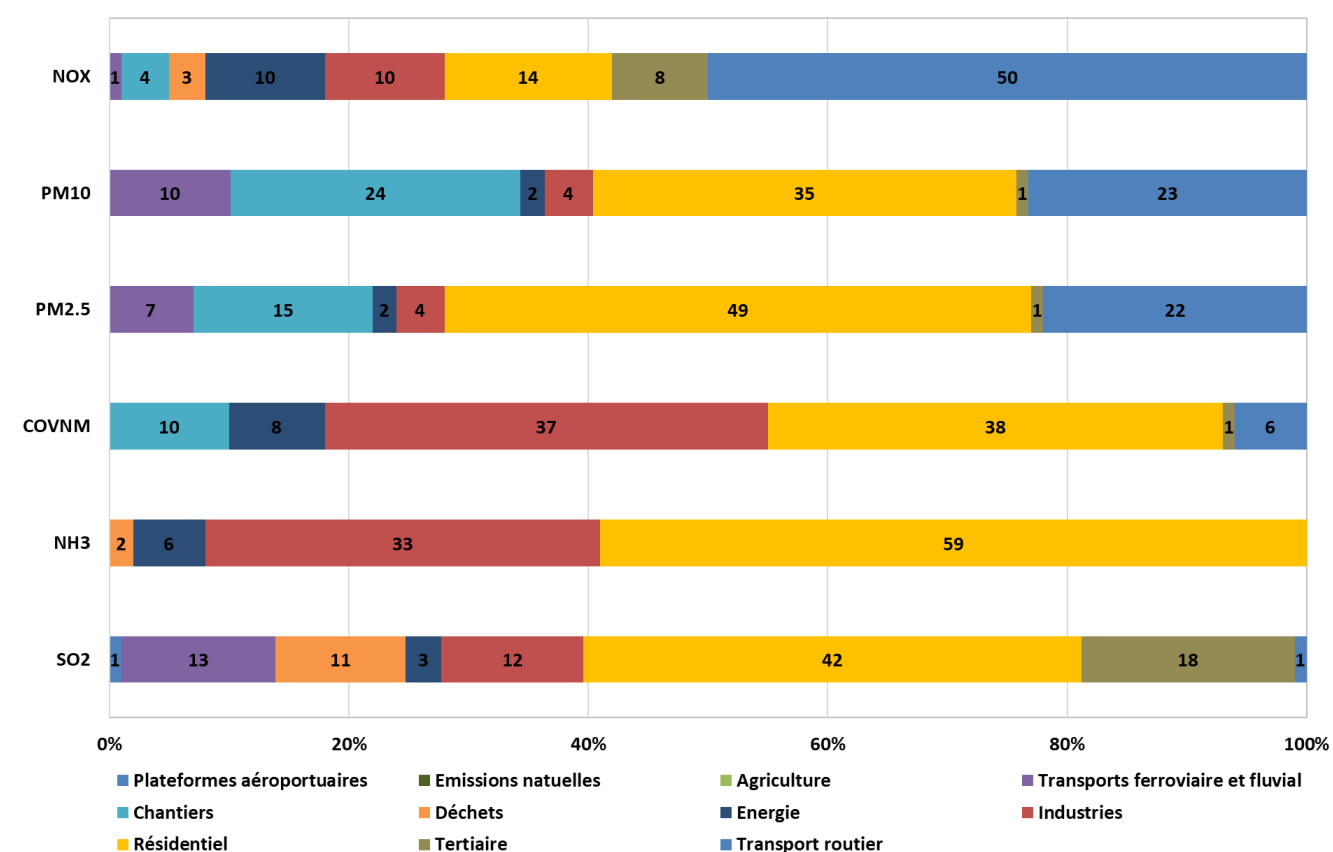


Figure 2 : part des émissions atmosphériques par secteur dans la Boucle Nord de Seine (92) en 2018

A l'échelle plus locale de l'intercommunalité Boucle Nord de Seine, le secteur du trafic routier représente également la moitié des émissions de NO_x (50 %). Ce secteur est également un émetteur significatif de particules avec environ 23 % des émissions de PM₁₀ et 22 % des émissions de PM_{2.5}, bien que les secteurs résidentiel et tertiaire restent les secteurs majeurs d'émissions de ces polluants, ainsi que pour la famille des COVNM, l'ammoniac (NH₃) et le dioxyde de soufre (SO₂). Localement, le secteur industriel est un émetteur significatif d'ammoniac (NH₃) en comparaison à l'échelle départementale.

II.1.2) Emissions liées au trafic routier

Les principales émissions liées au trafic routier dans la zone d'étude sont constituées par les autoroutes A86 et A15 au nord et au nord-est de la ZAC. De plus, la route départementale RD19 (bretelle d'accès à l'A86) qui borde la ZAC à l'est et la route départementale RD986 qui borde la ZAC au sud constituent également des sources d'émissions significatives, notamment en dioxyde d'azote (NO₂), polluant principalement émis par le trafic routier.

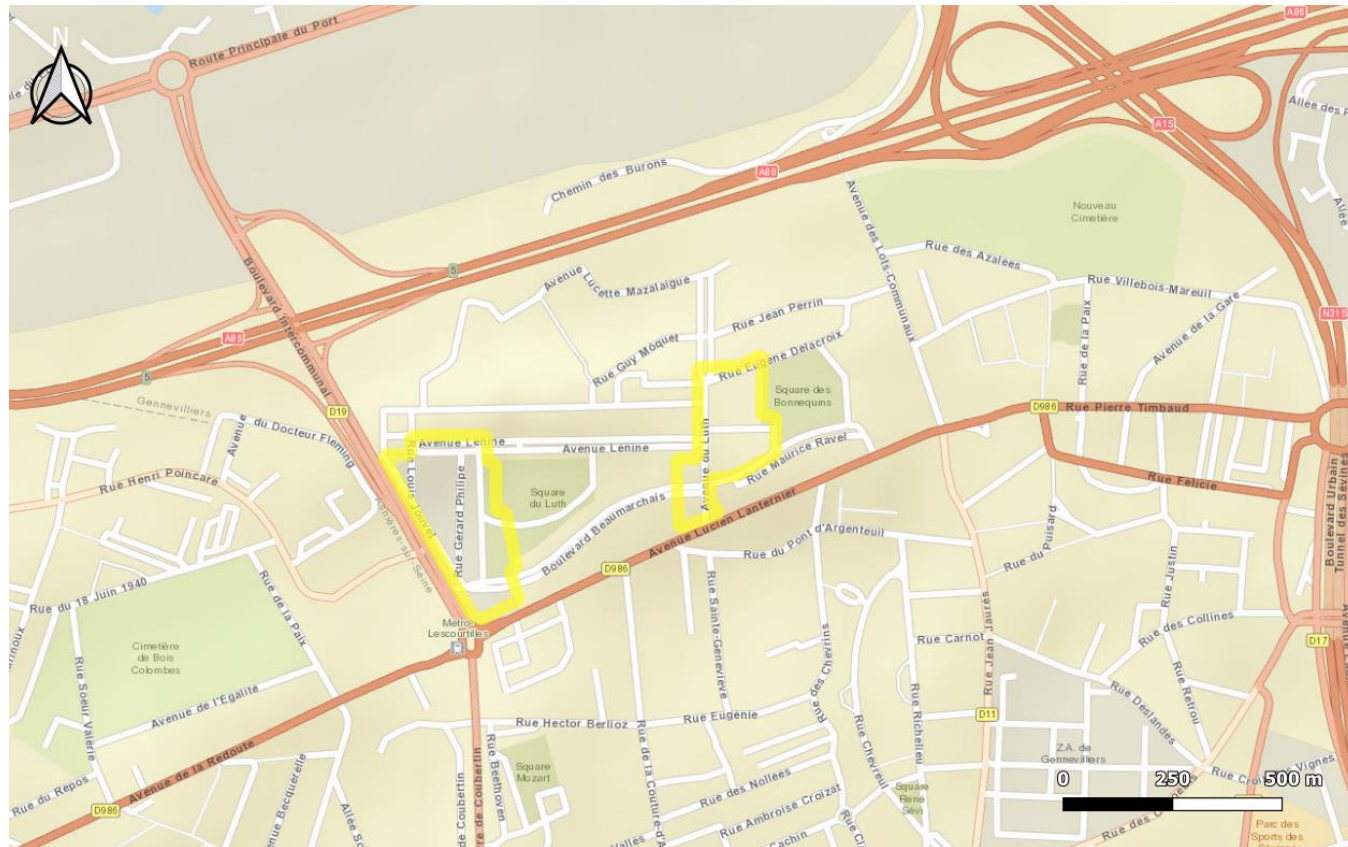


Figure 3 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude

II.1.3) Secteur résidentiel/tertiaire

Le projet s'inscrit dans un environnement très urbanisé. Le secteur résidentiel-tertiaire est un émetteur important à l'échelle locale de NO_x et de particules primaires (PM₁₀ et PM_{2.5}) d'une part et de SO₂, COVNM et de NH₃ d'autre part (polluants précurseurs dans la formation de particules secondaires), ce qui indique également des émissions potentiellement significatives de NO_x et de particules au niveau du projet.

II.1.4) Secteur industriel

Le Registre Français des Emissions Polluantes (iREP) recense les rejets atmosphériques déclarés par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Par ailleurs, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie en Ile-de-France recense les principaux sites industriels émetteurs de polluants atmosphériques dans la région. Le croisement de ces bases de données¹ a permis de localiser 7 sites industriels dans un rayon de 5 km autour de la zone du projet, dont la liste et la géolocalisation sont indiquées dans la figure et le tableau suivants.



Figure 4 : localisation des principaux sites industriels

N°	Industrie	Polluant(s)	Emissions 2017
1	Protec Industrie	Ni	589 kg
2	Safran Transmission Systems	Tétrachloroéthylène	8,7 t
3	EDF Gennevilliers	NO _x	141 t
4	Isochem	Dichlorométhane	4,3 t
		Trichlorométhane	2,8 kg
5	PCAS	COV	89 t
6	Tiru Saint-Ouen	NO _x	137 t
		SO ₂	35 t
		Cu	271 kg
		Mn	317 kg
		Hg	13 kg
7	CPCU Saint-Ouen	Zn	266 kg
		NO _x	444 t
		SO ₂	363 t
		TSP	16 t

Tableau 4 : description des sites industriels

Le recensement des industries indique 7 principaux sites émetteurs dans l'environnement du projet. Si la majorité de ces industries émettent des polluants spécifiques au secteur (chlorés, métaux lourds, SO₂), certaines émettent également en quantité significative des NO_x qui peuvent, dans des conditions météorologiques particulières (notamment des vents d'est et du sud-ouest), venir s'additionner au bruit de fond urbain (par exemple aux émissions issues du trafic) dans la zone du projet. Les émissions de COV peuvent par ailleurs contribuer, par différents processus physico-chimiques dans l'atmosphère, à la formation d'aérosols secondaires et donc à l'augmentation des concentrations en particules dans l'environnement du projet (sous des vents d'ouest). Cependant la distance importante de ces industries par rapport au projet et la dispersion atmosphérique laisse envisager une contribution à la marge.

¹ Les sites qui ne présentent aucune information sur les polluants rejetés dans l'air ambiant ne sont pas comptabilisés.

II.2 Population impactée

II.2.1) Population générale

Les données relatives à la population sont définies à partir de la base de données Insee de 2015 qui effectue un maillage du nombre d'individus par carreaux de 200 m de côté. Les données obtenues pour la zone du projet sont illustrées par la figure ci-dessous.



Figure 5 : population autour de la zone du projet

Le projet se situe dans la ville de Gennevilliers (92) qui comptabilise 46 653 habitants (données Insee 2019 issues du recensement 2016) pour une superficie de 11,6 km² soit une densité d'environ 4 033 habitants/km² (zone modérément peuplée). A l'échelle plus locale, la superposition de la zone du projet avec les données carroyées de l'Insee sur la figure ci-dessus indique une zone très peuplée au niveau de la ZAC du Luth Centre (densité supérieure à 400 hab/200m²) et plus modérément peuplée au niveau de la ZAC du Luth Ouest (densité comprise entre 80 et 400 hab/200m²).

II.2.2) Population vulnérable

Les sites vulnérables sont définis à partir de la note méthodologique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et concernent :

- Les structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies, etc.
- Les établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges, lycées.
- Les structures d'accueil des personnes âgées : maisons de retraite, etc.
- Les établissements de santé : hôpitaux, cliniques, etc.

La figure 6 présente la localisation des sites vulnérables les plus proches du projet. Leur description est présentée dans le tableau 5.

N°	Etablissement	Type
1	Groupe scolaire Henri Poincaré	Etablissement scolaire
2	Groupe scolaire Denis Diderot	Etablissement scolaire
3	Collège Guy Moquet	Etablissement scolaire
4	Ecole élémentaire Jean Lurçat	Etablissement scolaire
5	Ecole maternelle Aguado	Etablissement scolaire
6	Ecole élémentaire Gustave Caillebotte	Etablissement scolaire
7	Collège Louis Pasteur	Etablissement scolaire
8	EHPAD Repotel Gennevilliers	Structure d'accueil des personnes âgées
9	Crèche Hector Berlioz	Structure d'accueil petite enfance
10	Ecole élémentaire Paul Langevin	Etablissement scolaire
11	Ecole maternelle Pauline Kergomard	Etablissement scolaire
12	Crèche du Luth	Structure d'accueil petite enfance
13	Maison de retraite Villa Caroline	Structure d'accueil des personnes âgées

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



Figure 6 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet

Le recensement des sites vulnérables indique que 13 établissements se situent dans la zone d'étude. Plusieurs d'entre eux sont susceptibles d'être impactés par des variations de plus de 10 % du trafic routier liées au projet car ils sont situés à proximité d'axes routiers desservant la ZAC (RD19, avenue Lucien Lanternier...).

Les données de trafic fournies par l'étude de circulation permettent de déterminer si ces sites vulnérables sont localisés dans la bande d'étude et doivent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires (ERS). Les établissements faisant l'objet d'une ERS sont présentés au paragraphe VI.

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

II.3.2) Station de mesure de référence

La station Airparif de Gennevilliers (fond urbain) est la plus proche de la zone du projet. Elle est utilisée comme station de référence pour étudier les conditions locales de pollution atmosphérique. Sa localisation par rapport à la ZAC (moins de 800 mètres au sud-est) est illustrée sur la figure ci-dessous.



Figure 7 : localisation de la station qualité de l'air de référence

Le tableau 6 présente les évolutions annuelles entre 2016 et 2020 des polluants mesurés par la station Airparif de Gennevilliers :

Station	Polluant	Valeur	Valeur limite	2016	2017	2018	2019	2020
Gennevilliers	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	33	31	30	28	22
		Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	21	20	21	19	16
	PM ₁₀	Nb de jours dont la moyenne journalière < 50 µg/m ³	35	16	6	1	10	3

Tableau 6 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur la station Airparif

Dioxyde d'azote (NO₂)

Les teneurs en NO₂ relevées au niveau de la station Airparif de Gennevilliers indiquent une diminution continue en moyenne annuelle au cours de la période 2016-2019 : 33 µg/m³ en 2016 pour 28 µg/m³ en 2019. L'année 2020 présente une moyenne de NO₂ particulièrement basse compte tenu des mesures sanitaires instaurées lors du premier et du second confinement (forte diminution du trafic routier). Les moyennes annuelles mesurées lors de ces 5 dernières années respectent la valeur limite de 40 µg/m³.

Particules PM₁₀

Les concentrations en PM₁₀ observées en moyenne annuelle au niveau de la station Airparif de Gennevilliers sont également en diminution sur la période 2016-2020. Les teneurs en PM₁₀ respectent largement la valeur réglementaire fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle. De même, le seuil réglementaire établi à un maximum de 35 jours par an de dépassement de la moyenne journalière de 50 µg/m³ est largement respecté chaque année.

Conclusion

Ces résultats ne laissent pas envisager de dépassement des valeurs réglementaires concernant les concentrations de PM₁₀ et de NO₂ en fond urbain dans la zone de projet. Cependant une campagne de mesure *in situ* est réalisée afin d'étudier plus précisément la répartition des concentrations en NO₂ (principal composé émis par le trafic routier) au niveau local notamment au niveau des points de trafic (proximité du projet avec l'A86 au nord, la RD19 à l'ouest et à la RD986 au sud) et de mieux définir l'état initial de la zone du projet.

II.4 Les plans de prévention de la pollution atmosphérique

La prévention de la pollution atmosphérique à l'échelle d'un territoire est principalement traitée au travers de la mise en œuvre de divers plans et schémas dans lesquels le projet d'aménagement doit s'inscrire en cohérence avec les différentes actions ou orientations qui les composent.

2.4.1. Les plans à l'échelle nationale

Le **Plan national de réduction des émissions de polluants (PREPA)**, défini par l'arrêté du 10 mai 2017, est un plan d'action interministériel suivi par le Conseil National de l'Air (CNA). Inscrit dans l'article 64 dans la LTECV, le PREPA caractérise des mesures et leurs modalités d'application pour réduire sur la période 2017-2021 les émissions anthropiques de polluants dans l'atmosphère (dans les secteurs de l'industrie, transport et mobilité, résidentiel-tertiaire et agriculture) dans l'objectif principal de respecter les exigences européennes.

Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances... Parmi eux, les mesures visant le secteur du transport et la mobilité sont les suivantes :

- o Faire converger la fiscalité entre l'essence et le gazole
- o Aligner les régimes de déductibilité de la TVA entre essence et gazole
- o Encourager les mobilités actives et les transports partagés
- o Inciter l'utilisation du vélo
- o Mettre en œuvre des zones à circulation restreinte (ZCR)
- o Imposer les certificats qualité de l'air (Crit'Air) dans les zones à circulation restreinte (ZCR) et les zones visées par la circulation différenciée
- o Encourager la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat des véhicules les plus propres
- o Développer des infrastructures pour les carburants propres au titre du cadre national pour les carburants alternatifs
- o Renouveler le parc public par des véhicules faiblement émetteurs (selon l'article 37 de la loi de la transition énergétique)
- o Renforcer le contrôle des émissions des véhicules et engins non routiers
- o Contrôler les émissions réelles des véhicules routiers
- o Renforcer le contrôle technique des véhicules (article 65 de la loi de transition énergétique)
- o Soutenir l'adoption de nouvelles normes européennes ambitieuses (normes antipollution, prise en compte des conditions réelles de conduite et amélioration de la procédure d'homologation)

Le Plan National Santé Environnement (PNSE) précise les actions à mener sur l'ensemble du territoire français pour réduire les impacts des facteurs environnementaux sur la santé. Conformément à l'article L. 1311-6 du code de la santé publique, il doit être renouvelé tous les cinq ans. Le quatrième **Plan National en Santé Environnement (PNSE4)** établi pour la période 2020-2024 s'articule autour de 4 grands axes :

- o Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations
- o Informer, communiquer et former les professionnels et les citoyens
- o Réduire les expositions environnementales affectant notre santé
- o Démultiplier les actions concrètes menées dans les territoires

A travers ces différents enjeux, le PNSE4 contient différentes actions relatives à la qualité de l'air :

- o L'action 13 prévoit d'améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides.
- o L'action 15 prévoit de créer une plate-forme collaborative pour les collectivités sur les actions en santé environnement et renforcer les moyens des territoires pour réduire les inégalités territoriales en santé-environnement.
- o L'action 16 prévoit sensibiliser les urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte les problématiques de santé et d'environnement dans les documents de planification territoriale et les opérations d'aménagement.

2.4.2. Les plans à l'échelle locale

Le **Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE3) d'Ile-de-France**, établi sur la période 2017-2021, est une déclinaison régionale du PNSE3, renouvelé tous les 5 ans comme ce dernier. Co-piloté par l'Agence Régionale de Santé (ARS) et la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE), le PRSE3 comprend ainsi un certain nombre d'actions du PNSE3 déclinées au niveau régional, en adéquation avec les priorités locales, mais également des actions issues de problématiques spécifiques propres aux territoires franciliens. Parmi les 18 actions organisées autour de 4 axes transversaux, le tableau suivant récapitule celles en lien direct ou indirect avec la qualité de l'air :

Axes	Numéro	Actions
Développement de la méthodologie et de la connaissance relative à la qualité de l'air et aux expositions qui en découlent	2-3	Identifier les sources de polluants émergents et mesurer la contamination des milieux
	3-1	Consolider les connaissances sur les zones de multi expositions environnementales
	3-2	Améliorer le dispositif de surveillance et d'aide à la décision en matière de gestion des nuisances environnementales
	3-3	Utiliser les études de zones pour la réduction des inégalités environnementales
Soutien méthodologique à la mise en œuvre d'actions de résorption et d'amélioration de la situation	1-1	Prendre en compte la santé dans la mise en œuvre des politiques d'aménagement
	3-2	Améliorer le dispositif de surveillance et d'aide à la décision en matière de gestion des nuisances environnementales
	3-3	Utiliser les études de zones pour la réduction des inégalités environnementales
	3-4	Mettre en place une démarche locale participative d'identification et de résorption des zones de multi exposition
Communication et mise en valeur des actions et mise en réseau des acteurs	1-3	Développer un réseau régional ressource en santé environnement
	3-5	Réaliser un état des lieux régional en santé environnement
	4-3	Accroître la maîtrise des facteurs environnementaux de l'asthme et des allergies

Tableau 7 : axes de travail et actions relatives du PRSE3

Le **Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) d'Ile-de-France** (2017-2025) approuvé par arrêté inter-préfectoral le 31 janvier 2018 intègre 25 nouveaux défis déclinés en 46 actions dans l'objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de respecter les seuils européens à l'horizon 2025 sur différents secteurs : aérien, agricole, industrie, résidentiel-tertiaire, transports routier... Parmi eux, 8 défis concernent directement le secteur du transport et 1 le secteur des chantiers, qui constituent tous deux une problématique liée aux aménagements routiers et urbains :

- o Elaborer des plans de mobilité par les entreprises et les personnes morales de droit public
- o Apprécier les impacts d'une harmonisation à la baisse des vitesses maximales autorisées sur les voies structurantes d'agglomérations d'Ile-de-France
- o Soutenir l'élaboration et la mise en œuvre de plans locaux de déplacements et une meilleure prise en compte de la mobilité durable dans l'urbanisme
- o Accompagner la mise en place de zones à circulation restreinte en Ile-de-France
- o Favoriser le covoiturage en Ile-de-France
- o Accompagner le développement des véhicules à faibles émissions
- o Favoriser une logistique plus respectueuse de l'environnement
- o Favoriser l'usage des modes actifs
- o Élaborer une charte globale chantiers propres impliquant l'ensemble des acteurs (des maîtres d'ouvrage aux maîtres d'œuvre) et favoriser les bonnes pratiques

Il est à noter que l'arrêté prévoit d'imposer les nouvelles mesures réglementaires issues de ces 25 défis mais également les **mesures conservées de l'ancien PPA (2013-2016)**, approuvée le 25 mars 2013. Ce plan décline 24 actions pour réduire les émissions de polluants atmosphériques sur les différents secteurs du transport, de l'énergie, du chauffage, de l'industrie ou de l'agriculture.

Parmi elles, 4 actions réglementaires peuvent s'appliquer au secteur du transport, qui constitue une des problématiques principales liées aux aménagements urbains :

- 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

Le **Schéma Régional Climat Air Energie (SCRAE) d'Ile-de-France** actuellement en vigueur a été approuvé le 23 novembre 2012 par délibération du Conseil Régional puis adopté par arrêté préfectoral le 14 décembre 2012. Il 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. En lien avec l'amélioration de la qualité de l'air, le SCRAE intègre les précédents objectifs du Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) dans sa version de 2009 depuis la loi dite « Grenelle II » (2010) :

- Atteindre les objectifs de qualité de l'air fixés par la réglementation ou par l'OMS, en particulier pour les polluants pour lesquels sont observés en Île-de-France des dépassements.
- Atteindre ces objectifs de qualité de l'air à proximité immédiate d'axes majeurs de trafic ou sources importantes de polluant (ou proposer, pour ces zones, des mesures compensatoires dans un souci d'équité environnementale).
- Diminuer les émissions d'autres polluants tels que les pesticides, les dioxines et les hydrocarbures aromatiques polycycliques et limiter l'exposition des Franciliens.
- Accompagner les évolutions nationales en termes de surveillance et de réglementation de l'air intérieur. Au niveau régional, appliquer une politique volontariste en matière de bonne pratique dans les Etablissements Recevant du Public (ERP), en particulier ceux accueillant des enfants.

Le **Plan Climat-air-énergie métropolitain (PCAEM)** a été approuvé en novembre 2018 par le Conseil métropolitain. Il a pour objectif de faire converger l'action des 131 communes de la Métropole du Grand Paris en faveur de la résilience climatique, de la transition énergétique et de la qualité de l'air en favorisant les synergies et en promouvant les actions locales et métropolitaines. Ce plan s'articule autour des objectifs stratégiques et opérationnels suivants :

- Atteindre la neutralité carbone en 2050
- Accroître la résilience de la Métropole face aux effets du changement climatique
- Assurer une qualité de l'air conforme aux seuils fixés par l'Organisation Mondiale de la Santé
- Réduire massivement les consommations énergétiques
- Développer massivement la production locale des énergies renouvelables et de récupération

Le **PCAET du territoire intercommunal Boucle Nord de Seine** (qui comprend les communes d'Argenteuil, Asnières-sur-Seine, Bois-Colombes, Clichy-la-Garenne, Colombes, Gennevilliers et Villeneuve-la-Garenne) est en cours d'élaboration. Il devra être compatible avec le PCAEM et s'articulera autour de plusieurs axes d'actions :

- La réduction des émissions de gaz à effet de serre
- L'adaptation au changement climatique
- La sobriété énergétique
- La qualité de l'air
- Le développement des énergies renouvelables

Le **Plan de Déplacement Urbains (PDU) d'Ile-de-France** approuvé le 19 juin 2014, est un document stratégique relatif aux modes de déplacements des franciliens et des marchandises, à l'horizon 2020. Il traite des politiques de mobilité sur l'ensemble du territoire régional, intègre tous les modes de transports (transports collectifs, voitures particulières, deux-roues motorisés, marche et vélo) ainsi que les politiques de stationnement ou encore d'exploitation routière. Pour atteindre les objectifs fixés, le PDU prévoit la mise en œuvre des 34 actions favorisant notamment le développement des transports en commun, des circuits de mobilité douce et de la mobilité partagée.

