

CENTRE DE DETENTION DE RIVESALTES (66)

ETUDE AIR ET SANTE

Commanditaire :	APIJ	Rapport :	Final
Réalisation :	Rinent Air	Phase :	2 / 2
Auteur :	RA - VL	Version :	RP-AF2279-2-V2
Validation :	RA - FC	Date :	21/02/2023

Ce document est la propriété exclusive du commanditaire de l'étude.
Toute utilisation partielle ou totale reste soumise à la mention de « Rinent 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) Répartition des secteurs d'émissions dans la région Occitanie.....	5
II.1.2) Répartition des secteurs d'émissions dans l'intercommunalité de la métropole PMM (66) ..	5
II.1.3) Emissions liées au trafic routier	6
II.1.4) Secteur résidentiel/tertiaire	6
II.1.5) 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
II.4.1) Les plans à l'échelle nationale	9
II.4.2) Les plans à l'échelle régionale	9
II.4.3) Les plans à l'échelle locale	10
III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE	11
III.1 PRELEVEMENT ET ANALYSE.....	11
III.1.1) Polluants mesurés	11
III.1.2) Mesure du dioxyde d'azote	11
III.1.3) Mesure passive des particules	11
III.2 PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	11
III.2.1) Points de mesure	11
III.2.2) Période de mesure.....	12
III.3 STATIONS DE REFERENCE	12
III.3.1) Météorologie.....	12
III.3.2) Pollution atmosphérique	12
III.4 RESULTATS DE LA CAMPAGNE	13
III.4.1) Conditions météorologiques.....	13
III.4.2) Conditions de pollution atmosphérique	13
III.4.3) Validité des mesures par capteurs passif	14
III.4.4) Concentrations en NO ₂	14
III.4.5) Concentrations en PM ₁₀ et PM _{2.5}	14
III.4.6) Cartographie des résultats	14
III.5 COMPARAISON A LA REGLEMENTATION.....	15
III.5.1) Cadre réglementaire.....	15
III.5.2) Dioxyde d'azote (NO ₂).....	15
III.5.3) Particules PM ₁₀ et PM _{2.5}	15
IV. ETAT INITIAL : MODÉLISATION DES CONCENTRATIONS	16
IV.1 LOGICIEL DE MODELISATION UTILISE	16
IV.2 DONNEES D'ENTREE.....	16
IV.2.1) Polluants estimés	16
IV.2.2) Données de trafic	16
IV.2.3) Facteurs d'émissions unitaires.....	16
IV.2.4) Météorologie	16
IV.2.5) Topographie.....	17
IV.2.6) Pollution de fond	17
IV.3 CALCUL DES EMISSIONS POLLUANTES ET MODELISATION A L'ETAT ACTUEL.....	18
IV.3.1) Emissions polluantes globales	18
IV.3.2) Modélisation des concentrations	18
V. EFFETS DU PROJET : MODÉLISATION DES CONCENTRATIONS.....	19
V.1 DONNEES D'ENTREE.....	19
V.2 RESULTATS DU CALCUL DES EMISSIONS POLLUANTES	20
V.2.1) Emissions polluantes globales	20
V.2.2) Cartographie des émissions.....	20
V.2.3) Etude des variations liées au projet.....	21
V.2.4) Monétarisation des coûts collectifs liés aux émissions de polluants à effet sanitaire (PES) ..	21
V.2.5) Monétarisation des coûts collectifs liés aux gaz à de serre (GES)	22
V.3 RESULTATS DE LA MODELISATION	23
V.3.1) Cartographies des concentrations	23
V.3.2) Etude des variations liées au projet.....	23
V.3.3) Indice IPP	24
VI. ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	25
VI.1 METHODOLOGIE.....	25
VI.1.1) Sites étudiés	25
VI.1.2) Etapes de l'évaluation des risques sanitaires	25
VI.1.3) Identification des dangers	25
VI.1.4) Relation dose-réponse	26
VI.1.5) Estimation de l'exposition par inhalation	26
VI.2 CARACTERISATION DES RISQUES	27
VI.2.1) Substances avec VTR à effets de seuil	27
VI.2.2) Substances avec VTR sans effets de seuil	28
VI.2.3) Substances sans VTR.....	29
VII. MESURES D'ÉVITEMENT DE RÉDUCTION OU DE COMPENSATION.....	30
VII.1 EN PHASE PROGRAMMATION/CONCEPTION DE PROJET	30
VII.2 EN PHASE CHANTIER.....	30
VIII. SYNTHÈSE.....	31
VIII.1 ETAT INITIAL	31
VIII.2 EFFETS DU PROJET.....	31

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	33
Annexe 2 : Fiches de point de mesure.....	38
Annexe 3 : Concentrations modélisées pour l'évaluation des risques sanitaires	40
Annexe 4 : Incertitudes sur l'évaluation des risques sanitaires	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 : principales industries et leurs émissions de polluants atmosphériques en 2017	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 les stations ATMO Occitanie	8
Tableau 7 : axes de travail et actions relatives du PRSE3	9
Tableau 8 : plan d'échantillonnage	12
Tableau 9 : étude des données ATMO Occitanie	13
Tableau 10 : facteurs de validité des mesures	14
Tableau 11 : résultats des mesures pour le NO ₂	14
Tableau 12 : résultats des mesures pour les particules	14
Tableau 13 : données de trafic	16
Tableau 15 : concentrations de fond pour le NO ₂	17
Tableau 26 : bruit de fond	17
Tableau 18 : bilan des émissions de PES	18
Tableau 19 : bilan des émissions de GES	18
Tableau 15 : concentrations moyennes en NO ₂ sur les points d'intérêt	18
Tableau 16 : données de trafic	19
Tableau 17 : définition de la bande d'étude (note technique du 22/02/2019)	19
Tableau 18 : bilan des émissions de PES	20
Tableau 19 : bilan des émissions de GES	20