2. 4. 3. Cohérence du projet

L'état initial documentaire constitué par le présent rapport s'inscrit en cohérence avec le PPA puisqu'il constitue un des attendus consultables dans l'étude d'impact. L'étude des effets du projet permet quant à elle de contrôler le respect des objectifs de qualité de l'air en lien avec le SCRAE.

L'étude air et santé s'inscrit également en cohérence avec l'action 1.1 du PRSE3 dans la prise en compte de la santé dans la mise en œuvre des politiques d'aménagement en Ile-de-France. En lien avec la prise en compte d'autres expositions comme le bruit, leur compilation et synthèse dans l'étude d'impact peuvent apporter des connaissances sur les zones de multi-exposition environnementale en Ile-de-France (action 3.1 du PRSE3). Cet état initial contribue également à la réalisation de l'action 52 du PNS3 en améliorant les connaissances liées à la qualité de l'air à l'échelle locale.

Par ailleurs, la mise en œuvre d'aménagements favorables au développement de la mobilité douce (maillage de circulations piétonnes, espaces partagés piétons / vélos, stationnements vélo) et à la connexion quasi immédiate avec les transports en commun (métro, tramway) permet d'être en cohérence avec différentes mesures du PDU.

III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE

III.1 Méthodologie

III.1.1) Polluants mesurés

La note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact indique que le polluant le plus adapté pour la qualification de l'état initial de la qualité de l'air est le dioxyde d'azote (NO₂). Pour les études de niveau II ou supérieur, des mesures complémentaires de particules PM₁₀ peuvent être réalisées sur demande de l'autorité environnementale. En l'absence de spécifications dans le cadre de ce projet, seul le NO₂ est intégré aux mesures.

III.1.2) Mesure du dioxyde d'azote

Le principe de la mesure est celui de la diffusion naturelle de l'air à travers une cartouche contenant un adsorbant spécifique au NO₂ (triéthanolamine). Le débit de diffusion étant connu, la masse de polluant détectée sur le capteur à l'issue de la période d'exposition permet de calculer sa concentration dans l'air ambiant.

Les capteurs sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent. Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur sur les supports verticaux disponibles sur le domaine public (poteaux, candélabres...).

Après une période d'exposition de 2 semaines, les capteurs sont récupérés et envoyés en laboratoire pour extraire la masse piégée et doser le NO₂ par spectrométrie UV.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (STS 149) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie.

Cette méthode de prélèvement et d'analyse permet de mesurer une gamme de concentration en NO₂ de 1 à 200 µg/m³ avec une limite de quantification de 0,8 µg/m³.



III.2 Plan d'échantillonnage

III.2.1) Points de mesure

Différentes typologies de points de mesure sont définies pour les évaluations de la qualité de l'air :

- Points de trafic (T) : implantés à proximité des voies présentant le trafic routier le plus important. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement (piétons).
- Points de fond (F) : éloignés des principales sources de pollution atmosphérique de proximité. Ils permettent de caractériser l'exposition chronique des populations.

En tenant compte de ces paramètres et de la dimension du projet, l'échantillonnage est établi pour **8 points de mesure de NO₂**.

Par ailleurs, un blanc de terrain (capteur non exposé permettant de contrôler l'absence de contamination durant le transport), un blanc de laboratoire et un point doublé (deux capteurs exposés au même emplacement pour établir la répétabilité) sont intégrés aux analyses du NO₂.

Le tableau et la figure présentés ci-après illustrent la répartition des points de mesure. La localisation précise, les dates de prélèvement et les photographies figurent en Annexe 2.

N°	Projet	Typologie	Polluant mesuré	Localisation
P1	ZAC du Luth Ouest	Trafic	NO ₂	D19 (bordure ouest de la ZAC)
P2		Trafic	NO ₂	D986 (bordure sud de la ZAC)
P3		Fond urbain	NO ₂	Avenue Lénine
P4	ZAC du Luth Centre	Fond urbain	NO ₂	Site vulnérable (bordure est de la ZAC)
P5		Trafic	NO ₂	D986 (bordure sud de la ZAC)
P6		Fond urbain	NO ₂	Avenue du Luth
P7		Fond urbain	NO ₂	Place du Président Salvador Allende
P8		Fond urbain	NO ₂	Rue Eugène Delacroix

Tableau 8 : plan d'échantillonnage

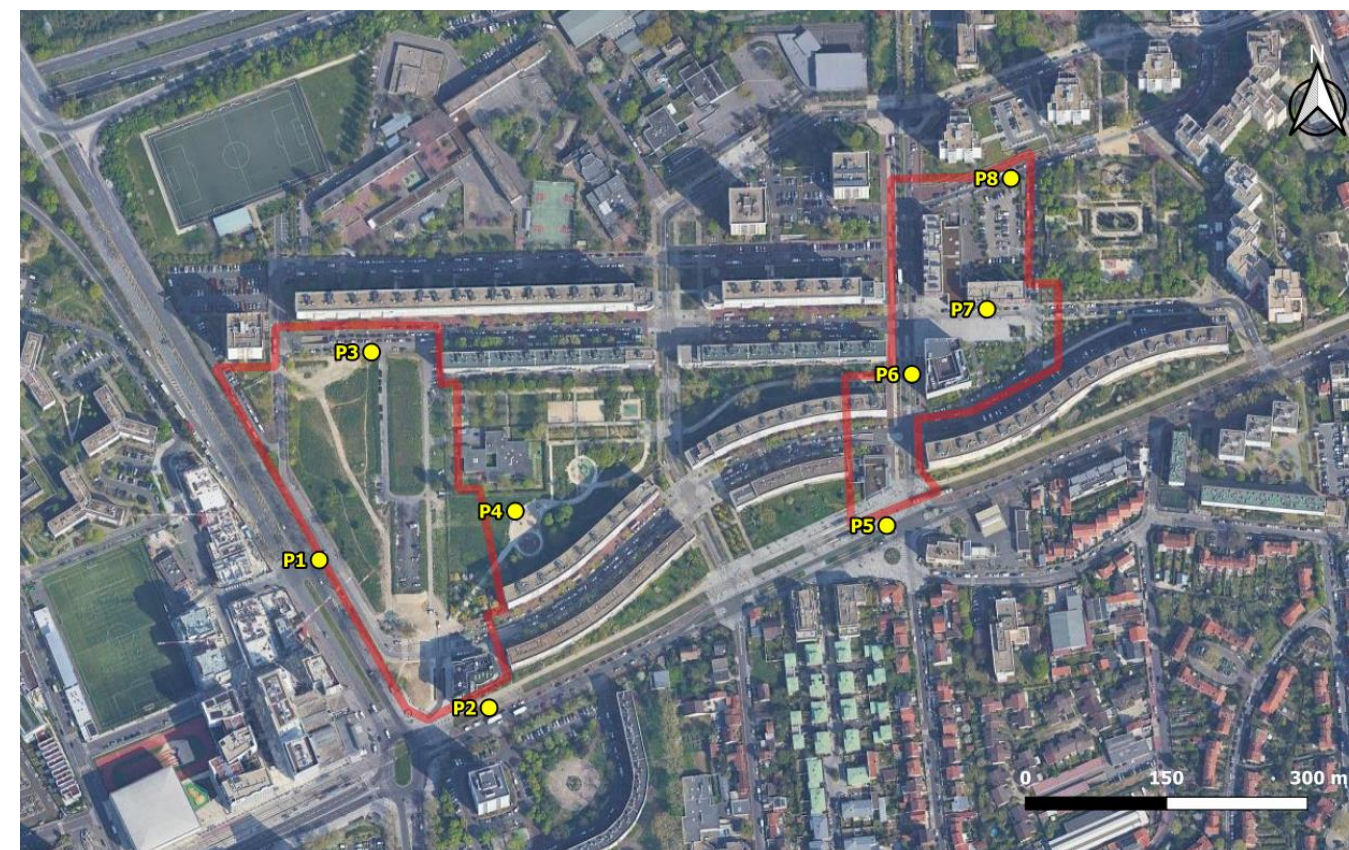


Figure 8 : plan d'échantillonnage

III.2.2) Période de mesure

Les concentrations en polluants atmosphériques présentent un comportement saisonnier marqué ce qui est dû aux variations des sources d'émission et des conditions météorologiques. Dans le cadre de cette étude, **une seule campagne de mesure** est dimensionnée. Néanmoins, l'étude des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique au cours de la campagne permet d'extrapoler les résultats à une situation annuelle. La campagne de mesure est réalisée du **6 au 20 mai 2021**.

III.3 Stations de référence

III.3.1) Météorologie

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

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

Enfin, les vents sont un paramètre essentiel de l'étude de la pollution atmosphérique car ils conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées).

Pour étudier l'influence de ces paramètres, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure sont comparées aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1981 à 2011 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche du site présentant ces données est celle du Bourget, située à environ 13 km à l'est du projet. Les données de vent au cours de la campagne sont également acquises auprès de cette station. La figure 9 illustre la localisation de la station météorologique utilisée par rapport à la zone de projet (en rouge sur la figure).

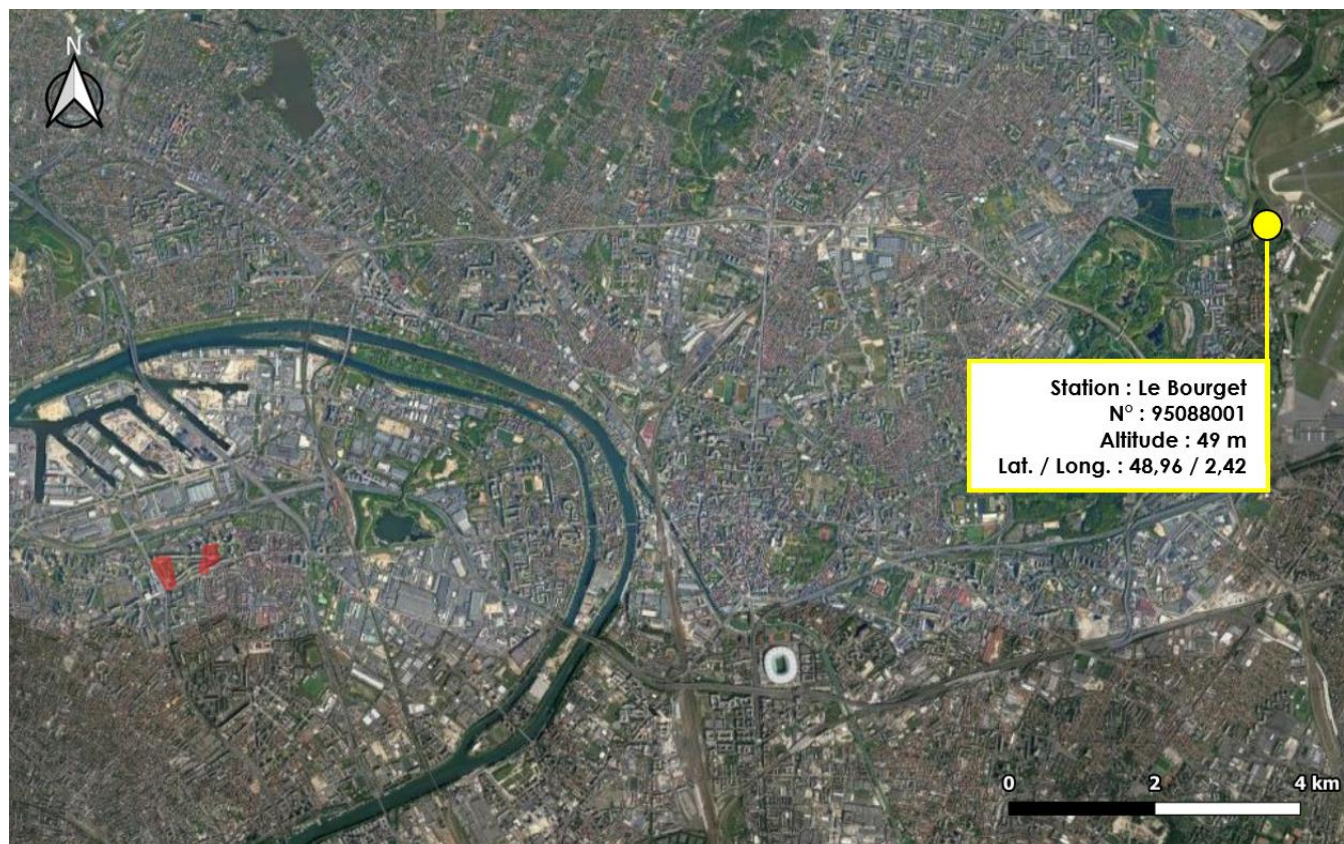


Figure 9 : localisation de la station météorologique de référence

III.3.2) 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 des mesures par rapport à la moyenne annuelle.

Dans le cadre de cette étude, la station utilisée est celle de Gennevilliers, située à environ 800 mètres au sud-est de la zone de projet, qui mesure notamment le NO₂ en typologie de fond urbain. La localisation de la station par rapport à la ZAC est indiquée sur la figure 10.

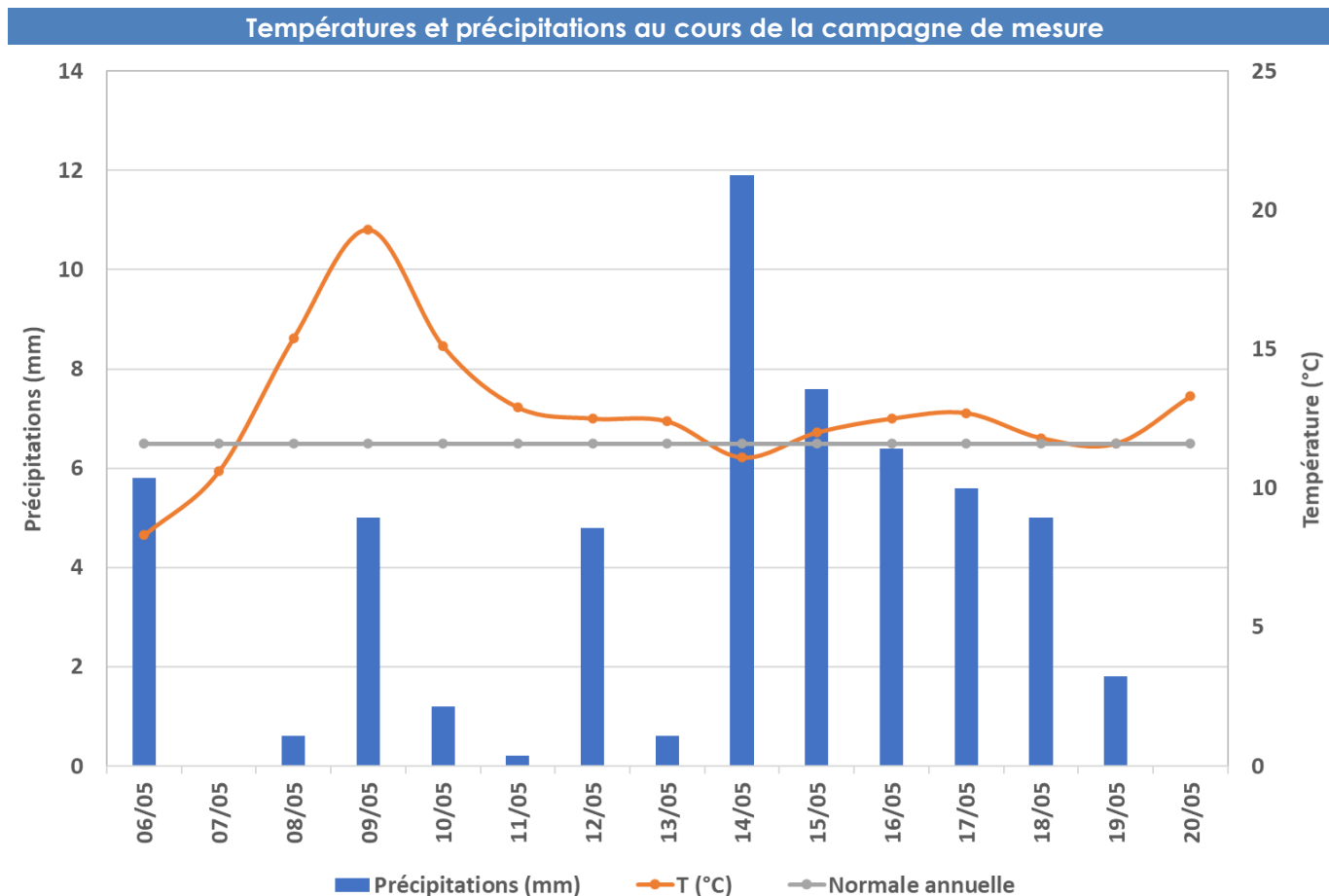


Figure 10 : localisation de la station qualité de l'air de référence

III.4 Conditions lors de la campagne

III.4.1) Températures et précipitations

La figure suivante présente la comparaison de la température moyenne et précipitation enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales annuelles de la station Météo France du Bourget.



Températures	Campagne de mesure	Normale annuelle	Précipitations	Campagne de mesure	Normale annuelle
Moyenne quotidienne (T°C)	12,8	11,7	Cumul quotidien moyen (mm)	3,8	1,7

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

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont légèrement supérieures à la normale annuelle, indiquant des conditions propices à une légère diminution des concentrations en NO₂ par rapport à la moyenne annuelle. Les précipitations enregistrées sur la période de mesure sont quant à elles nettement supérieures à la normale annuelle, ce qui laisse supposer un abattement des concentrations en polluants par lessivage de l'atmosphère au cours de la campagne.

III.4.2) Conditions de vent

Les conditions de vents sont représentées par une rose des vents² établie à partir de leur fréquence d'apparition en fonction de leur direction et de leur vitesse :

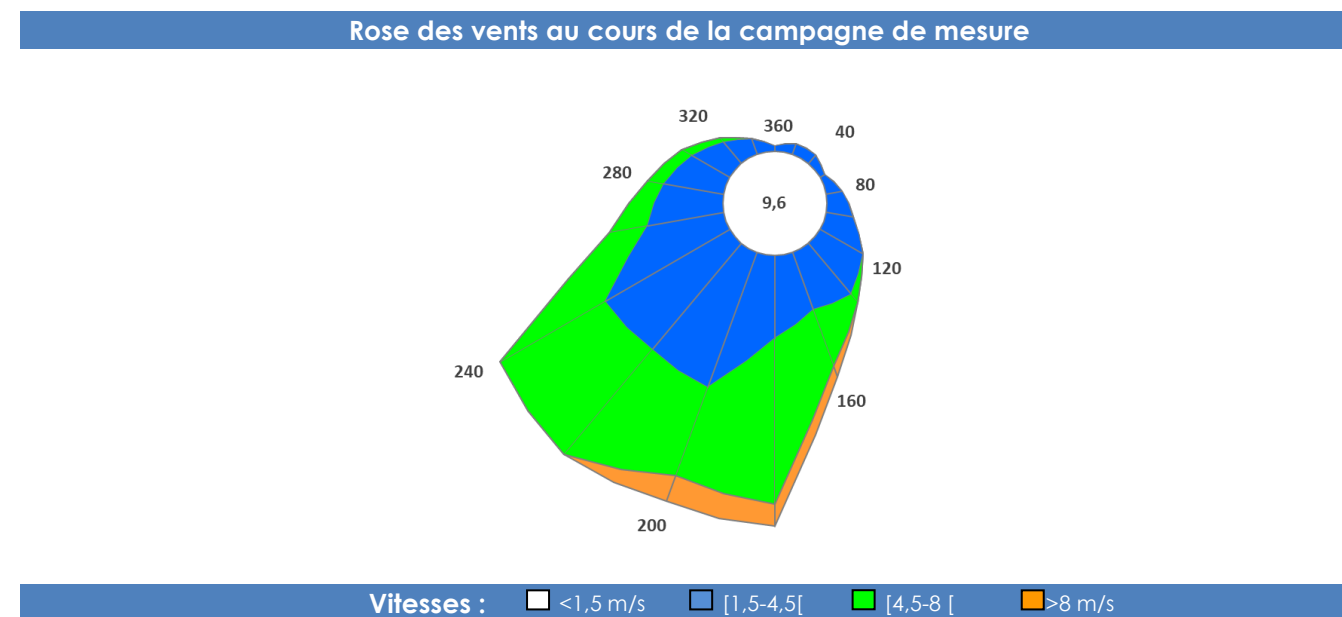


Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents est caractérisée par un secteur sud-ouest majoritaire, indiquant un impact potentiel plus important des axes routiers les plus polluants situés au sud-ouest (comme la D19) en direction de la zone de projet (ZAC du Luth Ouest). Les vitesses de vents relevées sont modérées à fortes (environ 40 % des vitesses de vent relevées sont supérieures à 4,5 m/s), ce qui indique des conditions de dispersion forte des polluants atmosphériques pendant la campagne de mesure.

III.4.3) Pollution atmosphérique

Les concentrations en NO₂ enregistrées par Airparif au niveau de la station de Gennevilliers sur la période 2018-2020 et la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m ³)	Moyenne 2018 – 2020 (µg/m ³)	Ecart Campagne / 2020
Gennevilliers	NO ₂	16,1	26,6	-40 %

Tableau 9 : étude des données AASQA

En lien avec les conditions météorologiques (dispersion élevée, précipitations fortes), les teneurs en NO₂ sont plus faibles lors de la campagne de mesure qu'en moyenne annuelle³ (-40 %).

² Graphique radial représentant l'origine des vents sur un cercle de 0 à 360° par secteurs de 20° (ex : vent de secteur nord compris entre 350 à 10°). L'axe des ordonnées représente le pourcentage d'apparition des vents sur chaque secteur.

³ Moyenne annuelle prise sur les 3 dernières années disponibles (2018, 2019, 2020).

III.5 Résultats

III.5.1) Validité des mesures par capteurs passif

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

- o L'analyse d'un capteur non exposé (appelé « blanc ») ayant été transporté avec les échantillons lors de tous les trajets entre le laboratoire et les sites de mesure. L'analyse du blanc permet de quantifier la présence résiduelle de polluants gazeux sur les supports non liée à l'air échantillonné.
- o La détermination de la répétabilité par l'exposition de deux cartouches au même point de mesure dans les mêmes conditions. Le résultat du calcul de l'écart standard⁴ sur les valeurs obtenues permet de situer les mesures par rapport aux biais éventuels engendrés par la méthode de prélèvement et d'analyse.

Facteurs de validité	NO ₂
Concentration du blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,6 µg/m ³
Concentration moyenne doublet	15,4 µg/m ³
Ecart standard du doublet	4,5 %
Incertitude théorique élargie (donnée Passam)	19,0 %

Tableau 10 : facteurs de validité des mesures

Les concentrations mesurées en NO₂ sur les blancs sont inférieures à la limite de détection, indiquant l'absence de contamination des supports. L'incertitude élargie représente l'écart maximal pouvant être obtenu sur une mesure en incluant tous les biais potentiels liés au prélèvement et à l'analyse avec un intervalle de confiance de 95 %. L'écart standard calculé sur les résultats du doublet est largement inférieur à cette incertitude et indique donc une bonne répétabilité de la mesure.

III.5.2) Concentrations en NO₂

Le tableau suivant présente les résultats obtenus par point de mesure :

Point de mesure	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Typologie	T	T	F	F	T	F	F	F
NO ₂ (µg/m ³)	31,6	32,0	17,5	15,8	18,5	17,5	15,4	14,4

Tableau 11 : résultats des mesures pour le NO₂

III.5.3) Cartographie des résultats

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

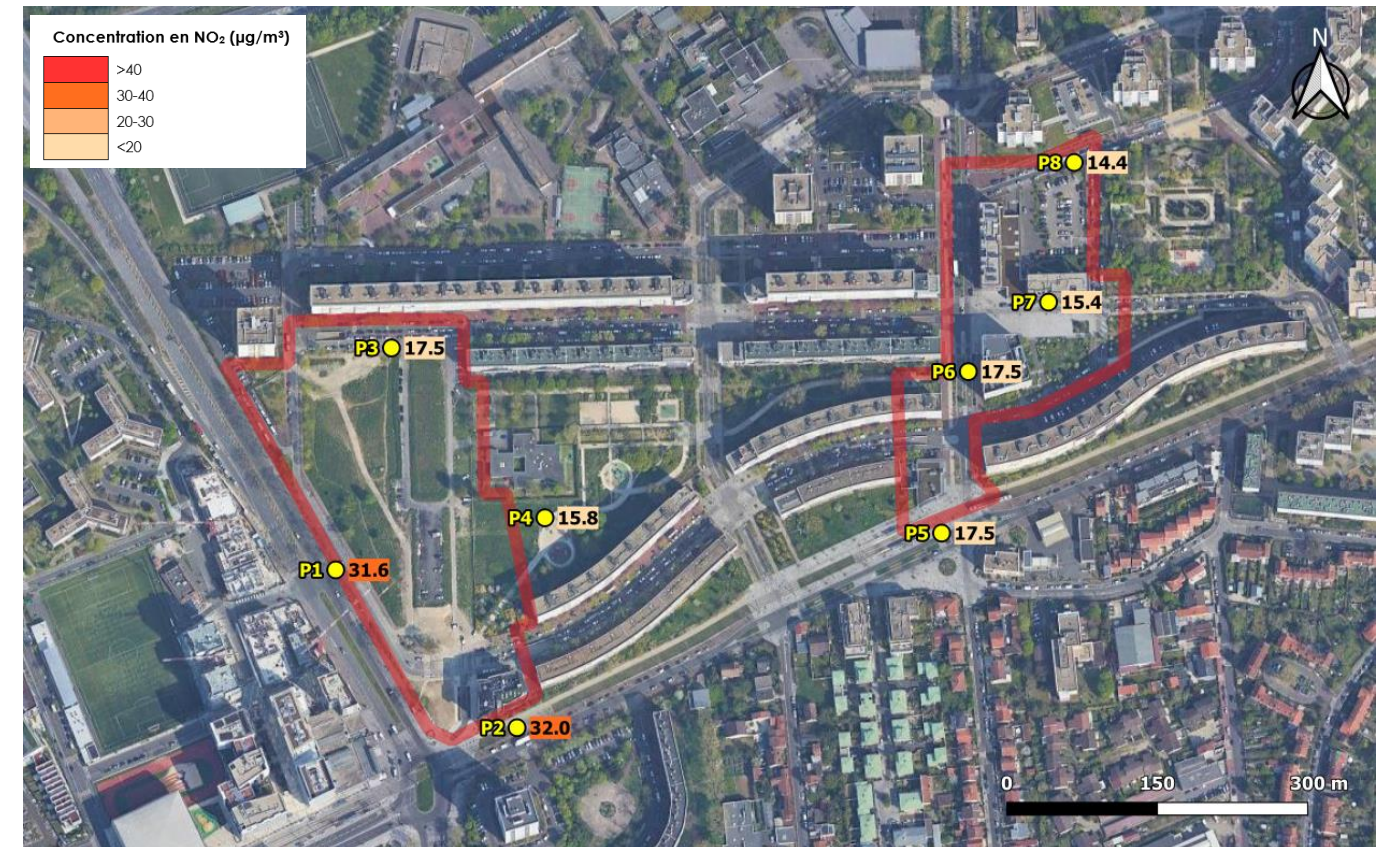


Figure 13 : cartographie des résultats

La cartographie des résultats indique des concentrations en NO₂ modérées au niveau de la ZAC du Luth Ouest, avec des valeurs comprises entre 14 et 32 µg/m³. Les points de trafic P1 et P2 présentent les concentrations les plus élevées, avec une valeur commune d'environ 32 µg/m³, ce qui s'explique par leur proximité avec un axe routier fréquenté (D19 et carrefour D19/RD986). Les points de fond urbain (P3 et P4), plus éloignés de cet axe et plus représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique, enregistrent les concentrations beaucoup moins importantes (entre 16 et 18 µg/m³).

Les concentrations en NO₂ au niveau de la ZAC du Luth Centre sont relativement faibles. Elles sont toutes comprises en dessous de 20 µg/m³, que ce soit au niveau des points de trafic ou des points de fond urbain.

⁴ Ecart standard : critère de dispersion pour une série de données correspondant à la moyenne des écarts entre les valeurs observées (écart type) et la moyenne des valeurs observées.

III.6 Comparaison à la réglementation

III.6.1) Cadre réglementaire

Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250 (cf. annexe 1). La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure⁵ et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs⁶.

III.6.2) Dioxyde d'azote (NO₂)

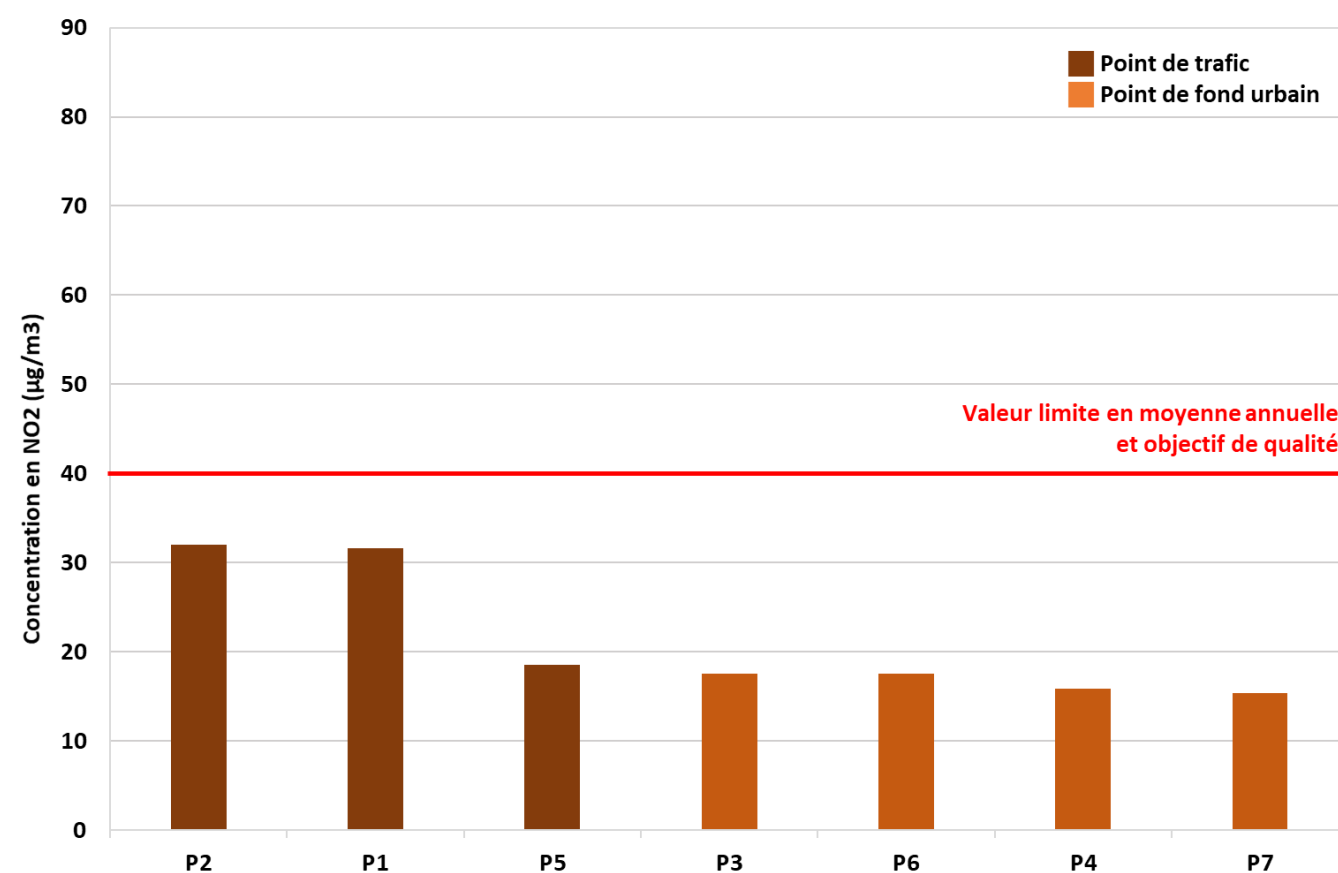


Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO₂ à la réglementation

La distribution des concentrations est cohérente avec la typologie des points de mesure. Sur la période de mesure, l'ensemble des points présente une concentration inférieure à la valeur limite de 40 µg/m³. La campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO₂ plus faibles d'environ 40 % par rapport à la moyenne annuelle, ce qui laisse envisager des dépassements potentiels de la valeur réglementaire à l'échelle annuelle au niveau des points de trafic P1 et P2 (situés à proximité immédiate d'un axe routier à fort trafic) mais aucun au niveau des points de fond urbain.

⁵ La directive européenne du 21 mai 2008 qui indique que les mesures de la qualité de l'air par méthode indicative peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.

⁶ Arrêt n°11NC01593 du 7 février 2013 rendu par la Cour Administrative d'Appel de Nancy, qui précise que si les valeurs limites réglementaires constituent un objectif à rechercher dans l'élaboration de tout projet, elles ne constituent pas pour autant une prescription s'imposant en tant que telles à un projet.

IV. ESTIMATION DES EMISSIONS POLLUANTES

IV.1 Méthodologie

IV.1.1) Polluants estimés

Conformément au guide méthodologique issu de la note technique du 22 février 2019, les polluants étudiés sont les suivants :

- Les oxydes d'azote (NO_x)
- Le dioxyde de soufre (SO₂)
- Le monoxyde de carbone (CO)
- 16 HAP dont le benzo[a]pyrène
- Les composés Organiques Volatils (COV) dont le benzène (C₆H₆) et le 1,3-butadiène
- Les particules émises à l'échappement (PM_{2,5} et PM₁₀)
- L'arsenic (As), le nickel (Ni) et le chrome (Cr)⁷

En plus des espèces recommandées par la note technique du 22 février 2019 sont également calculées les émissions de CO₂ qui n'est pas nocif pour la santé mais participe à l'effet de serre et la consommation énergétique.

IV.1.2) Facteurs d'émissions unitaires

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

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

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux du programme **COPERT 5** (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport) dont le développement technique est financé par l'Agence Européenne de l'Environnement. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. Son utilisation est préconisée par le CEREMA pour la réalisation des études d'impact du trafic routier. 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 **fournie par l'IFSTAR⁸**. Le modèle de calcul des émissions utilisé est le logiciel **TREFFICTM** (TRaffic Emission Factors Improved Calculation).

IV.1.3) Scénarios considérés

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

- La situation actuelle (2021)
- La situation future sans projet (2030)
- La situation future avec projet (2030)

NB : Les données prévisionnelles de l'IFSTAR ne couvrent pas les années postérieures à 2030. Dans le cas des scénarios plus lointains, la composition du parc roulant est donc considérée équivalente à celle de 2030.

IV.1.4) Données de trafic

Le tableau 12 présente les données de trafic issues de l'étude de circulation réalisée par le bureau d'études Codra en 2021 :

N°	Rue	TMJA Actuel 2021		TMJA Sans projet 2030		TMJA Avec projet 2030		Vitesse km/h
		VL	PL	VL	PL	VL	PL	
1	Bd Intercommunal (RD19)	28371	1779	29134	1794	29339	1800	43
2	Av Lénine nvlle voie	0	0	0	0	3447	21	26
3	Av Lénine	3000	0	3000	0	3447	21	26
4	Rue Gérard Philippe	150	0	150	0	490	0	18
5	Bd Beaumarchais 1	3100	0	3100	0	3172	0	26
6	Bd Beaumarchais 2	2150	0	2150	0	2222	0	20
7	Av Lucien Lanternier	8317	383	8317	383	8418	378	40

Tableau 12 : données de trafic

⁷ Le chrome total étant considéré de façon majorante comme traceur du risque lié au chrome VI

⁸ « Dynamique de renouvellement du parc automobile - Projection et impact environnemental », Zéhir KOLLI, Thèse pour le doctorat en Sciences Economiques, 2012.

IV.1.5) Bande d'étude

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

TMJA à l'horizon d'étude (véh/jour)	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie (m)
T > 50 000	600
25 000 > T ≤ 50 000	400
10 000 > T ≤ 25 000	300
≤ 10 000	200

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

La figure 15 présente la bande d'étude du projet :

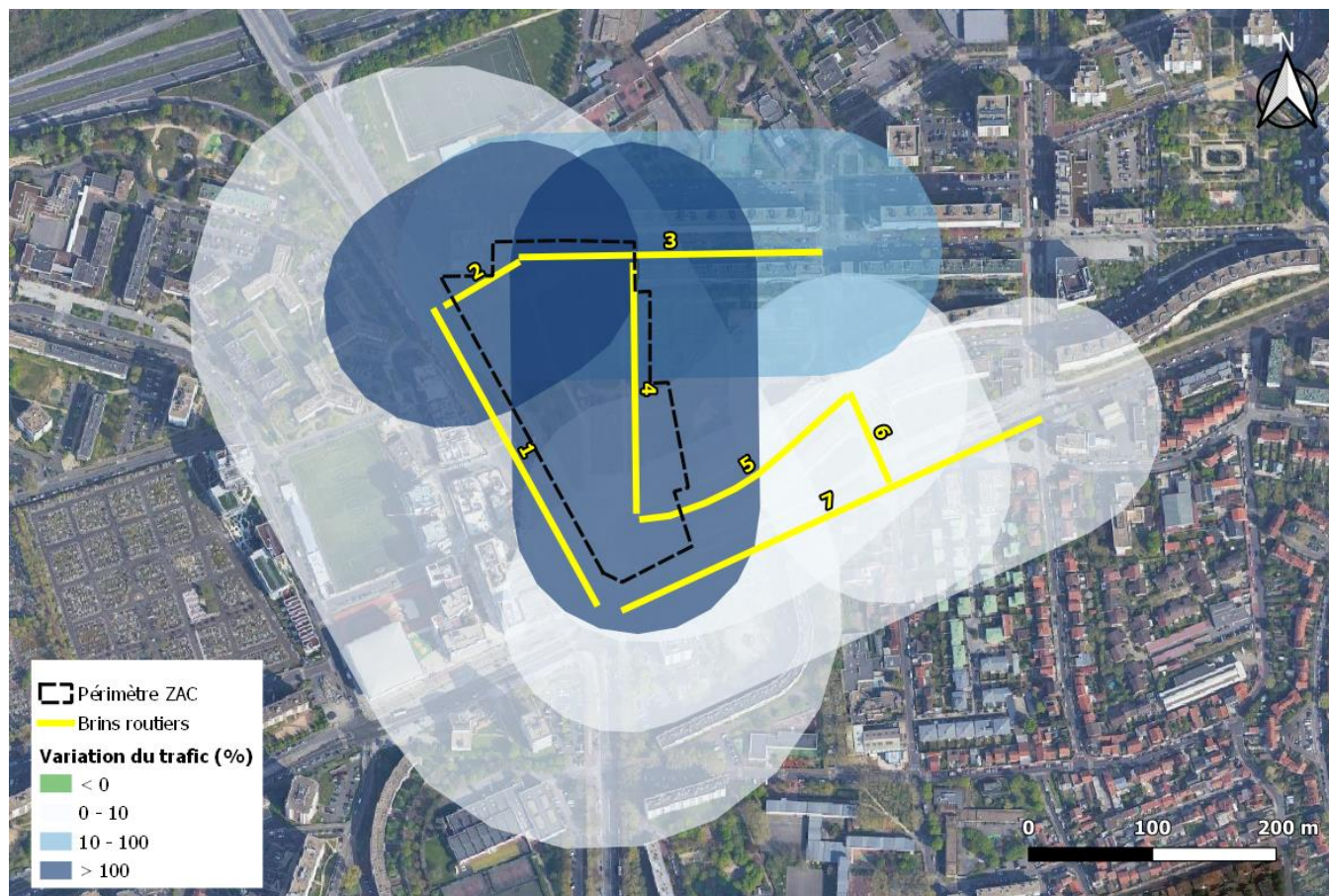


Figure 15 : bande d'étude

IV.2 Résultats du calcul des émissions polluantes

IV.2.1) Emissions polluantes globales

Le tableau 14 présente les émissions totales pour l'ensemble du réseau routier considéré pour l'état actuel (2021), l'état futur (2030) avec et sans projet :

Emissions	Unité	Actuel	Futur sans projet 2030	Variation Futur sans projet / Actuel	Futur avec projet 2030	Variation Futur avec projet / Actuel	Variation Futur avec projet / sans projet
CO	kg/j	3,2512	2,0556	-36,8%	2,1649	-33,4%	5,3%
Benzène	g/j	6,3686	1,9456	-69,4%	2,0543	-67,7%	5,6%
Benzo[a]pyrène	g/j	0,0128	0,0094	-26,7%	0,0099	-23,3%	4,6%
CO ₂	t/j	2,4440	2,3695	-3,1%	2,4842	1,6%	4,8%
Consommation	tep/j	0,7711	0,7476	-3,0%	0,7838	1,6%	4,8%
Arsenic	g/j	0,0002	0,0002	-7,8%	0,0002	-3,3%	4,8%
SO ₂	kg/j	0,0609	0,0556	-8,7%	0,0582	-4,3%	4,8%
Nickel	g/j	0,0017	0,0016	-9,5%	0,0017	-5,2%	4,8%
COVNM	kg/j	0,1838	0,0585	-68,2%	0,0612	-66,7%	4,6%
NO _x	kg/j	5,5839	2,7514	-50,7%	2,8949	-48,2%	5,2%
Particules PM _{2.5}	kg/j	0,3242	0,2581	-20,4%	0,2731	-15,8%	5,8%
Particules PM ₁₀	kg/j	0,4962	0,4314	-13,1%	0,4566	-8,0%	5,9%

Tableau 14 : bilan des émissions

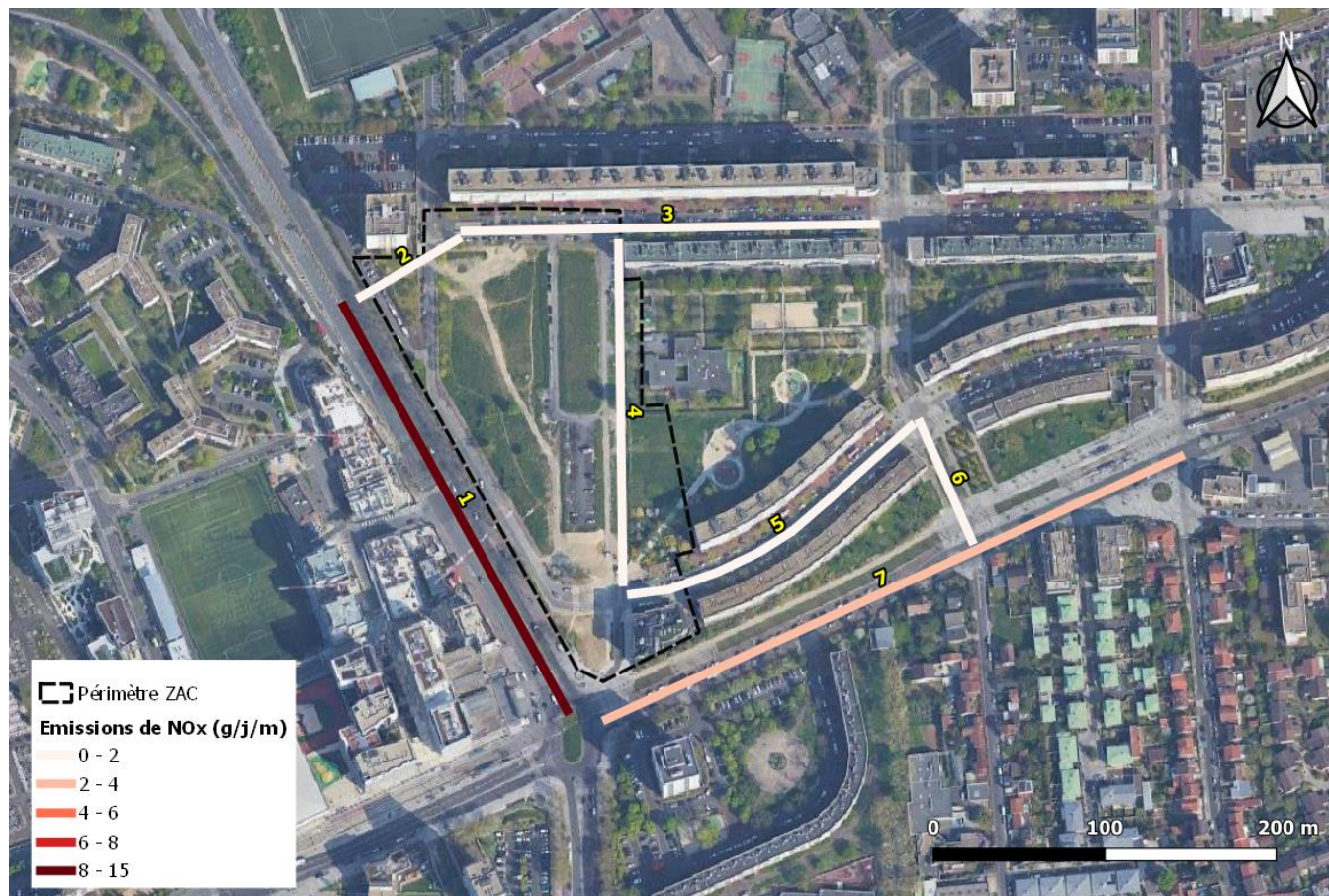
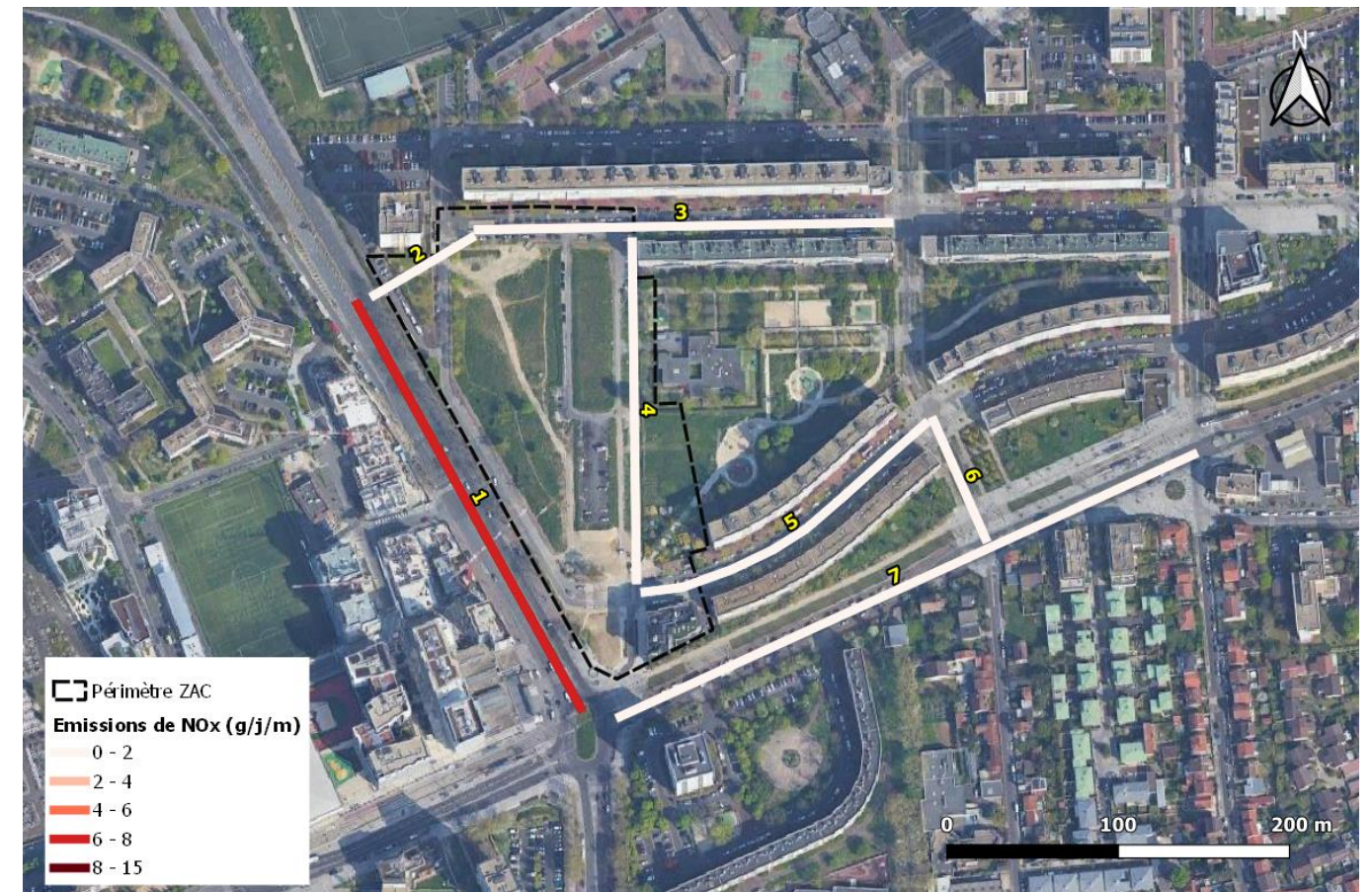
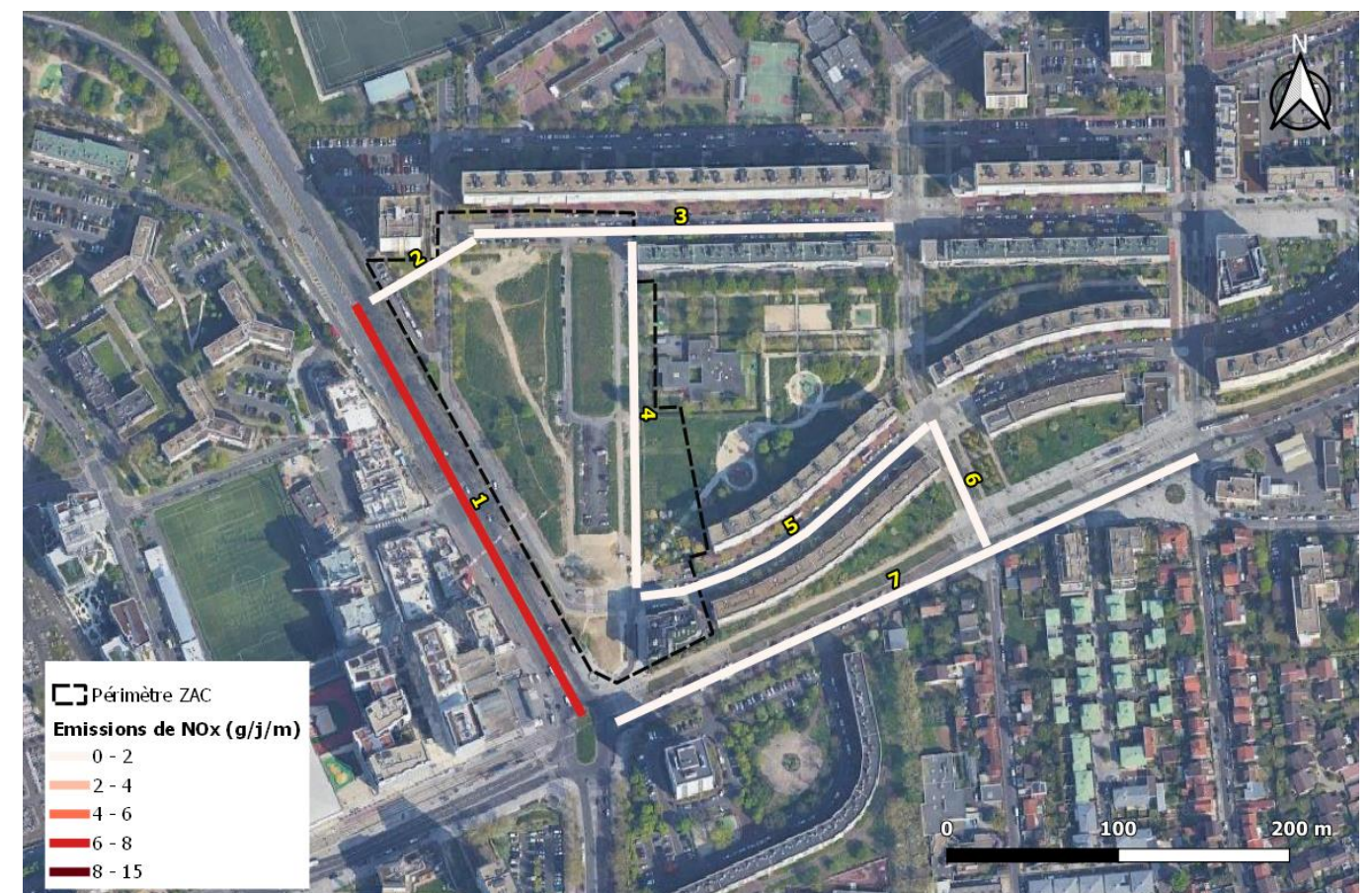
Une baisse globale des émissions peut être constatée entre le scénario futur sans projet (2030) et le scénario actuel (2021). Celle-ci s'explique par la mise en circulation de véhicules moins polluants entre 2019 et 2040 d'après données prospectives de l'IFSTAR, bien qu'il y ait une légère augmentation du trafic.

La variation du trafic routier dans la zone d'étude pour le scénario futur avec projet entraîne une légère hausse des émissions par rapport au scénario futur sans projet, comprises entre 4,8 et 5,9 % pour l'ensemble des polluants renseignés. A l'échelle d'une même année (2030), cette hausse s'explique par l'augmentation du trafic sur l'ensemble des brins étudiés.

Globalement le scénario « avec projet » entraîne une augmentation d'environ 5,1 % des émissions polluantes par rapport au scénario « sans projet » à l'horizon 2030.

IV.2.2) Cartographie des émissions

En retenant les NO_x comme les polluants les plus représentatifs de la pollution routière, les figures suivantes permettent de visualiser les émissions en gramme par jour et par mètre pour le scénario actuel, futur sans projet et futur avec projet.

Figure 16 : émissions de NO_x – scénario actuel (2021)Figure 17 : émissions de NO_x – scénario futur sans projet (2030)Figure 18 : émissions de NO_x – scénario futur avec projet (2030)

IV.2.3) Etude des variations liées au projet

Les figures suivantes présentent les variations des émissions de NO_x entre les scénarios avec et sans projet à l'horizon 2030 :



Figure 19 : variation émissions de NO_x à l'horizon futur avec projet (2030) / sans projet (2030)

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs des émissions de NO_x en grammes par jour et par mètre de voie parcouru sur chaque axe :

N°	Rue	Emissions de NO _x (g/j/m)			Variation Futur avec/sans projet (%)
		Actuel	Futur sans projet	Futur avec projet	
1	Bd Intercommunal (RD19)	13,4	6,3	6,5	1,7
2	Av Lénine nvlle voie	0,0	0,0	0,8	+ ∞
3	Av Lénine	1,2	0,7	0,8	17,2
4	Rue Gérard Philipe	0,1	0,0	0,1	226,7
5	Bd Beaumarchais 1	1,2	0,7	0,8	2,3
6	Bd Beaumarchais 2	0,9	0,6	0,6	3,3
7	Av Lucien Lanternier	3,7	1,8	1,9	0,9

Tableau 15 : récapitulatif des émissions de NO_x par brins routiers

Les variations d'émissions les plus importantes liées au projet sont observées au niveau de la rue Gérard Philipe (+227 %), de l'avenue Lénine (+ 17 %) et du nouvel axe reliant la RD19 à l'avenue Lénine, néanmoins les émissions sur ces axes sont peu significatives (inférieures à 1 g/j/m de NO_x) et représentent les valeurs les plus faibles sur la zone d'étude (respectivement 0,1, 0,8 et 0,8 g/j/m).

A l'horizon 2030, les émissions les plus importantes de la zone sont observées sur les axes plus faiblement impactés par le projet (impact inférieur ou égale à 2 %) : boulevard intercommunal (RD19) avec 6,5 g/l/m de NO_x et l'avenue Lucien Lanternier avec 1,9 g/j/m de NO_x.

Par ailleurs, les émissions de NO_x sur ces deux axes restent beaucoup plus faibles à l'horizon futur (2030) avec projet qu'à l'état actuel (2021) avec une diminution d'environ 50 % entre les deux horizons.

IV.3 Monétarisation des coûts

IV.3.1) Coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

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

Le rapport évalue le coût des impacts sanitaires des principaux polluants émis par la circulation routière (PM_{2.5}, NO_x, COVNM et SO₂) pour l'année de référence 2010. Ce coût varie selon la catégorie de véhicules (véhicules particuliers ou poids lourds) ainsi que selon la densité urbaine. Le tableau 16 présente les valeurs tutélaires fixées selon ces paramètres :

Typologie	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Plage de densité (hab./km ²)	0-37	37-450	450-1500	1500-4500	>4500
Coût VP (€/100 Véh.km)	0,9	1,0	1,3	3,1	11,1
Coût PL (€/100 Véh.km)	6,4	9,4	17,7	37,0	186,6

Tableau 16 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier

D'après les données carroyées de l'Insee de 2015, la densité de population maximale sur le projet est supérieure à 4 500 habitants/km². Les valeurs tutélaires sont donc sélectionnées sur la gamme « urbain très dense ».

Le rapport de la commission Quinet précise qu'il est nécessaire de « faire évoluer les valeurs de la pollution atmosphérique en tenant compte, d'une part, de l'évolution du PIB par tête et d'autre part, de l'évolution du parc circulant et de l'évolution des émissions individuelles ». Les hypothèses d'évolution considérées pour le calcul des coûts collectifs sont décrites ci-dessous :

- Le PIB par habitant n'est connu qu'à échéance de l'année civile. La dernière donnée disponible est celle de l'année 2018. Entre 2010 et 2019, la moyenne annuelle de l'évolution du PIB par habitant est de 0,96 % en France selon les chiffres de la Banque Mondiale⁹. Ce chiffre est utilisé pour estimer l'évolution annuelle du PIB jusqu'à l'horizon de mise en service du projet.
- L'évolution du parc circulant entre 2010 et 2019 est de 0,85 % en moyenne annuelle d'après les statistiques du ministère de la Transition écologique et solidaire¹⁰. L'évolution du trafic entre le scénario actuel et le scénario futur est prise d'après les données de l'étude de circulation.
- L'évolution des émissions polluantes des véhicules depuis 2010 est prise à -6 % en moyenne annuelle conformément à la valeur proposée par le rapport Quinet. L'évolution entre le scénario actuel et les scénarios futurs est reprise des calculs effectués dans le paragraphe IV.2.1)¹¹.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des valeurs considérées pour l'évolution des valeurs tutélaires :

	Actuel 2021		2030 sans projet		2030 avec projet	
	Brut	Evolution / 2010	Brut	Evolution / 2010	Brut	Evolution / 2010
PIB par habitant (€)	35 703	11,0 %	38 894	20,9 %	38 894	20,9 %
TMJA total du projet (véh/j)	47 250	9,8 %	47 712	10,8 %	52 762	22,6 %
Emissions PM _{2.5} + NO _x + COVNM + SO ₂ (kg/j)	6,2	-49,4 %	3,1	-74,3 %	3,3	-72,9 %
Evolution globale		-38,3 %		-65,6 %		-59,9 %

Tableau 17 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires

⁹ La Banque Mondiale. Croissance du PIB par habitant entre 2010 et 2019.

¹⁰ Service de la donnée et des études statistiques. Développement Durable. Données sur le parc des véhicules au 1^{er} janvier 2020.

¹¹ A l'exception des particules PM_{2.5} qui ne figurent pas dans le bilan des émissions car cette fraction granulométrique est déjà comprise dans les PM₁₀. Les données pour les PM_{2.5} sont reprises des résultats des calculs d'émissions par le logiciel TREFIC™.

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs tutélaires retenues avant et après ajustement des coûts à l'horizon de la mise en service du projet :

Scénario	2010	Actuel 2021	2030 sans projet	2030 avec projet
Evolution globale depuis 2010	0,0 %	-38,3 %	-65,6 %	-59,9 %
Valeur tutélaire VP (€/100 véh.km)	11,1	6,8	3,8	4,5
Valeur tutélaire PL (€/100 véh.km)	186,6	115,1	64,3	74,8

Tableau 18 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution

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

	Actuel 2021	2030 sans projet	2030 avec projet
Trafic VP (véh.km)/j	12 225	12 350	12 943
Trafic PL (véh.km)/j	621	620	633
Coût VP (€/j)	837	472	576
Coût PL (€/j)	714	398	473
Coût total (€/j)	1 551	871	1 049

Tableau 19 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

A l'horizon 2030, les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique **augmentent de 20,5 %** avec la mise en place du projet.

IV.3.2) Coûts collectifs liés à l'effet de serre

La valeur tutélaire du carbone est fixée par le rapport de la commission présidée par Alain Quinet publié en 2019¹². Ce rapport prévoit une évolution linéaire de la tonne de CO₂ de 32 € en 2010 jusqu'à 250 € en 2030, correspondant à une évolution annuelle d'environ 13,6 %. Il prévoit également une évolution linéaire de la tonne de CO₂ de 500 € en 2040 à 775 € en 2050, correspondant à une évolution annuelle d'environ 4,5 %. Le présente les coûts correspondant pour chaque scénario du projet.

	Actuel 2021	2030 sans projet	2030 avec projet
Coût de la tonne de CO ₂ (€/t)	151,9	250,0	250,0
CO ₂ émis (kg/j)	2,4	2,4	2,5
Coût CO ₂ émis (€/j)	371,2	592,4	621,1

Tableau 20 : coûts collectifs liés à l'effet de serre

La mise en place du projet entraîne **une augmentation d'environ 4,8 %** des coûts collectifs liés à l'effet de serre par rapport à la situation sans projet.

V. EFFETS DU PROJET : MODELISATION DES CONCENTRATIONS

V.1 Logiciel de modélisation utilisé

La plateforme de modélisation SaaS AmpliSIM® permet l'utilisation du modèle de dispersion AERMOD, validé par l'US-EPA. Ce modèle gaussien en régime permanent permet de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Dans le cadre de cette étude, la modélisation est réalisée à partir de sources linéiques d'émissions et diverses données d'entrée, sur des mailles de calcul de 10 m x 10 m.

La conversion des NOx en NO/NO₂ est prise en compte par le logiciel de modélisation selon la méthode OLM (Ozone Limiting Method) :

- o Si $0,9 [NO_x] < [O_3]$ alors $[NO_x] = [NO_2]$
- o Si $[NO] > [O_3]$ alors $[NO_2] = [O_3] + 0,1 [NO_x]$

V.2 Données d'entrée

V.2.1) Emissions polluantes

Les émissions de polluants atmosphériques liées au trafic routier utilisées comme données d'entrée sont issues du logiciel TREFIC™ dont les résultats sont présentés dans le chapitre précédent.

V.2.2) Météorologie

La dispersion est modélisée avec les données horaires de vent sur 1 an (2020) acquises auprès de la station Météo France du Bourget (93). La figure 20 présente la rose des vents des données utilisées.

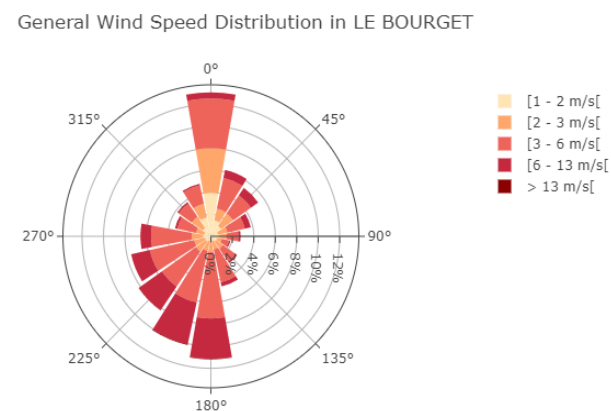


Figure 20 : rose des vents utilisée pour la modélisation

V.2.3) Topographie

La topographie est issue d'une extraction puis d'une interpolation des fichiers SRTM NASA avec une résolution de 100 m. La figure 21 présente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude indiquant un relief peu marqué ne laissant pas envisager d'effets sur la dispersion des polluants.

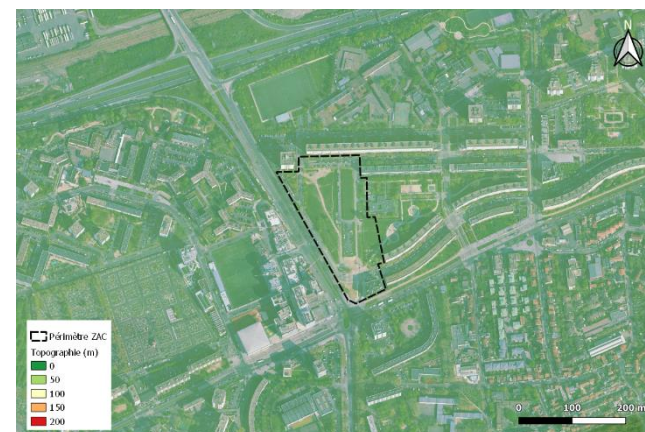


Figure 21 : représentation du relief en vue 2D

V.2.4) Population

Les données de population sont présentées à l'échelle de carreaux de 200 m de côté, issues du recensement de l'Insee disponible pour l'année 2015, et répartis uniformément dans chaque maille selon la surface des bâtiments. La population pour le scénario actuel et le scénario futur sans projet est estimée identique à la population actuelle, d'après les recommandations de la note du 22 février 2019 relative aux études air et santé. Pour le scénario futur avec projet, la population est complétée par le nombre d'habitants supplémentaires au droit du projet, soit 502 habitants. Cette donnée populationnelle liée au projet (502) a donc été ajoutée de façon uniforme dans les bâtiments concernés dans la zone de projet à partir d'informations issues du plan de masse et du permis de construire (388 logements seront créés et répartis de la façon suivante : 344 logements regroupant 344 personnes dans la résidence étudiante située au nord-est du projet, 44 logements regroupant 158 personnes dans le bâtiment situé au nord-ouest du projet).

V.2.5) Pollution de fond

Les concentrations de fond en NO₂, en particules PM₁₀ et particules PM_{2,5} sont issues des données moyennes des trois dernières années disponibles de la station Airparif « Gennevilliers », située à moins de 1 km de la zone de projet (cf. paragraphe II.3.2)).

Les concentrations en ozone sont nécessaires pour prendre en compte les réactions photochimiques intervenant dans les cycles de conversion du NO₂. Celles-ci sont prises d'après la moyenne sur les trois dernières années disponibles de la station Airparif « Neuilly-sur-Seine », située à environ 5 km de la zone de projet. Pour les autres polluants modélisés, les concentrations de fond sont extraites de la base de données INERIS en prenant la médiane des concentrations recensées pour chaque paramètre à l'échelle du territoire français¹³.

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

Polluant	Valeur retenue (µg/m ³)
NO ₂	25
Ozone	46
PM ₁₀	19
PM _{2,5}	10
Benzène	0,5
COV	1
Acénaphène	0,3 10 ⁻³
Acénaphylène	0,3 10 ⁻³
Anthracène	0,3 10 ⁻³
Benzo(a)anthracène	0,2 10 ⁻³
Benzo(a)pyrène	0,4 10 ⁻³
Benzo(b)fluoranthène	0,4 10 ⁻³
Benzo(k)fluoranthène	0,2 10 ⁻³
Benzo(ghi)pérylène	0,4 10 ⁻³
Chrysène	0,4 10 ⁻³
Dibenzo(a,h)anthracène	0,04 10 ⁻³
Fluorène	1,5 10 ⁻³
Fluoranthène	1,8 10 ⁻³
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,3 10 ⁻³
Phénanthrène	5,1 10 ⁻³
Pyrène	1,3 10 ⁻³
Benzo(j)fluoranthène	0,5 10 ⁻³
1,3-butadiène	0,2
Chrome VI en Cr total	1,5 10 ⁻³
Nickel	2 10 ⁻³
Arsenic	0,5 10 ⁻³

Tableau 21 : bruit de fond

¹³ INERIS – Rapport d'étude n°DRC-08-94882-15772A – 10/04/2009 : Inventaire des données de bruit de fond dans l'air ambiant, l'air intérieur, les eaux de surface et les produits destinés à l'alimentation humaine en France.

V.3 Résultats

V.3.1) Cartographies

Les résultats sont présentés pour les NO_x, polluant le plus représentatif de la pollution liée au trafic routier :



Figure 22 : concentration moyenne journalière en NO_x – scénario actuel



Figure 24 : concentration future moyenne journalière en NO_x – futur avec projet



Figure 23 : concentration moyenne journalière en NO_x – scénario futur sans projet

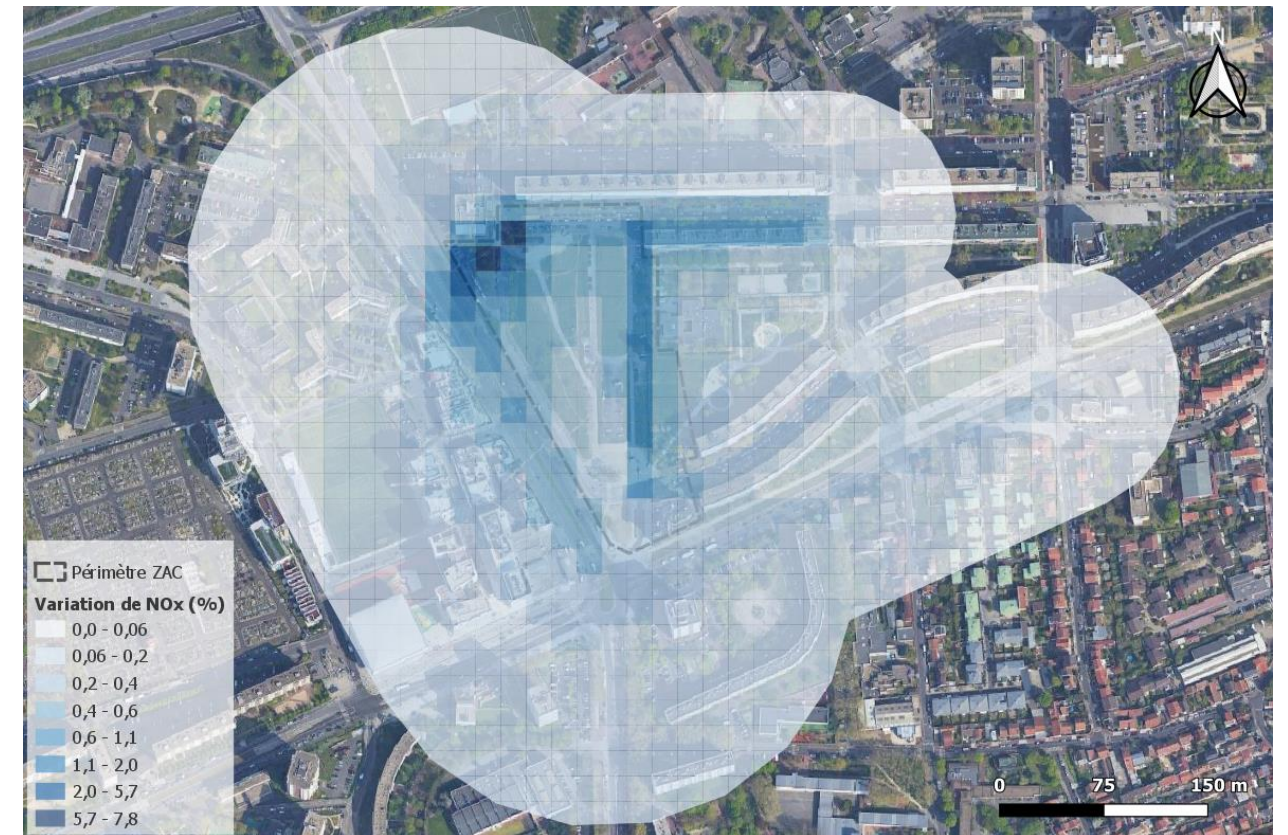


Figure 25 : variation des concentrations en NO_x entre le scénario futur sans projet et avec projet

V.3.2) Concentrations sur les points d'intérêt

Scénario	Actuel (µg/m ³)	Futur sans projet (µg/m ³)	Futur avec projet (µg/m ³)	Delta futur projet/sans projet (%)
Moyenne annuelle	25,84	25,44	25,56	0,09 %
Concentration annuelle sur le point le moins exposé	25,12	25,06	25,06	0,01 %
Concentration annuelle sur le point le plus exposé	53,97	41,45	41,71	0,64 %
Concentration annuelle au niveau de la crèche du Luth	26,019	25,5276	25,6511	0,48 %

Tableau 22 : concentrations moyennes en NO_x sur les points d'intérêt

Globalement, les résultats indiquent une très légère augmentation des concentrations en NO_x sur l'ensemble de la zone entre les scénarios avec et sans projet à l'horizon futur (moins de 1 %). Le point d'exposition maximal présente une augmentation de 0,6 % entre les deux scénarios futurs, tandis que l'exposition moyenne dans la bande d'étude présente une augmentation de 0,1 %. Au droit de la crèche du Luth, située à proximité immédiate du projet, l'augmentation des concentrations de NO_x est inférieure à 0,5 %. Les concentrations modélisées montrent que le projet n'entraîne aucun dépassement de la valeur limite réglementaire en NO₂ en tout point du domaine pour le scénario à l'horizon 2030 avec projet.

V.3.3) Indice IPP

Pour évaluer l'impact d'un projet sur les populations, le Cerema a développé une méthode qui consiste à croiser les concentrations modélisées et le nombre d'habitants sur la bande d'étude. Le produit « population x concentration » fournit ainsi un indicateur appelé IPP (indice pollution population) qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique. Cet indice est calculé pour les NO_x, conformément à la note technique du 22 février 2019 relative aux études air et santé.

Le tableau suivant présente les valeurs de l'indice pollution/population moyen, qui correspond à la moyenne des IPP sur l'ensemble du domaine d'étude.

	IPP NO _x moyen
Situation actuelle	297,3
Situation future sans projet	290,0
Situation future avec projet	302,2
Variation avec projet / sans projet	4,2 %

Tableau 23 : IPP moyen selon les scénarios

Le projet entraîne une **augmentation de l'IPP moyen d'environ 4,2 %**. Cette augmentation est principalement liée à celle de la population dans l'emprise du projet, étant donnée la faible variation des concentrations en NO_x entre la situation sans et avec projet.

Pour illustrer la variation de l'IPP global, la figure suivante illustre le nombre d'habitants exposés par classe de concentration de NO_x selon les scénarios considérés. Les classes de concentrations présentées correspondent aux centiles de 0 % (concentration minimale sur la zone d'étude) à 100 % (concentration maximale sur la zone d'étude) tous les 20 %.

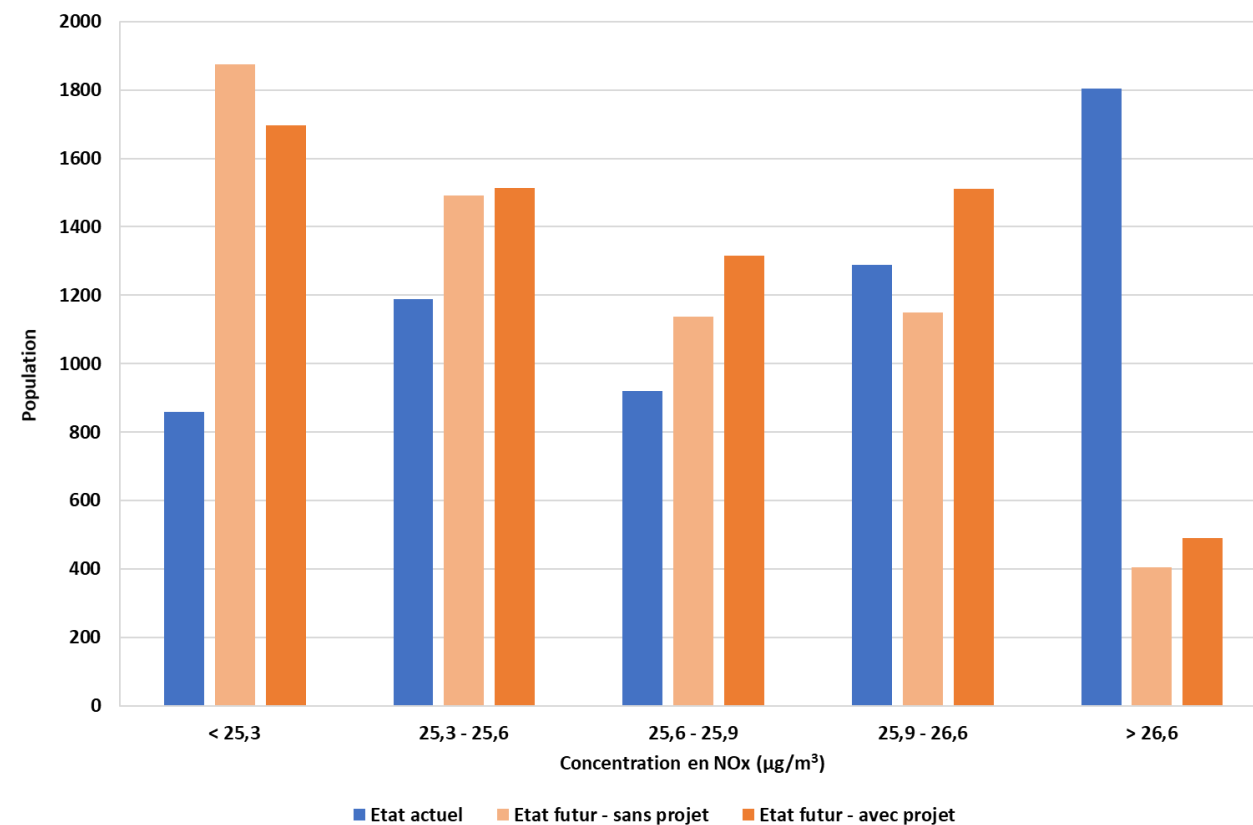


Figure 26 : histogrammes de distribution concentration/population pour les NO_x

Par rapport à la situation actuelle, les scénarios à l'horizon sont associés à une diminution du nombre de personnes exposées aux concentrations les plus fortes. Globalement, à l'horizon futur, le projet entraîne une légère diminution du nombre d'habitants exposés aux classes de concentration les plus faibles et une légère augmentation sur les autres classes.

La figure suivante illustre les zones d'augmentation et de diminution de l'IPP entre l'état futur sans et avec projet :

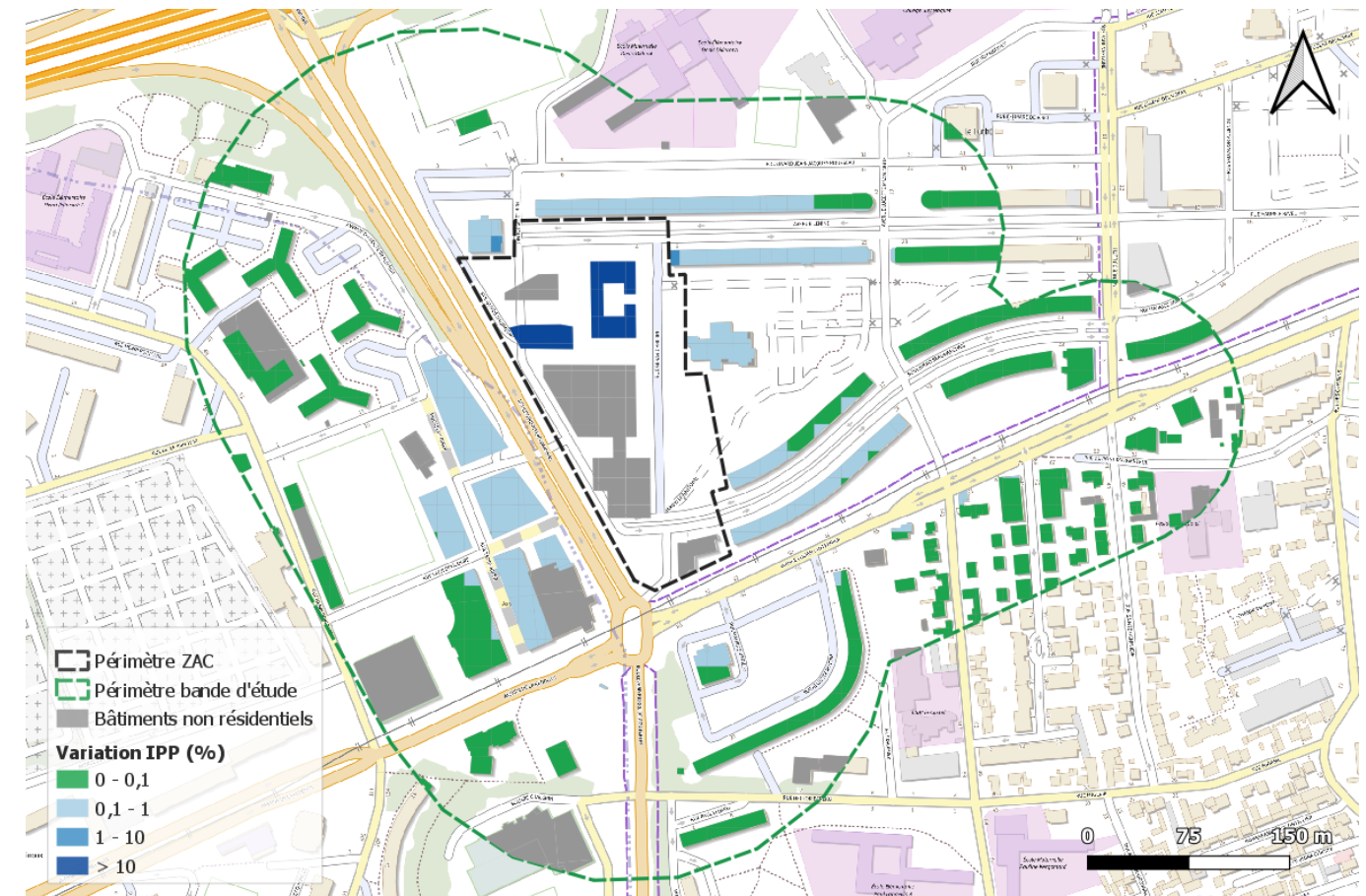


Figure 27 : variation de l'IPP entre le scénario futur sans projet et avec projet

En lien avec l'estimation des émissions et la modélisation des concentrations, l'IPP augmente très légèrement (moins de 1 %) sur l'ensemble de la zone d'étude. Une augmentation légèrement plus importante est constatée au niveau des façades de bâtiments existants situés à proximité de la rue de Gérard Philipe et de la nouvelle rue reliant la RD19 et l'avenue Lénine. De plus, dans l'emprise du projet, la création de logement dans certains bâtiments et donc la présence de nouveaux résidents pour le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation de l'indice par rapport au scénario « futur sans projet ».

VI. EFFETS DU PROJET : EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

VI.1 Principe

Conformément aux préconisations de l'Institut National de Veille des risques Sanitaires (InVS) l'évaluation des risques sanitaires comprend quatre étapes :

- o Identification des dangers par sélection des substances pouvant avoir un impact sur la santé ;
- o Relation dose-réponse par recensement des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ;
- o Estimation des expositions selon la voie, le temps et la concentration afin de calculer la concentration moyenne inhalée (CI) ;
- o Caractérisation des risques par calcul d'indicateurs à comparer aux valeurs seuils afin de déterminer l'acceptabilité ou non du risque auquel la population est susceptible d'être soumise.

Les incertitudes associées à chaque étape sont présentées dans une partie supplémentaire.

VI.2 Identification des dangers

L'identification des dangers repose sur le recensement des effets sur la santé des polluants émis par le trafic routier définis par le guide méthodologique du 22 février 2019 :

- o Les oxydes d'azote (NO_x), en particulier le NO₂
- o Les particules émises à l'échappement (PM₁₀, PM_{2,5})
- o Le benzène
- o Le 1,3 butadiène
- o Le chrome VI
- o Le nickel
- o L'arsenic
- o Les 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont le benzo(a)pyrène

Les voies d'exposition et les effets cancérigènes potentiels de ces substances sont présentées dans le tableau 24 :

Substance	N°CAS	Voie(s) d'exposition	Effets (cancérigène)		
			CIRC	UE	US-EPA
NO ₂	10102-44-0	Inhalation	-	-	-
PM ₁₀		Inhalation	-	-	-
PM _{2,5}		Inhalation	-	-	-
Benzène	71-43-2	Inhalation	1	-	A
1,3 butadiène	106-99-0	Inhalation	1	-	-
Chrome VI	18540-29-9	Inhalation	1	1A	A
Nickel	7440-02-0	Inhalation	1	1	-
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	1	-	-
Acénaphthène	83-32-9	Ingestion	3	-	-
Acénaphthylène	208-96-8	Ingestion	-	-	-
Anthracène	120-12-7	Inhalation, Ingestion	3	-	-
Benzo(a)anthracène	56-55-3	Inhalation, Ingestion	2B	-	-
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation, Ingestion	1	-	-
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	Inhalation, Ingestion	2B	-	-
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	Inhalation, Ingestion	2B	-	-
Benzo(ghi)pérylène	191-24-2	Inhalation, Ingestion	3	-	-
Chrysène	218-01-9	Inhalation, Ingestion	2B	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	Inhalation, Ingestion	2A	-	-
Fluorène	86-73-7	Ingestion	3	-	-
Fluoranthène	206-44-0	Ingestion	3	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5	Inhalation, Ingestion	2B	-	-
Phénanthrène	85-01-8	Ingestion	3	-	-
Pyrène	129-00-0	Ingestion	3	-	-
Benzo(j)fluoranthène	205-82-3	Inhalation, Ingestion	2B	-	-

Tableau 24 : substances et dangers associés

VI.3 Evaluation des relations dose-réponse

Trois types de valeurs sont prises en compte :

- o Pour les substances avec un **effet à seuil** (AS) : une VTR à la concentration en dessous de laquelle la survenue d'un effet n'est pas attendue.
- o Pour les substances avec un **effet sans seuil** (SS) : une VTR désignant la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet par rapport à un individu non exposé (excès de risque unitaire : ERU).
- o Pour les substances ne disposant de pas de VTR : la **valeur guide** (réglementaire ou sanitaire) correspondant au risque chronique ou aigu (cf. note méthodologique du 22/02/2019).

Le tableau ci-dessous présente le type de valeurs disponibles pour chaque polluant en fonction de l'effet étudié : chronique (exposition continue) ou aigu (exposition ponctuelle maximale).

Type de valeur	VTR effet à seuil		Valeur guide	
	chronique	chronique	chronique	aigu
Dioxyde d'azote			✓	✓
PM ₁₀			✓	✓
PM _{2,5}			✓	✓
1,3 butadiène	✓			
Benzène	✓	✓		
Chrome VI	✓	✓		
Nickel	✓	✓		
Arsenic	✓	✓		
Benzo(a)pyrène	✓	✓		
Anthracène		✓		
Benzo(a)anthracène		✓		
Benzo(b)fluoranthène		✓		
Benzo(k)fluoranthène		✓		
Benzo(ghi)pérylène		✓		
Chrysène		✓		
Dibenzo(a,h)anthracène		✓		
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		✓		
Benzo(j)fluoranthène		✓		

Tableau 25 : valeurs disponibles pour l'exposition par l'inhalation

Les VTR sont recherchées parmi les plus récentes dans les bases de données toxicologiques de l'INERIS, de l'agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) ainsi que des principaux organismes de référence internationaux. Les valeurs retenues sont présentées dans le tableau suivant :

VTR Effets à seuil (µg/m ³)	Substance	Valeur		Effet critique	Source (date)
		1,3-butadiène	2,00E+00		Effets sur la fertilité
	Benzène	1,00E+01		-	ANSES (2008)
	Chrome VI	3,00E-02		Système respiratoire	OMS (2013)
	Nickel	2,30E-01		-	TCEQ (2001)
	Arsenic	1,50E-02		Cerveau	OEHHA (2008)
	Benzo(a)pyrène	2,00E-03		-	US-EPA (2017)
VTR effet sans seuil (µg/m ³) ⁻¹	Benzène	2,60E-05		Leucémie	ANSES (2014)
	Chrome VI	6,00E-03		-	ANSES (2013)
	Nickel	1,70E-04		-	TCEQ (2011)
	Arsenic	1,50E-04		-	TCEQ (2012)
	Benzo(a)pyrène	6,00E-04		-	US-EPA (2017)
	Benzo(a)anthracène	1,10E-04		-	OEHHA (1999)
	Benzo(b)fluoranthène	1,10E-04		-	OEHHA (1999)
	Benzo(k)fluoranthène	1,10E-04		-	OEHHA (1999)
	Benzo(ghi)pérylène	1,10E-05		Cancérigène	INERIS (2003)
	Chrysène	1,10E-05		Cancérigène	OEHHA (2003)
Valeur guide (µg/m ³)	Dibenzo(a,h)anthracène	1,20E-03		-	OEHHA (1999)
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,10E-04		-	OEHHA (1999)
	Benzo(j)fluoranthène	1,10E-04		-	OEHHA (1999)
	NO ₂	40 (1 an)	200 (1 h)	-	OMS (2013)
	PM ₁₀	20 (1 an)	50 (24 h)	-	OMS (2013)
	PM _{2,5}	10 (1 an)	25 (24 h)	-	OMS (2013)

Tableau 26 : valeurs de comparaison pour l'exposition par inhalation

VI.4 Evaluation de l'exposition

VI.4.1) Sites exposés

Pour une étude de type II, le risque sanitaire lié à l'inhalation des polluants émis par le trafic routier est évalué au droit des sites vulnérables présents dans la bande d'étude. Néanmoins, afin de prendre en compte les recommandations de la MRAe visant à « confirmer les niveaux [...] de pollution atmosphérique auxquels seront exposés les habitants dans leurs logements, sur le site du projet et dans les logements au nord », le risque sanitaire est également évalué au niveau de la résidence étudiante (bâtiment est) et des logements familiaux (bâtiment ouest). Les sites identifiés sont donc les suivants :

- Ecole maternelle Denis Diderot
- Crèche du Luth
- EHPAD Repotel Gennevilliers
- Crèche Hector Berlioz
- Bâtiment ouest (façade la plus exposée)
- Bâtiment ouest (façade la moins exposée)
- Bâtiment est (façade la plus exposée)
- Bâtiment est (façade la moins exposée)

La figure suivante indique la localisation des sites retenus dans la bande d'étude :

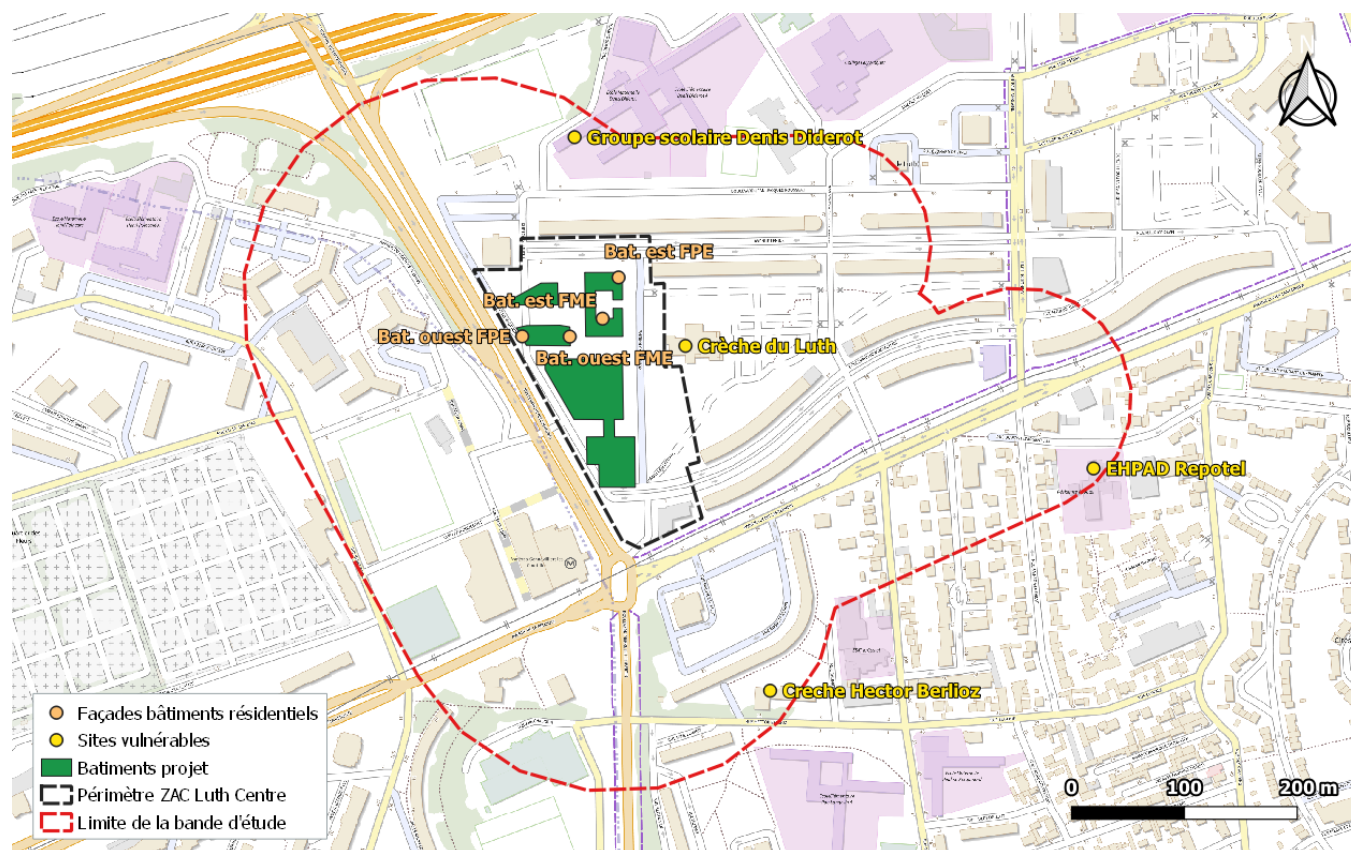


Figure 28 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude

VI.4.2) Voies d'exposition

L'exposition à la pollution atmosphérique peut se produire par inhalation, par ingestion (retombées de poussières ingérées par les jeunes enfants ou responsables de la contamination de la chaîne alimentaire) ou par contact cutané.

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019, seule la voie d'exposition par inhalation est traitée pour une étude de niveau II.

VI.4.3) Scénarios d'exposition chronique

D'après la démarche de l'évaluation des risques sanitaires, l'intensité de l'exposition par inhalation est estimée en concentration moyenne inhalée (CI) d'après la formule suivante :

$$CI = \sum (C_i t_i) \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- C_i , la concentration de polluant dans l'air inhalé correspondant à la concentration modélisée au droit de chaque site vulnérable ;
- t_i , la fraction du temps d'exposition pendant une journée (sans dimension) dépendant du scénario d'exposition ;
- F , la fréquence d'exposition à la concentration C_i en nombre de jours par an (sans dimension) dépendant du scénario d'exposition ;
- T , la durée d'exposition à la concentration C_i (année) dépendant du type d'effet ;
- T_m , la durée sur laquelle l'exposition est moyennée (années) dépendant du type d'effet.

Les durées T et T_m , dépendent du type d'effets :

- Pour des substances avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, par conséquent $T=T_m$
- Pour les effets sans seuil, la durée d'exposition T dépend du scénario étudié et la durée sur laquelle l'exposition est moyennée T_m est, par convention, égale à la vie entière soit 70 ans.

Pour caractériser l'exposition de la population, différents scénarios sont établis. Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019, un scénario pire cas (majorant) est étudié ainsi qu'un scénario réaliste, applicable au plus grand nombre d'individus. Les paramètres d'exposition sont différents selon les établissements considérés :

Type d'établissement	t_i	F	T	T_m
Majorant	1	1	70	70
Logement	0,67 (16h/jour) ¹⁴	1	16,7 ¹⁵	
Crèche ou lycée	0,3333 (8h/jour)	0,6923 (16 semaines de vacances)	3	
Maternelle			5	
Elémentaire			4	
Collège	1 (24h/jour)	1	3 ¹⁶	
Etablissement personnes âgées			70	
Etablissement de santé		0,0153 (séjour moyen de 5,6 par an) ¹⁷	70	

Tableau 27 : paramètres d'exposition

Les scénarios autres que le scénario majorant sont appelés scénarios « réalistes » dans la suite du rapport. Le tableau ci-dessous présente le calcul de la concentration moyenne inhalée CI après simplification selon les paramètres de chaque scénario :

Exposition	Effet	Scénario	Formule simplifiée
Chronique	A seuil	Majorant	$CI_{AS\ majo} = C_i$
		Réaliste	$CI_{AS\ réal} = C_i \times t_i \times F$
	Sans seuil	Majorant	$CI_{SS\ majo} = C_i$
		Réaliste	$CI_{SS\ réal} = C_i \times t_i \times F \times T/70$
Aigue	A seuil	Majorant	$CI_{AS\ aigu} = C_{max}$

Tableau 28 : calcul des concentrations d'exposition pour chaque scénario

¹⁴ Zeghnoun A, Dor F. Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, octobre 2010, 37 p.

¹⁵ Insee, février 2017. Les conditions de logement en France. Edition 2017.

¹⁶ DREES (2018). Etudes et résultats – L'EHPAD, dernier lieu de vie pour un quart des personnes décédées en France en 2015.

¹⁷ OCDE (2019). Panorama de la santé 2019 : Les indicateurs de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris.

VI.4.4) Concentrations moyennes annuelles

Le tableau ci-dessous présente les concentrations modélisées en moyenne annuelle au droit de chaque site vulnérable. Ces valeurs correspondent à la concentration chronique des substances à effet de seuil et sans seuil pour le scénario majorant selon la formule $CI_{As\ major} = Ci$ et $CI_{ss\ major} = Ci$.

Concentrations moyennes annuelles modélisées (µg/m³)								
Site vulnérable	Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NOx	2,516E+01	2,518E+01	2,550E+01	2,559E+01	2,519E+01	2,520E+01	2,554E+01	2,556E+01
PM10	1,901E+01	1,902E+01	1,905E+01	1,907E+01	1,902E+01	1,902E+01	1,906E+01	1,906E+01
PM2,5	1,002E+01	1,002E+01	1,005E+01	1,006E+01	1,002E+01	1,002E+01	1,005E+01	1,006E+01
Benzène	5,001E-01	5,001E-01	5,004E-01	5,005E-01	5,001E-01	5,002E-01	5,004E-01	5,004E-01
1,3 butadiène	2,006E-02	2,007E-02	2,017E-02	2,020E-02	2,008E-02	2,008E-02	2,021E-02	2,022E-02
Chrome VI	2,000E-03	2,000E-03	2,001E-03	2,001E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,001E-03	2,001E-03
Nickel	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03
Arsenic	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03
Anthracène	2,332E-06	2,600E-06	7,170E-06	8,203E-06	2,867E-06	2,940E-06	8,018E-06	8,258E-06
Benzo(a)anthracène	1,001E-06	1,118E-06	3,094E-06	3,550E-06	1,228E-06	1,261E-06	3,429E-06	3,536E-06
Benzo(a)pyrène	5,904E-07	6,605E-07	1,833E-06	2,107E-06	7,239E-07	7,446E-07	2,019E-06	2,084E-06
Benzo(b)fluoranthène	8,691E-07	9,627E-07	2,640E-06	2,998E-06	1,069E-06	1,093E-06	3,003E-06	3,082E-06
Benzo(k)fluoranthène	6,716E-07	7,401E-07	2,014E-06	2,272E-06	8,274E-07	8,440E-07	2,333E-06	2,390E-06
Benzo(ghi)peryène	1,426E-06	1,591E-06	4,445E-06	5,100E-06	1,744E-06	1,792E-06	4,861E-06	5,006E-06
Chrysène	1,843E-06	2,028E-06	5,531E-06	6,238E-06	2,268E-06	2,313E-06	6,394E-06	6,546E-06
Dibenzo(a,h)anthracène	1,059E-07	1,181E-07	3,264E-07	3,736E-07	1,303E-07	1,334E-07	3,639E-07	3,744E-07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	7,011E-07	7,832E-07	2,172E-06	2,492E-06	8,605E-07	8,833E-07	2,401E-06	2,474E-06
Benzo(j)fluoranthène	1,001E-03	1,001E-03	1,003E-03	1,003E-03	1,001E-03	1,001E-03	1,003E-03	1,003E-03

Concentrations moyennes annuelles modélisées (µg/m³)								
Site vulnérable	Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NOx	2,633E+01	2,655E+01	2,596E+01	2,611E+01	2,571E+01	2,584E+01	2,566E+01	2,575E+01
PM10	1,914E+01	1,917E+01	1,910E+01	1,912E+01	1,909E+01	1,911E+01	1,907E+01	1,908E+01
PM2,5	1,013E+01	1,016E+01	1,010E+01	1,011E+01	1,008E+01	1,009E+01	1,007E+01	1,008E+01
Benzène	5,010E-01	5,012E-01	5,008E-01	5,009E-01	5,006E-01	5,007E-01	5,005E-01	5,006E-01
1,3 butadiène	2,059E-02	2,065E-02	2,041E-02	2,045E-02	2,020E-02	2,024E-02	2,025E-02	2,028E-02
Chrome VI	2,003E-03	2,003E-03	2,002E-03	2,002E-03	2,001E-03	2,002E-03	2,001E-03	2,001E-03
Nickel	2,001E-03	2,001E-03	2,001E-03	2,001E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03	2,000E-03
Arsenic	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03
Anthracène	2,071E-05	2,348E-05	1,466E-05	1,653E-05	9,618E-06	1,117E-05	9,692E-06	1,083E-05
Benzo(a)anthracène	8,778E-06	9,994E-06	6,237E-06	7,058E-06	4,214E-06	4,893E-06	4,159E-06	4,658E-06
Benzo(a)pyrène	5,129E-06	5,855E-06	3,655E-06	4,145E-06	2,523E-06	2,929E-06	2,452E-06	2,750E-06
Benzo(b)fluoranthène	7,924E-06	8,865E-06	5,564E-06	6,206E-06	3,427E-06	3,990E-06	3,615E-06	4,014E-06
Benzo(k)fluoranthène	6,290E-06	6,966E-06	4,382E-06	4,846E-06	2,521E-06	2,939E-06	2,795E-06	3,088E-06
Benzo(ghi)peryène	1,226E-05	1,400E-05	8,766E-06	9,935E-06	6,189E-06	7,148E-06	5,921E-06	6,625E-06
Chrysène	1,722E-05	1,903E-05	1,200E-05	1,325E-05	6,952E-06	8,462E-06	7,669E-06	8,099E-06
Dibenzo(a,h)anthracène	9,354E-07	1,061E-06	6,631E-07	7,480E-07	4,406E-07	5,122E-07	4,400E-07	4,920E-07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,120E-06	6,972E-06	4,354E-06	4,930E-06	2,972E-06	3,449E-06	2,912E-06	3,262E-06
Benzo(j)fluoranthène	1,009E-03	1,010E-03	1,007E-03	1,007E-03	1,003E-03	1,004E-03	1,004E-03	1,004E-03

Tableau 29 : concentrations modélisées en moyenne annuelle / concentrations inhalées majorantes pour l'exposition à seuil et sans seuil

VI.4.5) Concentrations maximales

Pour évaluer les risques aigus, les concentrations sont modélisées en valeur maximale (les concentrations en NOx sont considérées comme égales aux concentrations en NO2 pour l'étude des risques sanitaires, ce qui constitue une hypothèse majorante). Ces valeurs correspondent à la concentration maximale en moyenne journalière pour les PM10/PM2,5 et à la concentration maximale en moyenne horaire pour le NO2 selon la formule $CI_{As\ aigu} = Cmax$.

Concentrations maximales annuelles modélisées (µg/m³) - Concentrations inhalées AIGUS								
Site vulnérable	Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2 (max horaire)	32,7	33,4	36,0	37,4	39,1	39,5	42,8	43,2
PM10 (max journalier)	19,1	19,2	19,2	19,3	19,2	19,2	19,4	19,4
PM2,5 (max journalier)	10,1	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,3	10,3

Concentrations maximales annuelles modélisées (µg/m³) - Concentrations inhalées AIGUS								
Site vulnérable	Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2 (max horaire)	52,9	53,8	50,7	51,1	35,0	35,3	38,5	39,4
PM10 (max journalier)	19,7	19,7	19,5	19,6	19,3	19,3	19,3	19,3
PM2,5 (max journalier)	10,6	10,6	10,4	10,5	10,2	10,3	10,3	10,3

Tableau 30 : concentrations modélisées en maxima / Concentrations inhalées pour l'exposition aiguë

VI.4.6) Concentrations inhalées pour les substances à seuil

Le tableau suivant présente les concentrations annuelles pour les substances à effet de seuil tenant compte des scénarios d'exposition réaliste selon la formule $CI_{As\text{ réel}} = Ci \times ti \times F$.

Concentrations inhalées A SEUIL (µg/m³)								
Site vulnérable	Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2	5,81E+00	5,81E+00	5,89E+00	5,91E+00	2,52E+01	2,52E+01	5,89E+00	5,90E+00
PM10	4,39E+00	4,39E+00	4,40E+00	4,40E+00	1,90E+01	1,90E+01	4,40E+00	4,40E+00
PM2,5	2,31E+00	2,31E+00	2,32E+00	2,32E+00	1,00E+01	1,00E+01	2,32E+00	2,32E+00
Benzène	1,15E-01	1,15E-01	1,15E-01	1,15E-01	5,00E-01	5,00E-01	1,15E-01	1,15E-01
1,3 butadiène	4,63E-03	4,63E-03	4,66E-03	4,66E-03	2,01E-02	2,01E-02	4,66E-03	4,67E-03
Chrome VI	4,62E-04	4,62E-04	4,62E-04	4,62E-04	2,00E-03	2,00E-03	4,62E-04	4,62E-04
Nickel	4,62E-04	4,62E-04	4,62E-04	4,62E-04	2,00E-03	2,00E-03	4,62E-04	4,62E-04
Arsenic	2,31E-04	2,31E-04	2,31E-04	2,31E-04	1,00E-03	1,00E-03	2,31E-04	2,31E-04
Anthracène	5,38E-07	6,00E-07	1,65E-06	1,89E-06	2,87E-06	2,94E-06	1,85E-06	1,91E-06
Benzo(a)anthracène	2,31E-07	2,58E-07	7,14E-07	8,19E-07	1,23E-06	1,26E-06	7,91E-07	8,16E-07
Benzo(a)pyrène	1,36E-07	1,52E-07	4,23E-07	4,86E-07	7,24E-07	7,45E-07	4,66E-07	4,81E-07
Benzo(b)fluoranthène	2,01E-07	2,22E-07	6,09E-07	6,92E-07	1,07E-06	1,09E-06	6,93E-07	7,11E-07
Benzo(k)fluoranthène	1,55E-07	1,71E-07	4,65E-07	5,24E-07	8,27E-07	8,44E-07	5,38E-07	5,52E-07
Benzo(ghi)peryène	3,29E-07	3,67E-07	1,03E-06	1,18E-06	1,74E-06	1,79E-06	1,12E-06	1,16E-06
Chrysène	4,25E-07	4,68E-07	1,28E-06	1,44E-06	2,27E-06	2,31E-06	1,48E-06	1,51E-06
Dibenzo(a,h)anthracène	2,44E-08	2,73E-08	7,53E-08	8,62E-08	1,30E-07	1,33E-07	8,40E-08	8,64E-08
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,62E-07	1,81E-07	5,01E-07	5,75E-07	8,60E-07	8,83E-07	5,54E-07	5,71E-07
Benzo(j)fluoranthène	2,31E-04	2,31E-04	2,31E-04	2,32E-04	1,00E-03	1,00E-03	2,32E-04	2,32E-04

Concentrations inhalées A SEUIL (µg/m³)								
Site vulnérable	Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2	1,76E+01	1,77E+01	1,73E+01	1,74E+01	1,71E+01	1,72E+01	1,71E+01	1,72E+01
PM10	1,28E+01	1,28E+01	1,27E+01	1,27E+01	1,27E+01	1,27E+01	1,27E+01	1,27E+01
PM2,5	6,75E+00	6,77E+00	6,73E+00	6,74E+00	6,72E+00	6,73E+00	6,71E+00	6,72E+00
Benzène	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01
1,3 butadiène	1,37E-02	1,38E-02	1,36E-02	1,36E-02	1,35E-02	1,35E-02	1,35E-02	1,35E-02
Chrome VI	1,34E-03	1,34E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03
Nickel	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03	1,33E-03
Arsenic	6,67E-04	6,67E-04	6,67E-04	6,67E-04	6,67E-04	6,67E-04	6,67E-04	6,67E-04
Anthracène	1,38E-05	1,57E-05	9,77E-06	1,10E-05	6,41E-06	7,45E-06	6,46E-06	7,22E-06
Benzo(a)anthracène	5,85E-06	6,66E-06	4,16E-06	4,71E-06	2,81E-06	3,26E-06	2,77E-06	3,11E-06
Benzo(a)pyrène	3,42E-06	3,90E-06	2,44E-06	2,76E-06	1,68E-06	1,95E-06	1,63E-06	1,83E-06
Benzo(b)fluoranthène	5,28E-06	5,91E-06	3,71E-06	4,14E-06	2,28E-06	2,66E-06	2,41E-06	2,68E-06
Benzo(k)fluoranthène	4,19E-06	4,64E-06	2,92E-06	3,23E-06	1,68E-06	1,96E-06	1,86E-06	2,06E-06
Benzo(ghi)peryène	8,18E-06	9,34E-06	5,84E-06	6,62E-06	4,13E-06	4,77E-06	3,95E-06	4,42E-06
Chrysène	1,15E-05	1,27E-05	8,00E-06	8,84E-06	4,63E-06	5,64E-06	5,11E-06	5,40E-06
Dibenzo(a,h)anthracène	6,24E-07	7,07E-07	4,42E-07	4,99E-07	2,94E-07	3,41E-07	2,93E-07	3,28E-07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	4,08E-06	4,65E-06	2,90E-06	3,29E-06	1,98E-06	2,30E-06	1,94E-06	2,17E-06
Benzo(j)fluoranthène	6,73E-04	6,74E-04	6,71E-04	6,71E-04	6,69E-04	6,69E-04	6,69E-04	6,70E-04

Tableau 31 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition à seuil

VI.4.7) Concentrations inhalées pour les substances sans seuil

Le tableau suivant présente les concentrations annuelles pour les substances à effet sans seuil tenant compte des scénarios d'exposition réaliste selon la formule $CI_{ss\text{ réel}} = Ci \times ti \times F \times T/70$.

Concentrations inhalées SANS SEUIL (µg/m³)								
Site vulnérable	Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2	2,49E-01	2,49E-01	2,52E-01	2,53E-01	1,08E+00	1,08E+00	2,53E-01	2,53E-01
PM10	1,88E-01	1,88E-01	1,88E-01	1,89E-01	8,15E-01	8,15E-01	1,89E-01	1,89E-01
PM2,5	9,91E-02	9,91E-02	9,94E-02	9,95E-02	4,29E-01	4,29E-01	9,94E-02	9,95E-02
Benzène	4,95E-03	4,95E-03	4,95E-03	4,95E-03	2,14E-02	2,14E-02	4,95E-03	4,95E-03
1,3 butadiène	1,98E-04	1,98E-04	2,00E-04	2,00E-04	8,60E-04	8,60E-04	2,00E-04	2,00E-04
Chrome VI	1,98E-05	1,98E-05	1,98E-05	1,98E-05	8,57E-05	8,57E-05	1,98E-05	1,98E-05
Nickel	1,98E-05	1,98E-05	1,98E-05	1,98E-05	8,57E-05	8,57E-05	1,98E-05	1,98E-05
Arsenic	9,89E-06	9,89E-06	9,89E-06	9,89E-06	4,29E-05	4,29E-05	9,89E-06	9,89E-06
Anthracène	2,31E-08	2,57E-08	7,09E-08	8,11E-08	1,23E-07	1,26E-07	7,93E-08	8,17E-08
Benzo(a)anthracène	9,90E-09	1,11E-08	3,06E-08	3,51E-08	5,26E-08	5,40E-08	3,39E-08	3,50E-08
Benzo(a)pyrène	5,84E-09	6,53E-09	1,81E-08	2,08E-08	3,10E-08	3,19E-08	2,00E-08	2,06E-08
Benzo(b)fluoranthène	8,60E-09	9,52E-09	2,61E-08	2,97E-08	4,58E-08	4,68E-08	2,97E-08	3,05E-08
Benzo(k)fluoranthène	6,64E-09	7,32E-09	1,99E-08	2,25E-08	3,55E-08	3,62E-08	2,31E-08	2,36E-08
Benzo(ghi)peryène	1,41E-08	1,57E-08	4,40E-08	5,04E-08	7,48E-08	7,68E-08	4,81E-08	4,95E-08
Chrysène	1,82E-08	2,01E-08	5,47E-08	6,17E-08	9,72E-08	9,91E-08	6,32E-08	6,47E-08
Dibenzo(a,h)anthracène	1,05E-09	1,17E-09	3,23E-09	3,70E-09	5,58E-09	5,72E-09	3,60E-09	3,70E-09
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,93E-09	7,75E-09	2,15E-08	2,46E-08	3,69E-08	3,79E-08	2,37E-08	2,45E-08
Benzo(j)fluoranthène	9,90E-06	9,90E-06	9,92E-06	9,92E-06	4,29E-05	4,29E-05	9,92E-06	9,92E-06

Concentrations inhalées SANS SEUIL (µg/m³)								
Site vulnérable	Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2	4,19E+00	4,22E+00	4,13E+00	4,15E+00	1,22E+00	1,23E+00	1,22E+00	1,23E+00
PM10	3,04E+00	3,05E+00	3,04E+00	3,04E+00	9,09E-01	9,10E-01	9,08E-01	9,09E-01
PM2,5	1,61E+00	1,62E+00	1,61E+00	1,61E+00	4,80E-01	4,81E-01	4,79E-01	4,80E-01
Benzène	7,97E-02	7,97E-02	7,96E-02	7,97E-02	2,38E-02	2,38E-02	2,38E-02	2,38E-02
1,3 butadiène	3,28E-03	3,28E-03	3,25E-03	3,25E-03	9,62E-04	9,64E-04	9,64E-04	9,66E-04
Chrome VI	3,18E-04	3,19E-04	3,18E-04	3,18E-04	9,53E-05	9,53E-05	9,53E-05	9,53E-05
Nickel	3,18E-04	3,18E-04	3,18E-04	3,18E-04	9,53E-05	9,53E-05	9,53E-05	9,53E-05
Arsenic	1,59E-04	1,59E-04	1,59E-04	1,59E-04	4,76E-05	4,76E-05	4,76E-05	4,76E-05
Anthracène	3,29E-06	3,73E-06	2,33E-06	2,63E-06	4,58E-07	5,32E-07	4,62E-07	5,16E-07
Benzo(a)anthracène	1,40E-06	1,59E-06	9,92E-07	1,12E-06	2,01E-07	2,33E-07	1,98E-07	2,22E-07
Benzo(a)pyrène	8,16E-07	9,31E-07	5,81E-07	6,59E-07	1,20E-07	1,39E-07	1,17E-07	1,31E-07
Benzo(b)fluoranthène	1,26E-06	1,41E-06	8,85E-07	9,87E-07	1,63E-07	1,90E-07	1,72E-07	1,91E-07
Benzo(k)fluoranthène	1,00E-06	1,11E-06	6,97E-07	7,71E-07	1,20E-07	1,40E-07	1,33E-07	1,47E-07
Benzo(ghi)peryène	1,95E-06	2,23E-06	1,39E-06	1,58E-06	2,95E-07	3,40E-07	2,82E-07	3,15E-07
Chrysène	2,74E-06	3,03E-06	1,91E-06	2,11E-06	3,31E-07	4,03E-07	3,65E-07	3,86E-07
Dibenzo(a,h)anthracène	1,49E-07	1,69E-07	1,05E-07	1,19E-07	2,10E-08	2,44E-08	2,10E-08	2,34E-08
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	9,73E-07	1,11E-06	6,93E-07	7,84E-07	1,42E-07	1,64E-07	1,39E-07	1,55E-07
Benzo(j)fluoranthène	1,61E-04	1,61E-04	1,60E-04	1,60E-04	4,78E-05	4,78E-05	4,78E-05	4,78E-05

Tableau 32 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition sans seuil

VI.5 Caractérisation du risque

VI.5.1) Principe

La caractérisation du risque est basée sur le calcul d'indices pour chaque exposition, chaque substance et chaque scénario. Ces indices permettent d'estimer l'acceptabilité ou non du risque par comparaison à des valeurs seuils. Ils sont différents dans le cas d'effets à seuil et d'effets sans seuil :

- o Pour les substances avec effets à seuil : détermination d'un quotient de danger (QD), correspondant au ratio entre le niveau d'exposition et la valeur toxicologique de référence soit $QD = CI_{AS} / VTR$. Le résultat est comparé pour chaque organe cible à la valeur seuil de 1.
- o Pour les substances avec effets sans seuils : détermination d'un excès de risque individuel (ERI), correspondant à la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés pour chaque scénario, soit $ERI = CI_{SS} \times ERU$. Le résultat est sommé pour chaque polluant et comparé à la valeur seuil de 1.10^{-5} .
- o Pour les substances ne disposant pas de VTR : comparaison directe aux valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour le risque chronique (moyenne annuelle) et aigu (moyenne journalière ou horaire selon les polluants).

Type de substance	Effets à seuil	Effets sans seuil	Effets sans VTR
Indicateur de risque	$QD = CI_{AS} / VTR$	$ERI = CI_{SS} \times VTR$	Moyenne annuelle PM ₁₀ , PM _{2.5} et NO ₂ Moyenne journalière maximale PM ₁₀ , PM _{2.5} Moyenne horaire maximale NO ₂
Caractérisation du risque	QD par organe	Somme des ERI	Comparaison directe
Valeur seuil	1	10 ⁻⁵	Valeurs OMS

Tableau 33 : calcul des indices de risque

VI.5.2) Etude du risque chronique lié aux substances à effet à seuil

Les substances ont été regroupées selon les effets qu'elles provoquent sur des organes cibles, la somme des QD peut être réalisée lorsque les substances ont le même système cible.

QD risque chronique MAJORANT									
Site vulnérable		Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	1,00E-02	1,00E-02	1,01E-02	1,01E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,01E-02	1,01E-02
Cerveau	Arsenic	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02
Fœtus	Benzo(a)pyrène	2,95E-04	3,30E-04	9,16E-04	1,05E-03	3,62E-04	3,72E-04	1,01E-03	1,04E-03
Respiratoire	Chrome VI	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02
	Nickel	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03
	Total	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02

QD risque chronique MAJORANT									
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	5,01E-02	5,01E-02	5,01E-02	5,01E-02	5,01E-02	5,01E-02	5,01E-02	5,01E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	1,03E-02	1,03E-02	1,02E-02	1,02E-02	1,01E-02	1,01E-02	1,01E-02	1,01E-02
Cerveau	Arsenic	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02
Fœtus	Benzo(a)pyrène	2,56E-03	2,93E-03	1,83E-03	2,07E-03	1,26E-03	1,46E-03	1,23E-03	1,38E-03
Respiratoire	Chrome VI	6,68E-02	6,68E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02	6,67E-02
	Nickel	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03	8,70E-03
	Total	7,55E-02	7,55E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02	7,54E-02

Tableau 34 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant

QD risque chronique REALISTE									
Site vulnérable		Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	1,15E-02	1,15E-02	1,15E-02	1,15E-02	5,00E-02	5,00E-02	1,15E-02	1,15E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	2,31E-03	2,32E-03	2,33E-03	2,33E-03	1,00E-02	1,00E-02	2,33E-03	2,33E-03
Cerveau	Arsenic	1,54E-02	1,54E-02	1,54E-02	1,54E-02	6,67E-02	6,67E-02	1,54E-02	1,54E-02
Fœtus	Benzo(a)pyrène	6,81E-05	7,62E-05	2,11E-04	2,43E-04	3,62E-04	3,72E-04	2,33E-04	2,40E-04
Respiratoire	Chrome VI	1,54E-02	1,54E-02	1,54E-02	1,54E-02	6,67E-02	6,67E-02	1,54E-02	1,54E-02
	Nickel	2,01E-03	2,01E-03	2,01E-03	2,01E-03	8,70E-03	8,70E-03	2,01E-03	2,01E-03
	Total	1,74E-02	1,74E-02	1,74E-02	1,74E-02	7,54E-02	7,54E-02	1,74E-02	1,74E-02
Delta projet		0,02 %		0,08 %		0,01 %		0,02 %	

QD risque chronique REALISTE									
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	3,34E-02	3,34E-02	3,34E-02	3,34E-02	3,34E-02	3,34E-02	3,34E-02	3,34E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	6,86E-03	6,88E-03	6,80E-03	6,82E-03	6,73E-03	6,75E-03	6,75E-03	6,76E-03
Cerveau	Arsenic	4,44E-02	4,44E-02	4,44E-02	4,44E-02	4,44E-02	4,44E-02	4,44E-02	4,44E-02
Fœtus	Benzo(a)pyrène	1,71E-03	1,95E-03	1,22E-02	1,38E-03	8,41E-04	9,76E-04	8,17E-04	9,17E-04
Respiratoire	Chrome VI	4,45E-02	4,45E-02	4,45E-02	4,45E-02	4,45E-02	4,45E-02	4,45E-02	4,45E-02
	Nickel	5,80E-03	5,80E-03	5,80E-03	5,80E-03	5,80E-03	5,80E-03	5,80E-03	5,80E-03
	Total	5,03E-02	5,03E-02	5,03E-02	5,03E-02	5,03E-02	5,03E-02	5,03E-02	5,03E-02
Delta projet		0,21 %		0,14 %		0,12 %		0,09 %	

Tableau 35 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste

Le projet entraîne une augmentation très faible de la somme des QD sur les sites vulnérables exposés (de 0,01 à 0,08 %). Cette augmentation est un peu plus élevée au niveau de la résidence étudiante et des logements (de 0,09 % à 0,12 %) en lien avec leur proximité plus importante aux axes routiers. Tous les quotients de danger restent très inférieurs à la valeur de 1, indiquant **l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil**.

VI.5.3) Etude du risque chronique lié aux substances à effets sans seuil

ERI risque chronique MAJORANT									
Site vulnérable		Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémato-poïétique	Benzène	1,92E+04	1,92E+04	1,92E+04	1,92E+04	1,92E+04	1,92E+04	1,92E+04	1,92E+04
Système respiratoire	Chrome VI	3,33E-01	3,33E-01	3,33E-01	3,34E-01	3,33E-01	3,33E-01	3,34E-01	3,34E-01
	Nickel	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01
	Arsenic	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00
Global	Benzo(a)anthracène	9,10E-03	1,02E-02	2,81E-02	3,23E-02	1,12E-02	1,15E-02	3,12E-02	3,21E-02
	Benzo(b)fluoranthène	7,90E-03	8,75E-03	2,40E-02	2,73E-02	9,72E-03	9,93E-03	2,73E-02	2,80E-02
	Benzo(k)fluoranthène	6,11E-03	6,73E-03	1,83E-02	2,07E-02	7,52E-03	7,67E-03	2,12E-02	2,17E-02
	Benzo(ghi)pérylène	1,30E-01	1,45E-01	4,04E-01	4,64E-01	1,59E-01	1,63E-01	4,42E-01	4,55E-01
	Benzo(a)pyrène	9,84E-04	1,10E-03	3,05E-03	3,51E-03	1,21E-03	1,24E-03	3,37E-03	3,47E-03
	Chrysène	1,68E-01	1,84E-01	5,03E-01	5,67E-01	2,06E-01	2,10E-01	5,81E-01	5,95E-01
	Dibenzo(a,h)anthracène	8,83E-05	9,84E-05	2,72E-04	3,11E-04	1,09E-04	1,11E-04	3,03E-04	3,12E-04
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	5,84E-04	6,53E-04	1,81E-03	2,08E-03	7,17E-04	7,36E-04	2,00E-03	2,06E-03
	Benzo(j)fluoranthène	9,10E+00	9,10E+00	9,12E+00	9,12E+00	9,10E+00	9,10E+00	9,12E+00	9,12E+00
	Total		1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04

ERI risque chronique MAJORANT									
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémato-poïétique	Benzène	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04
Système respiratoire	Chrome VI	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01	3,34E-01
	Nickel	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01	1,18E+01
	Arsenic	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00	6,67E+00
Global	Benzo(a)anthracène	7,98E-02	9,09E-02	5,67E-02	6,42E-02	3,83E-02	4,45E-02	3,78E-02	4,23E-02
	Benzo(b)fluoranthène	7,20E-02	8,06E-02	5,06E-02	5,64E-02	3,12E-02	3,63E-02	3,29E-02	3,65E-02
	Benzo(k)fluoranthène	5,72E-02	6,33E-02	3,98E-02	4,41E-02	2,29E-02	2,67E-02	2,54E-02	2,81E-02
	Benzo(ghi)pérylène	1,11E+00	1,27E+00	7,97E-01	9,03E-01	5,63E-01	6,50E-01	5,38E-01	6,02E-01
	Benzo(a)pyrène	8,55E-03	9,76E-03	6,09E-03	6,91E-03	4,20E-03	4,88E-03	4,09E-03	4,58E-03
	Chrysène	1,57E+00	1,73E+00	1,09E+00	1,20E+00	6,32E-01	7,69E-01	6,97E-01	7,36E-01
	Dibenzo(a,h)anthracène	7,79E-04	8,84E-04	5,53E-04	6,23E-04	3,67E-04	4,27E-04	3,67E-04	4,10E-04
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	5,10E-03	5,81E-03	3,63E-03	4,11E-03	2,48E-03	2,87E-03	2,43E-03	2,72E-03
	Benzo(j)fluoranthène	9,18E+00	9,19E+00	9,15E+00	9,16E+00	9,12E+00	9,13E+00	9,13E+00	9,13E+00
	Total		1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04	1,93E+04

Tableau 36 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant

ERI risque chronique REALISTE									
Site vulnérable		Ecole maternelle Denis Diderot		Crèche du Luth		EHPAD Repotel Gennevilliers		Crèche Hector Berlioz	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémato-poïétique	Benzène	1,29E-07	1,29E-07	1,29E-07	1,29E-07	5,57E-07	5,57E-07	1,29E-07	1,29E-07
Système respiratoire	Chrome VI	1,19E-07	1,19E-07	1,19E-07	1,19E-07	5,14E-07	5,14E-07	1,19E-07	1,19E-07
	Nickel	3,36E-09	3,36E-09	3,36E-09	3,36E-09	1,46E-08	1,46E-08	3,36E-09	3,36E-09
	Arsenic	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	1,48E-09	6,43E-09	6,43E-09	1,48E-09	1,48E-09
Global	Benzo(a)anthracène	1,09E-12	1,22E-12	3,37E-12	3,86E-12	5,79E-12	5,94E-12	3,73E-12	3,85E-12
	Benzo(b)fluoranthène	9,46E-13	1,05E-12	2,87E-12	3,26E-12	5,04E-12	5,15E-12	3,27E-12	3,35E-12
	Benzo(k)fluoranthène	7,31E-13	8,05E-13	2,19E-12	2,47E-12	3,90E-12	3,98E-12	2,54E-12	2,60E-12
	Benzo(ghi)pérylène	1,55E-13	1,73E-13	4,84E-13	5,55E-13	8,22E-13	8,45E-13	5,29E-13	5,45E-13
	Benzo(a)pyrène	3,50E-12	3,92E-12	1,09E-11	1,25E-11	1,86E-11	1,91E-11	1,20E-11	1,24E-11
	Chrysène	2,00E-13	2,21E-13	6,02E-13	6,79E-13	1,07E-12	1,09E-12	6,96E-13	7,12E-13
	Dibenzo(a,h)anthracène	1,26E-12	1,40E-12	3,87E-12	4,43E-12	6,70E-12	6,86E-12	4,32E-12	4,44E-12
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	8,32E-12	9,30E-12	2,58E-11	2,96E-11	4,43E-11	4,54E-11	2,85E-11	2,94E-11
	Benzo(j)fluoranthène	1,09E-09	1,09E-09	1,09E-09	1,09E-09	4,72E-09	4,72E-09	1,09E-09	1,09E-09
	Total		2,53E-07	2,53E-07	2,53E-07	2,53E-07	1,10E-06	1,10E-06	2,53E-07
Delta projet		0,004 %		0,015 %		0,001 %		0,003 %	

ERI risque chronique REALISTE									
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémato-poïétique	Benzène	2,07E-06	2,07E-06	2,07E-06	2,07E-06	6,20E-07	6,20E-07	6,20E-07	6,20E-07
Système respiratoire	Chrome VI	1,91E-06	1,91E-06	1,91E-06	1,91E-06	5,72E-07	5,72E-07	5,72E-07	5,72E-07
	Nickel	5,41E-08	5,41E-08	5,41E-08	5,41E-08	1,62E-08	1,62E-08	1,62E-08	1,62E-08
	Arsenic	2,39E-08	2,39E-08	2,39E-08	2,39E-08	7,14E-09	7,14E-09	7,14E-09	7,14E-09
Global	Benzo(a)anthracène	1,54E-10	1,75E-10	1,09E-10	1,23E-10	2,21E-11	2,56E-11	2,18E-11	2,44E-11
	Benzo(b)fluoranthène	1,39E-10	1,55E-10	9,73E-11	1,09E-10	1,80E-11	2,09E-11	1,89E-11	2,10E-11
	Benzo(k)fluoranthène	1,10E-10	1,22E-10	7,67E-11	8,48E-11	1,32E-11	1,54E-11	1,46E-11	1,62E-11
	Benzo(ghi)pérylène	2,15E-11	2,45E-11	1,53E-11	1,74E-11	3,24E-12	3,74E-12	3,10E-12	3,47E-12
	Benzo(a)pyrène	4,89E-10	5,59E-10	3,49E-10	3,96E-10	7,21E-11	8,37E-11	7,01E-11	7,86E-11
	Chrysène	3,01E-11	3,33E-11	2,10E-11	2,32E-11	3,64E-12	4,43E-12	4,02E-12	4,24E-12
	Dibenzo(a,h)anthracène	1,79E-10	2,02E-10	1,27E-10	1,43E-10	2,52E-11	2,93E-11	2,51E-11	2,81E-11
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,17E-09	1,33E-09	8,31E-10	9,41E-10	1,70E-10	1,97E-10	1,66E-10	1,86E-10
	Benzo(j)fluoranthène	1,77E-08	1,77E-08	1,76E-08	1,76E-08	5,26E-09	5,26E-09	5,26E-09	5,26E-09
	Total		4,08E-06	4,08E-06	4,08E-06	4,08E-06	1,22E-06	1,22E-06	1,22E-06
Delta projet		0,036 %		0,024 %		0,020 %		0,015 %	

Tableau 37 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste

Le projet entraîne une augmentation de 0,001 à 0,015 % selon les sites vulnérables considérés, et de 0,015 à 0,036 % au niveau des bâtiments résidentiels.

Bien que la valeur seuil de l'ERI (10⁻⁵) soit dépassée sur chaque site pour le scénario majorant, celle-ci est respectée pour le scénario réaliste, indiquant **un risque sanitaire acceptable pour les substances à effet sans seuil**.

VI.5.4) Etude du risque chronique lié aux substances sans VTR

Conformément à la note technique du 22/02/2019, les effets sur la santé du NO₂, des PM₁₀ et des PM_{2.5} sont évalués par la comparaison des concentrations inhalées en moyenne annuelle aux valeurs guides de l'OMS et aux valeurs réglementaires françaises. Les tableaux ci-dessous présentent cette comparaison pour les concentrations moyennes annuelles modélisées avec une hypothèse d'exposition continue (**CIAs/ss majo**).

NB : entre la première version de ce rapport et les compléments demandés par la MRAe, l'OMS a effectué une révision de ses valeurs guides. Les tableaux suivants présentent donc la comparaison à chaque version des valeurs (2005 et 2021).

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition chronique											
Site vulnérable		Denis Diderot		Crèche Luth		EHPAD Repotel		Hector Berlioz		Valeur guide OMS 2005 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Chronique majorant	NO ₂	2,52E+01	2,52E+01	2,55E+01	2,56E+01	2,52E+01	2,52E+01	2,55E+01	2,56E+01	40 (1 an)	40 (1 an)
	PM ₁₀	1,90E+01	1,90E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,90E+01	1,90E+01	1,91E+01	1,91E+01	20 (1 an)	40 (1 an)
	PM _{2.5}	1,00E+01	1,00E+01	1,01E+01	1,01E+01	1,00E+01	1,00E+01	1,01E+01	1,01E+01	10 (1 an)	25 (1 an)

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition chronique											
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée		Valeur guide OMS 2005 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Chronique majorant	NO ₂	2,63E+01	2,65E+01	2,60E+01	2,61E+01	2,57E+01	2,58E+01	2,57E+01	2,58E+01	40 (1 an)	40 (1 an)
	PM ₁₀	1,91E+01	1,92E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01	20 (1 an)	40 (1 an)
	PM _{2.5}	1,01E+01	1,02E+01	1,01E+01	1,01E+01	1,01E+01	1,01E+01	1,01E+01	1,01E+01	10 (1 an)	25 (1 an)

Tableau 38 : comparaison des concentrations aux valeurs guides chroniques (OMS 2005) – scénario majorant

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition chronique											
Site vulnérable		Denis Diderot		Crèche Luth		EHPAD Repotel		Hector Berlioz		Valeur guide OMS 2021 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Chronique majorant	NO ₂	2,52E+01	2,52E+01	2,55E+01	2,56E+01	2,52E+01	2,52E+01	2,55E+01	2,56E+01	10 (1 an)	40 (1 an)
	PM ₁₀	1,90E+01	1,90E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,90E+01	1,90E+01	1,91E+01	1,91E+01	15 (1 an)	40 (1 an)
	PM _{2.5}	1,00E+01	1,00E+01	1,01E+01	1,01E+01	1,00E+01	1,00E+01	1,01E+01	1,01E+01	5 (1 an)	25 (1 an)

Tableau 39 : comparaison des concentrations aux valeurs guides chroniques (OMS 2021) – scénario majorant

Le projet entraîne une augmentation de 0,01 à 0,21 % de la somme des concentrations des trois substances considérées au niveau des sites vulnérables, et une augmentation de 0,21 % à 0,49 % au niveau des deux bâtiments résidentiels.

Malgré l'absence de dépassement des valeurs guides 2005 pour le NO₂ et les PM₁₀, la révision des seuils entraîne **un dépassement des valeurs guides 2021 pour tous les polluants considérés en risque chronique**. Ces dépassements sont liés aux bruits de fond considérés (NO₂ : 25 µg/m³ ; PM₁₀ : 19 µg/m³ ; PM_{2.5} : 10 µg/m³) qui dépassent à eux seuls les valeurs guides (avec ou sans projet)¹⁸.

En revanche, **aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est observé pour le risque chronique**.

VI.5.5) Etude du risque aigu lié aux substances sans VTR

Les risques aigus sont évalués par la comparaison des concentrations maximales **CIAs aigu** (en moyenne journalière pour les particules et en moyenne horaire pour le NO₂) aux valeurs guides.

NB : les seuils d'exposition aigu ont également été révisés par l'OMS aussi les deux versions sont présentées dans les tableaux suivants.

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition aiguë											
Site vulnérable		Denis Diderot		Crèche Luth		EHPAD Repotel		Hector Berlioz		Valeur guide OMS 2005 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Aigu	NO ₂	3,27E+01	3,34E+01	3,60E+01	3,74E+01	3,91E+01	3,95E+01	4,28E+01	4,32E+01	200 (1 h)	200 (1 h)
	PM ₁₀	1,91E+01	1,92E+01	1,92E+01	1,93E+01	1,92E+01	1,92E+01	1,94E+01	1,94E+01	50 (24 h)	50 (24 h)
	PM _{2.5}	1,01E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,03E+01	1,03E+01	25 (24 h)	-

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition aiguë											
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée		Valeur guide OMS 2005 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Aigu	NO ₂	5,29E+01	5,38E+01	5,07E+01	5,11E+01	3,50E+01	3,53E+01	3,85E+01	3,94E+01	200 (1 h)	200 (1 h)
	PM ₁₀	1,97E+01	1,97E+01	1,95E+01	1,96E+01	1,93E+01	1,93E+01	1,93E+01	1,93E+01	50 (24 h)	50 (24 h)
	PM _{2.5}	1,06E+01	1,06E+01	1,04E+01	1,05E+01	1,02E+01	1,03E+01	1,03E+01	1,03E+01	25 (24 h)	-

Tableau 40 : comparaison des concentrations aux valeurs guides aigus (OMS 2005)

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition aiguë											
Site vulnérable		Denis Diderot		Crèche Luth		EHPAD Repotel		Hector Berlioz		Valeur guide OMS 2021 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Aigu	NO ₂	3,27E+01	3,34E+01	3,60E+01	3,74E+01	3,91E+01	3,95E+01	4,28E+01	4,32E+01	25 (1 h)	200 (1 h)
	PM ₁₀	1,91E+01	1,92E+01	1,92E+01	1,93E+01	1,92E+01	1,92E+01	1,94E+01	1,94E+01	45 (24 h)	50 (24 h)
	PM _{2.5}	1,01E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,02E+01	1,03E+01	1,03E+01	15 (24 h)	-

Comparaison aux valeurs guides pour les substances sans VTR – Exposition aiguë											
Site vulnérable		Bâtiment ouest Façade + exposée		Bâtiment ouest Façade - exposée		Bâtiment est Façade + exposée		Bâtiment est Façade - exposée		Valeur guide OMS 2021 (µg/m ³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m ³)
Risque	Scénario	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec		
Aigu	NO ₂	5,29E+01	5,38E+01	5,07E+01	5,11E+01	3,50E+01	3,53E+01	3,85E+01	3,94E+01	25 (1 h)	200 (1 h)
	PM ₁₀	1,97E+01	1,97E+01	1,95E+01	1,96E+01	1,93E+01	1,93E+01	1,93E+01	1,93E+01	45 (24 h)	50 (24 h)
	PM _{2.5}	1,06E+01	1,06E+01	1,04E+01	1,05E+01	1,02E+01	1,03E+01	1,03E+01	1,03E+01	15 (24 h)	-

Tableau 41 : comparaison des concentrations aux valeurs guides aigus (OMS 2021)

Le projet entraîne une augmentation de 0,6 à 1,2 % de la somme des concentrations des trois substances considérées au niveau des sites vulnérables, et une augmentation de 1,2 % à 1,3 % au niveau des deux bâtiments résidentiels.

Malgré l'absence de dépassement des valeurs guides 2005, la révision des seuils entraîne **un dépassement de la valeur guide 2021 pour l'exposition aiguë au NO₂ en risque chronique**. Ce dépassement est lié au bruit de fond considéré (25 µg/m³) qui dépassent à lui seul la valeur guide (avec ou sans projet)

En revanche, **aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est observé pour le risque aigu**.

¹⁸ Quel que soit le projet, un dépassement systématique des nouvelles valeurs OMS peut être attendu en zone urbanisée : d'après les données Airparif, la moyenne des concentrations au niveau des stations de fond urbain en Ile-de-France pour l'année 2019 est de 28,3 µg/m³ pour le NO₂, 19,2 µg/m³ pour les PM₁₀ et 11,8 µg/m³ pour les PM_{2.5}.

VI.6 Incertitudes

VI.6.1) Identification des dangers

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

VI.6.2) Relation dose-réponse

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

VI.6.3) Estimation de l'exposition

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

Une autre incertitude est liée aux concentrations modélisées (incertitude du modèle) et aux concentrations de fond sélectionnées (incertitude de la mesure ou des sources bibliographiques). Une hypothèse majorante est prise lors de cette phase en estimant que la concentration en NO₂ est égale à celle des NO_x.

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

VI.6.4) Caractérisation du risque

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

VII. MESURES D'EVITEMENT DE REDUCTION OU DE COMPENSATION

VII.1 Généralités

VII.1.1) En phase programmation/conception de projet

La pollution atmosphérique émise par le trafic routier est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Plusieurs types d'actions ont été envisagées pour limiter la pollution à proximité d'une voie donnée : haies végétales, murs anti-bruit, revêtements photocatalytiques... Cependant le retour d'expérience sur leur mise en œuvre¹⁹ n'indique pas d'effets certains ou systématiques sur la qualité de l'air au niveau des populations exposées, c'est pourquoi ce type d'aménagement seul ne peut être recommandé comme moyen efficace de lutte contre la pollution atmosphérique. Afin de réduire globalement l'exposition des populations, différentes mesures de précaution et de prévention peuvent toutefois être préconisées.

Agir sur les émissions à la source :

- Dans le secteur des transports : les émissions polluantes peuvent être réduites par une modification des conditions de circulation (limiter les vitesses dans la zone du projet, favoriser les modes de circulation apaisée, modes actifs...). Des circuits de mobilité douce ou des aménagements valorisant les transports publics (implantation de stations de transports en commun, parking covoiturage, voies dédiées aux bus) pourront ainsi être intégrés dans la conception du projet afin que celui-ci s'inscrive pleinement en cohérence avec les différents plans de prévention de la pollution atmosphérique, notamment avec les cibles du PDU.
- Dans le secteur résidentiel : les émissions polluantes peuvent être réduites indirectement par une isolation thermique efficace des bâtiments. Des propositions de remplacement ou de rénovation des systèmes de chauffage anciens peu performants ou des unités de production peuvent également être intégrés dans le cas d'un projet de rénovation urbaine.

Réduire l'exposition des populations et éviter les situations à risques :

- Prévoir un éloignement des bâtiments accueillant des populations vulnérables, les espaces publics fréquentés par des enfants ou à forte densité de population, par rapport aux axes routiers où le trafic est le plus important (mise en place d'une zone « tampon »).
- Etablir une disposition stratégique du bâti permettant un éloignement par rapport aux axes routiers par un espace végétalisé (obstacles horizontaux) ou une occlusivité (obstacles verticaux), particulièrement pour les sites accueillant les populations plus sensibles, concevoir des formes architecturales spécifiques favorisant la dispersion des polluants atmosphériques...
- Limiter l'impact de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments : le contrôle de la ventilation dans les bâtiments peut limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur. Les prises d'air neuf doivent être positionnées sur les emplacements les plus éloignés des sources de pollution (en toiture ou sur les façades les moins exposées aux voies de circulation). Le dimensionnement d'une filtration au niveau des centrales de traitement de l'air permet également de réduire l'introduction de polluants extérieurs dans les bâtiments (par exemple l'installation de VMC à double flux dans les bâtiments accueillant des populations vulnérables).

Dans les cas spécifiques où la mise en place de ce type de mesure n'est pas réalisable et/ou qu'il existe un enjeu sanitaire important (par exemple la disposition d'un site sensible en proche proximité d'un axe routier très fréquenté), la réalisation d'une modélisation 3D peut être envisagée afin de déterminer plus finement l'impact d'un bâtiment écran (occlusivité) ou des différentes formes structurelles qui composent le nouvel aménagement sur la dispersion locale des polluants.

En effet, en fonction des différents paramètres locaux (configuration du bâti, positionnement des sources d'émission par rapport aux bâtiments, vitesses et directions des vents) les mesures prises pour tenter de réduire l'exposition des populations à la pollution atmosphérique peuvent parfois avoir l'effet inverse. Certaines mesures de réduction cumulées peuvent également amener à des effets antagonistes.

¹⁹ 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.

VII.1.2) En phase chantier

La phase chantier d'un projet d'aménagement comprend de nombreuses sources de pollutions atmosphériques, notamment :

- L'échappement des machines et engins de chantier qui entraînent principalement des émissions de NO₂, CO, hydrocarbures et particules fines.
- Les émissions de poussières plus grossières générées par les travaux de terrassement, d'excavation ou de démolition, du transport et de l'entreposage de matériaux, la circulation et l'utilisation de véhicules, machines et engins (remise en suspension) sur les pistes, les opérations de soudage ou découpage de matériaux...
- Les émissions liées à l'emploi de solvants ou de produits à base de solvants qui engendrent des émissions significatives de COV.
- L'application et l'emploi de bitume pour la très grande majorité des revêtements de sols (voies de circulation, trottoirs, parking...) qui entraînent notamment des émissions de particules fines, de COV et de HAP.

L'identification de l'ensemble des sources les plus polluantes du chantier permet ensuite de mettre en œuvre des mesures de réduction des impacts pour chaque source de pollution, comme par exemple :

- Utiliser des véhicules récents équipés de filtres à particules (FAP). Les FAP permettent d'éliminer au moins 95 % en masse et 99,7 % en nombre des particules de plus de 23 nm (100 fois plus petites que le seuil des PM_{2.5}) émises par les moteurs diesel.
- Entretien régulièrement les poids lourds et engins qui circulent ou sont utilisés sur le chantier.
- Utiliser des véhicules fonctionnant avec des carburants moins émissifs de particules (GNV, GPL...).
- Former les opérateurs à l'adoption des bons comportements pour réduire les émissions de leurs engins (limitation des ralentis notamment).
- Arroser les pistes par temps sec ou lors d'épisodes de pollution afin de limiter l'envol des poussières.
- Bâcher et humidifier (rampe d'aspersion) systématiquement les camions.
- Mettre en place de dispositifs d'humidification lors des phases génératrices de poussières.
- Utiliser des produits plus écologiques contenant moins de solvants voire aucun.
- Former les opérateurs à l'adoption des bons comportements pour réduire les émissions diffuses ou ponctuelles lors de leurs tâches quotidiennes (refermer systématiquement les contenants après usage ou entre deux usages, utilisation des contenants sans excédants, rappeler l'interdiction de brûler des matériaux sur chantier...).
- Privilégier l'emploi d'émulsions bitumineuses aux solutions bitumineuses.
- Privilégier les enrobés tièdes et respecter scrupuleusement les consignes de température lors de la fabrication des enrobés.
- Equiper les finisseurs de systèmes de captages des fumées de bitume (avec une efficacité d'au moins 80 % selon le protocole NIOSH 107-97).
- Informer en amont et pendant le chantier les riverains des nuisances potentielles et des mesures mises en place pour les réduire.
- Adaptation de la période des travaux sur l'année ou sur la période journalière (en fonction des pics de concentrations de certains polluants et/ou des sites recevant des populations vulnérables à proximité).

Pour réduire l'impact des travaux d'aménagement, la consultation relative au choix du maître d'œuvre devra ainsi inclure les dispositions contractuelles visant à garantir le respect de l'environnement lors des différentes phases du chantier. Le cadre d'évaluation des mémoires techniques pourra également s'attacher à l'analyse des actions prises par le prestataire pour réduire ses émissions polluantes. La maîtrise d'ouvrage pourra se faire aider dans cette démarche par une AMO qui possède la compétence environnementale.

Des mesures de suivi de la qualité de l'air peuvent également être envisagées, avec par exemple la mise en place d'instruments de mesure en continu des particules en limite de propriété, tout au long de la réalisation du chantier ou lors des phases les plus émissives.

VII.2 Mesures ERC mises en place

Les mesures ERC suivantes sont mises en place au niveau du projet en phase conception :

- Augmentation des espaces végétalisés (20 % de la surface de plancher) et plantation d'arbres (55 au total) permettant de limiter ponctuellement l'exposition des populations par un effet barrière sous certaines conditions dispersives.
- Eloignement horizontal et vertical du bâtiment résidentiel le plus proche de la RD19 par un trottoir élargi et la programmation de logements uniquement à partir du niveau R+2 (activités commerciales en RDC et d'enseignement en R+1).
- Eloignement du second bâtiment résidentiel par un obstacle vertical (occlusivité par rapport aux émissions de la RD19 à travers un bâtiment de bureaux)
- Suppression d'un compartiment de parking / réduction des places de stationnement afin de réduire l'usage de la voiture au profit de modes de circulation plus écologiques tel que le métro.
- Approche urbaine de l'énergie ayant pour vocation de réduire les besoins thermiques du bâtiment par son implantation et son exposition au soleil dans le but de favoriser les apports solaires en hiver et de s'en protéger l'été. Les nombreuses toitures végétalisées participent également à la régulation thermique des bâtiments. A ce titre l'approche urbaine mise en œuvre contribue à diminuer globalement les émissions polluantes dues au chauffage urbain.

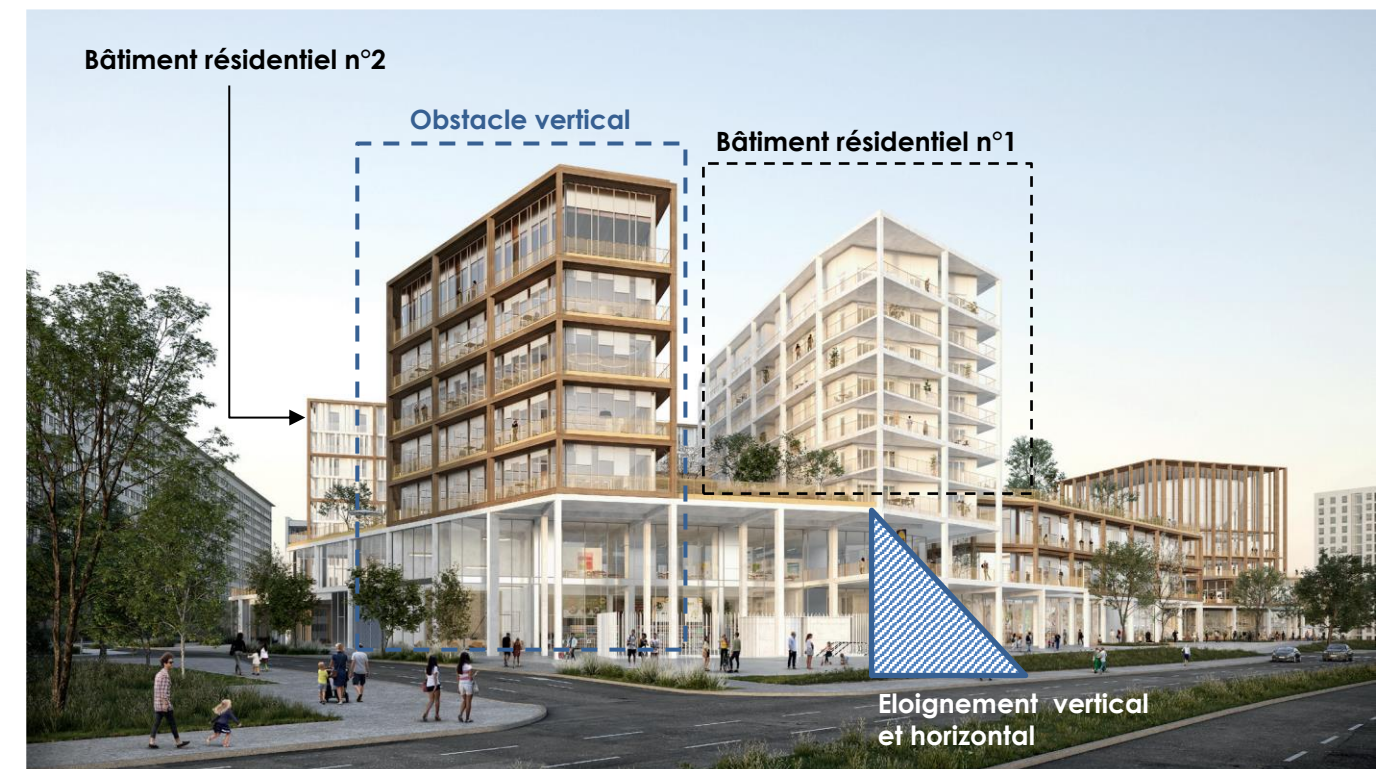


Figure 29 : illustration de mesures d'évitement en phase programmation/conception du projet

Les mesures ERC suivantes sont mises en place en phase chantier :

- Mise en œuvre d'une charte chantier à faibles nuisances favorisant directement et indirectement la diminution des émissions polluantes.
- Objectif de certifications environnementales (HQE, OSOZ...) de plusieurs bâtiments comprenant des actions favorisant l'amélioration de la qualité de l'air intérieur :
 - Surventilation des logements pendant une période d'une semaine minimum avant livraison afin de diminuer les émissions polluantes (matériaux neufs, peintures/colles/moquettes...).
 - Nettoyage de fin de chantier réalisé avec des produits d'entretien labellisés Ecolabel.
 - Mesures de contrôle de la qualité de l'air intérieur sur la base du protocole HQE à réception des logements et avant remise des clés aux résidents (mesures du NO₂, CO, benzène, formaldéhyde, PM₁₀, COVT).

VIII. SYNTHÈSE

VIII.1 Etat initial

Le recensement des données existantes dans le cadre de l'étude air et santé a mis en évidence les points suivants :

- La présence d'axes routiers à fort trafic (A86, RD19 et dans une moindre mesure RD986) et l'urbanisation dense autour de la zone de projet constituent des sources potentiellement importantes d'émissions polluantes, notamment pour le NO₂ et les particules. De plus, les émissions polluantes d'industries situées autour du projet dans un rayon de moins de 5 km peuvent éventuellement s'ajouter au bruit de fond urbain.
- Les données historiques de pollution atmosphérique dans l'environnement du projet n'indiquent pas de sensibilité particulière vis-à-vis de la qualité de l'air. Cependant la proximité de la zone de projet avec l'A86 au nord, la RD19 à l'ouest et à la RD986 au sud justifie la réalisation d'une campagne de mesure in-situ du NO₂.
- Le projet se situe sur la commune de Gennevilliers qui compte environ 46 653 habitants pour une superficie de 11,6 km² soit une densité d'environ 4 033 hab/km². Les données de l'Insee indiquent par ailleurs que le projet se situe dans une zone densément peuplée. Concernant les populations vulnérables, 13 sites d'accueil (crèches, établissements scolaires, résidence pour personnes âgées) sont recensés dans la zone d'étude dont 4 sont impactés par les modifications du trafic routier liées au projet et font l'objet d'une évaluation des risques sanitaires.
- Le projet s'inscrit en cohérence avec différentes actions établies par les plans de prévention de la pollution atmosphérique en vigueur (SCRAE, PRSE3, PPA...).

En complément de l'étude documentaire, une campagne de mesure *in situ* a été réalisée dans le cadre de l'état initial afin de caractériser les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), principal traceur des émissions du trafic routier, à l'échelle locale :

- Cette campagne de mesure, effectuée du 6 au 20 mai 2021, se caractérise par conditions météorologiques et de pollution atmosphérique entraînant des concentrations en NO₂ plus faibles que la moyenne annuelle (environ -40 %).
- Dans ces conditions, les résultats n'indiquent un dépassement potentiel de la valeur limite pour le NO₂ que sur les points situés à proximité immédiate de la RD19. Aucun autre dépassement de la valeur limite n'est envisagé sur les différents points de mesure de la zone, aussi bien en bordure des voies à l'intérieur de la zone de projet, que sur les points de fond, représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique.

VIII.2 Effets du projet

L'estimation des effets du projet par calcul des émissions polluantes indique les résultats suivants :

- Une légère augmentation des émissions est constatée sur l'ensemble des polluants entre le scénario futur sans projet et le scénario futur avec projet (+ 5,1 % en moyenne). Cependant entre le scénario « actuel » et le scénario « futur avec projet », une baisse des émissions de plusieurs polluants (NO_x, CO, COV, benzène, particules) peut être constatée. Cette diminution est liée à l'évolution du parc routier et la mise en circulation de véhicules moins polluants projetée entre 2021 et 2030.
- Le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation significative (> 10 %) des émissions de NO_x sur deux axes par rapport au scénario « futur sans projet », cependant les valeurs d'émissions sur ces axes sont les plus faibles de la zone d'étude (< 1 g/j/m).

- Le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre de respectivement 21 % et 5 % par rapport au scénario « futur sans projet ».

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

- En lien avec les émissions de polluants, le projet entraîne une augmentation non significative (moins de 1 %) des concentrations en polluants en moyenne sur la zone (+ 0,01 % pour les NO_x), y compris au niveau du point le plus exposé (+0,6 %).
- La mise en œuvre du projet entraîne une augmentation de l'indice pollution-population (IPP) d'environ 4,2 % en moyenne sur la zone d'étude. Cette variation s'explique principalement par la présence de nouveaux résidents dans la zone de projet, du fait de la création de nouveaux logements (les concentrations en polluants ayant très peu varié).

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) réalisée à partir des concentrations modélisées au droit des sites vulnérables permet d'établir les conclusions suivantes :

- Le projet entraîne une augmentation de la somme des quotients de danger (QD) d'environ 0,01 à 0,08 % selon les sites vulnérables considérés et de 0,09 % à 0,21 % au niveau des bâtiments résidentiels. De plus aucun QD ne dépasse la valeur seuil de 1, indiquant l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil.
- Une augmentation de l'excès de risque individuel (ERI) de 0,001 à 0,015 % environ est constatée entre le scénario « futur sans projet » et le scénario « futur avec projet » au niveau des sites vulnérables, et de 0,015 à 0,036 % au niveau des bâtiments résidentiels. Bien que la valeur seuil de 1.10⁻⁵ soit dépassée pour le scénario majorant, l'ERI calculé pour le scénario réaliste respecte le seuil d'acceptabilité du risque sanitaire lié aux substances à effet sans seuil sur tous les sites accueillant des populations vulnérables et au niveau des bâtiments résidentiels les plus exposés.
- Le projet entraîne une augmentation de l'exposition chronique au NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} de 0,01 à 0,21 % pour les sites vulnérables et de 0,21 % à 0,49 % au niveau des bâtiments résidentiels. En prenant en compte les nouvelles valeurs guides de l'OMS (2021), les seuils des trois polluants sont dépassés pour tous les points et tous les scénarios. Ces dépassements sont cependant inévitables actuellement du fait du bruit de fond en zone urbaine en Ile-de-France. En revanche aucune valeur réglementaire n'est dépassée.
- Les risques aigus liés au NO₂ et aux PM₁₀ et PM_{2.5} augmentent de 0,6 à 1,2 % au droit des sites vulnérables et de 1,2 à 1,3 % sur les façades les plus exposées des bâtiments résidentiels. Comme pour le risque chronique, les nouvelles valeurs OMS sont systématiquement dépassées quel que soit le scénario considéré. En revanche les résultats respectent les valeurs réglementaires.



ANNEXES

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

1) Définitions

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

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

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

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

Les **polluants atmosphériques** peuvent être définis selon plusieurs groupes ou familles en fonction de leur origine, de leur nature ou de leur action (ex : effets sanitaire ou réchauffement climatique). Différentes distinctions peuvent être établies pour classer ces polluants :

- Le caractère **primaire ou secondaire**. Les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant tandis que les polluants secondaires qui sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique par exemple).
- L'état **gazeux, particulaire ou semi-volatile**. L'impact des composés gazeux sur la santé est défini directement par des relations dose-effets. Les composés particulaires sont étudiés d'une part en prenant en compte leur nature chimique (ex : métaux lourds) mais également en fonction de leur granulométrie (PM₁₀, PM_{2.5}) qui différencie les effets sur la santé. Les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemples les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les méthodes de mesure diffèrent fortement en fonction de la phase du polluant à étudier.
- La **persistance** chimique. Les polluants dits organiques persistants (POP) tels que les pesticides, dioxines, polychlorobiphényles, possèdent une grande stabilité leur permettant de contaminer la chaîne alimentaire par un transfert de l'air vers le sol, du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- Le **forçage radiatif**. Les gaz à effet de serre sont des composés qui contribuent au réchauffement climatique, comme le dioxyde de carbone (CO₂) ou le méthane (CH₄).

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

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO_x)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO ₂). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroître jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO₂)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX ^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité. Ses concentrations sont aujourd'hui très faibles dans l'air ambiant et ne constituent plus un problème sanitaire en France.
Composés organiques volatils (COV)	Les COV constituent une famille très large de composés chimiques regroupant les composés aromatiques, les alcanes, les alcools, les phthalates, les aldéhydes etc. Ils sont émis principalement par le secteur résidentiel/tertiaire, les industries manufacturières et aujourd'hui dans une moindre mesure par le trafic routier. Leurs émissions ont diminué régulièrement depuis 1990 grâce à l'utilisation du pot catalytique, au progrès du stockage des hydrocarbures, à une meilleure gestion des solvants par les industriels (notamment avec l'instauration des plans de gestion de solvant) et à la substitution de produits manufacturés par des produits à plus faible teneur en solvant. Le benzène est le seul COV réglementé dans la loi sur l'air. Ce composé cancérigène est dorénavant essentiellement émis par le secteur résidentiel/tertiaire.
Particules	Les particules couvrent différentes fractions granulométriques parmi lesquelles la loi sur l'air fixe des valeurs de référence pour les PM ₁₀ (particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm) et les PM _{2.5} (diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm). Elles sont issues de nombreuses sources différentes (trafic routier, chauffage au bois, agriculture...) mais restent un bon traceur du trafic routier, notamment en zone urbaine et en particulier au niveau des points de trafic. De manière générale, les émissions en particules diminuent régulièrement depuis 1990 sur l'ensemble des secteurs sauf pour celui du transport routier où elles se stabilisent.
Métaux lourds	Polluants présents essentiellement sous forme particulaire, ils intègrent notamment le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le mercure (Hg), le chrome (Cr), le cadmium (Cd) et l'arsenic (As). Ils sont émis majoritairement par l'industrie à l'exception du cuivre émis par le transport et le nickel par le secteur de la transformation d'énergie. Les émissions décroissent depuis une vingtaine d'années en raison des améliorations techniques apportées au secteur industriel. La diminution du plomb résulte quant à elle de l'utilisation d'essence sans plomb.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Famille de composés émis lors des phénomènes de combustion. Ils sont émis pour deux tiers par le secteur résidentiel/tertiaire et pour un quart par le trafic routier. Les émissions ont diminué de 1990 à 2007 mais stagnent ces dernières années. Le benzo(a)pyrène, considéré comme le plus toxique, est le seul composé de la famille des HAP à être réglementé en France.
Dioxyde de carbone (CO₂)	Le CO ₂ , et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O₃)	L'ozone est atypique par rapport aux autres composés car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO _x sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'apparaît pas dans l'inventaire des émissions du CITEPA. Ce composé fait néanmoins l'objet d'une surveillance et entraîne régulièrement en période estivale des dépassements de la réglementation.

Tableau 42 : description des principaux polluants en air ambiant

2) Les variations temporelles des concentrations en polluants

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

A titre d'exemple, la figure ci-dessous présente le profil annuel²⁰ des concentrations de particules PM₁₀, de dioxyde d'azote (NO₂) et d'ozone (O₃) mesurées en moyenne sur l'ensemble des stations du réseau de mesure de la qualité de l'air Airparif couvrant le territoire de la région Ile-de-France de 2012 à 2017.

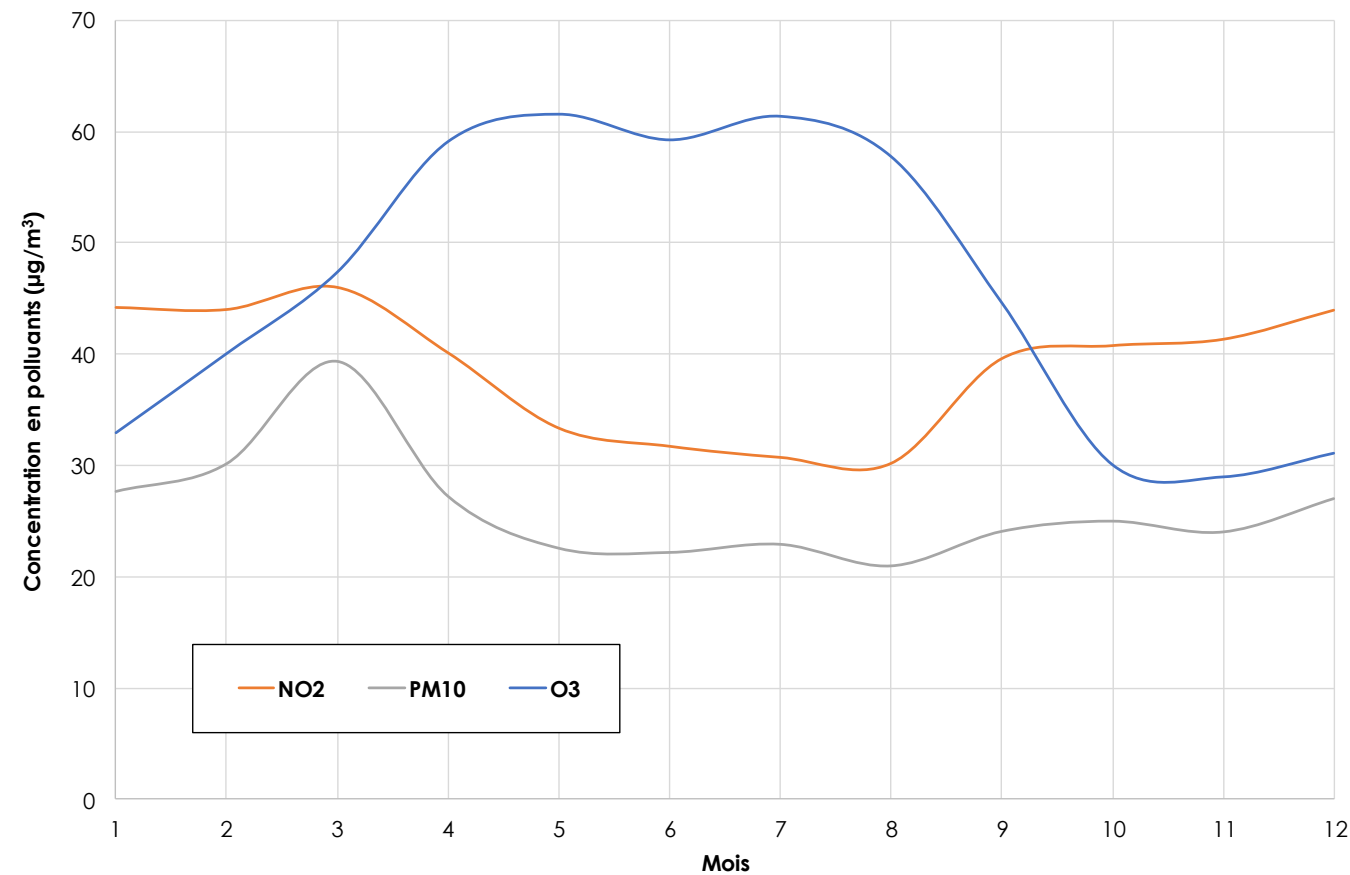


Figure 30 : profil annuel des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

Les fluctuations des concentrations de NO₂ dépendent principalement des émissions anthropiques et de la dispersion atmosphérique. Ainsi, à l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en saison froide du fait d'émissions plus importantes (notamment chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

Les concentrations en O₃ varient de manière inverse à celles du NO₂. Ce comportement est lié aux réactions de chimie atmosphérique et notamment au cycle de formation/consommation entre l'ozone et les NO_x. De plus, les variations de l'ozone sont accentuées par des réactions photochimiques : les concentrations les plus élevées apparaissent lorsque l'ensoleillement est plus important.

Les variations des concentrations en particules PM₁₀ sont moins corrélées avec les autres polluantes, du fait de la contribution importante d'autres sources que celles uniquement liées au trafic routier. Un pic de concentration peut ainsi être observé en mars, période d'épandages agricoles générant des particules dites « secondaires » par le biais de réactions chimiques atmosphériques.

²⁰ Le profil annuel est un graphique sur 12 mois où chaque tranche indique la moyenne des concentrations observées chaque année pendant le même mois. Le profil journalier est réalisé suivant le même principe par tranches horaires.

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

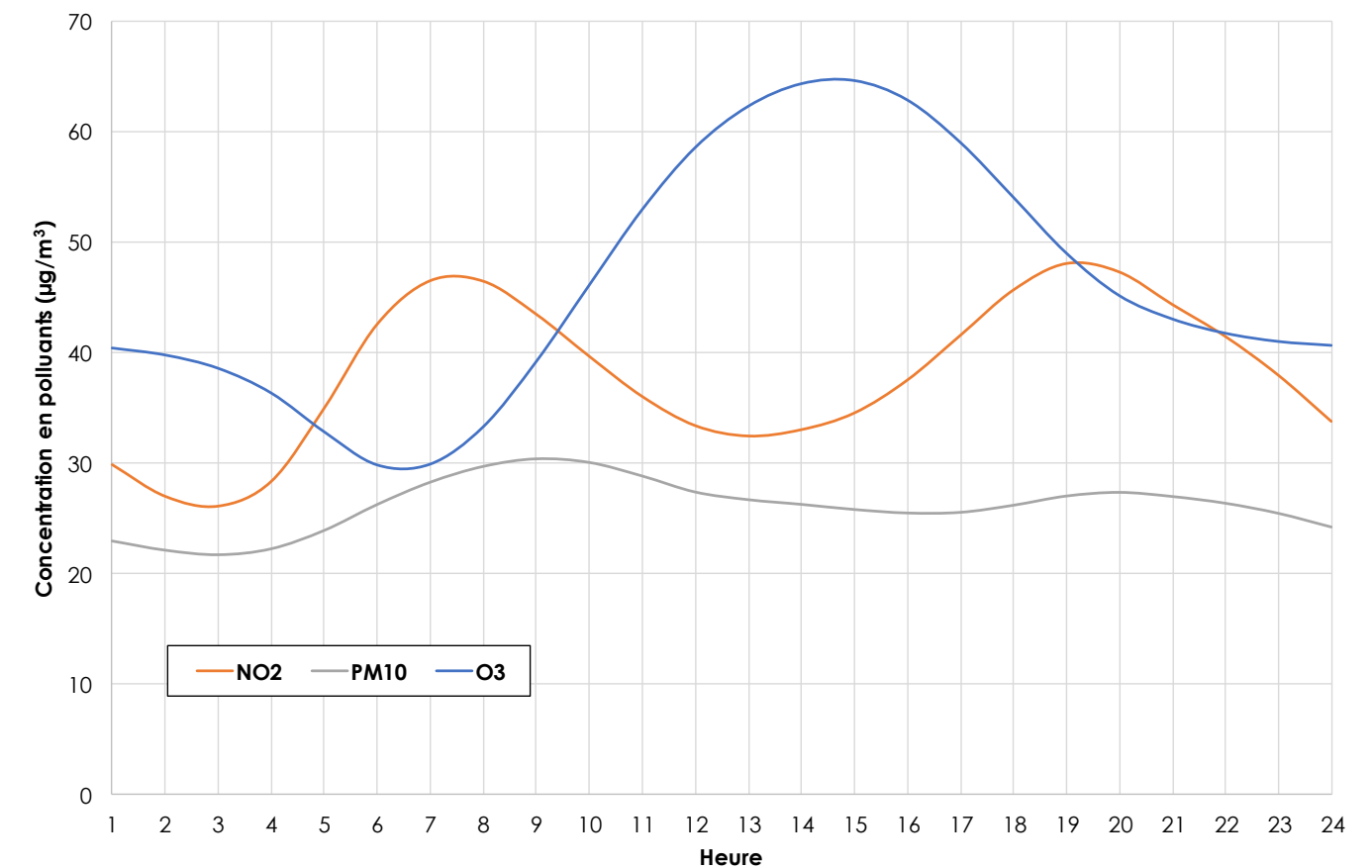


Figure 31 : profil journalier des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

A l'échelle journalière, les émissions du trafic routier sont plus fortes aux heures de pointes et la dispersion atmosphérique à l'échelle locale est plus importante aux heures creuses, ce qui entraîne des pics de concentrations en NO₂ le matin (6h-8h) et le soir (18h-20h).

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

Ce comportement est moins marqué pour les particules PM₁₀ en raison des autres sources d'émission de ce polluant.

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 françaises²¹ et internationales²² qui mettent en évidence une augmentation de la mortalité corrélée à l'augmentation des concentrations en polluants. Les résultats du projet européen Aphekom (2008-2011) indiquent que le non-respect de l'objectif de qualité OMS pour les PM_{2.5} dans les 25 villes étudiées, causerait 19 000 décès prématurés par an. En particulier, les résultats ont montré que si les niveaux de particules PM_{2.5} étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (cf. figure ci-dessous).

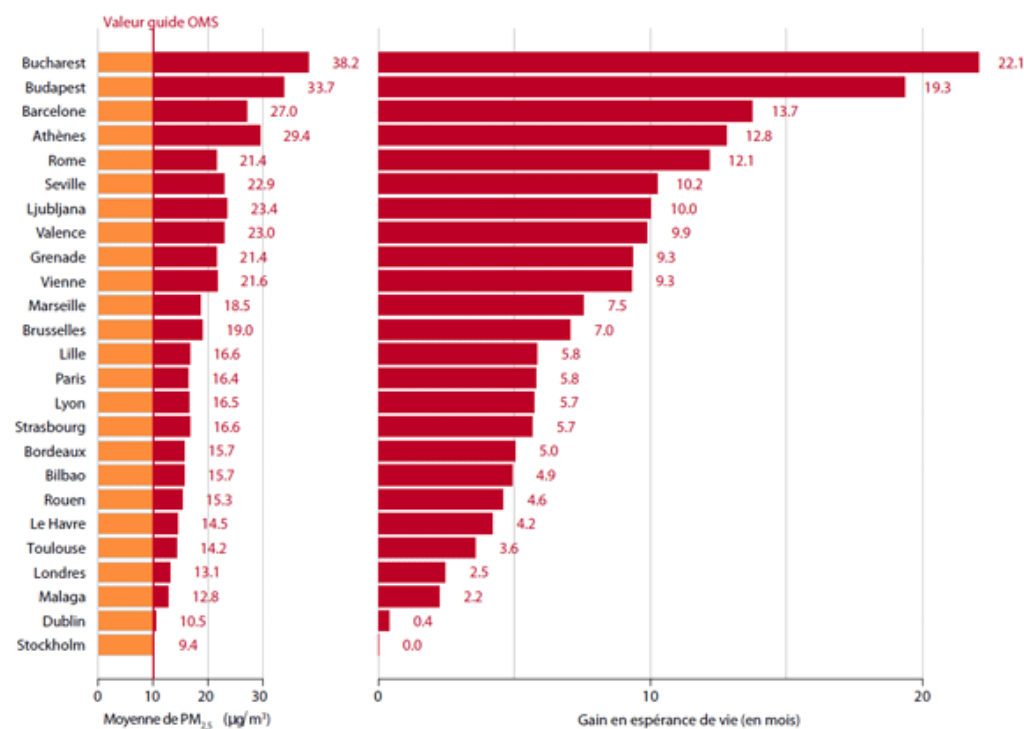


Figure 32 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

²¹Exemple : 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).

²²Meta-analysis of the Italian Studies on short-term effects of Air Pollution (MISA) ; Estudio Multicéntrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad (EMECAM) ; National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS) aux Etats-Unis ; Air Pollution and Health: A European Approach (APHEA) en Europe.

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



Figure 33 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

En 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.

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 étude²³ 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 CAFE²⁴ 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.

²³ 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.

²⁴ Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

En 2005, le programme CAFE de la Commission européenne estime le 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 journalières²⁵.

En avril 2015, une étude²⁶ 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 rapport²⁷ 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 2016²⁸, 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 2000²⁹.
- 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.

5) La Réglementation

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

La mise en application de la loi sur l'air est à l'origine principalement formulée dans le décret du 6 mai 1998 ainsi que dans l'arrêté ministériel du 17 août 1998. Cette réglementation est amenée à évoluer régulièrement en fonction des nouvelles directives européennes ou politiques nationales. Actuellement, la réglementation française à prendre en compte pour la surveillance de la qualité de l'air est constituée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 portant transposition de la directive européenne n°2008/50/CE. Le tableau 13 récapitule l'ensemble des textes relatifs à la qualité de l'air et son évaluation. Les valeurs limites issues de cette réglementation sont présentées dans les tableaux 14 à 15.

Type de texte	Intitulé
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
Arrêté	Arrêté du 17 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)
Décret	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air Décret n° 2010-1268 du 22 octobre 2010 relatif à la régionalisation des organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air
Circulaire	Circulaire du 12 octobre 2007 relative à l'information du public sur les particules en suspension dans l'air ambiant.
	Circulaire Equipement/Santé/Écologie du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Tableau 43 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

²⁵ 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.

²⁶ 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.

²⁷ Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.

²⁸ 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.

²⁹ INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

Benzène (C ₆ H ₆)		
Objectif de qualité	2 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m ³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	200 µg/m ³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m ³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
Ozone (O ₃)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h	AOT40 ³⁰ 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 44 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

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

Tableau 45 : 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 46 : définition des seuils réglementaires

³⁰ AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 h et 20 h.

Annexe 2 : Fiches de point de mesure

P1					
Localisation : D19 (bordure ouest de la ZAC)			Coordonnées		
Typologie : <input checked="" type="checkbox"/> Trafic <input type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'53.48"N 2°17'1.75"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	136	06/05/2021	11h01	20/05/2021	14h36

P2					
Localisation : D986 (bordure sud de la ZAC)			Coordonnées		
Typologie : <input checked="" type="checkbox"/> Trafic <input type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'50.55"N 2°17'3.51"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	123	06/05/2021	11h10	20/05/2021	14h39

P3					
Localisation : avenue Lénine			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'59.04"N 2°17'3.51"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	126	06/05/2021	11h30	20/05/2021	14h47

P4					
Localisation : crèche du Luth (bordure est de la ZAC)			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'55.00"N 2°17'7.87"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	148	06/05/2021	11h17	20/05/2021	14h45

P5					
Localisation : D986 (bordure sud de la ZAC)			Coordonnées		
Typologie : <input checked="" type="checkbox"/> Trafic <input type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'54.67"N 2°17'20.66"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	146	06/05/2021	11h43	20/05/2021	14h54

P6					
Localisation : avenue du Luth			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'58.09"N 2°17'21.52"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	141	06/05/2021	11h38	20/05/2021	14h57

P7					
Localisation : place du Président Salvador Allende			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°55'59.56"N 2°17'24.11"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	135/133	06/05/2021	11h48	20/05/2021	14h56

P8					
Localisation : rue Eugène Delacroix			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			48°56'2.52"N 2°17'24.93"E		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	134	06/05/2021	11h52	20/05/2021	15h01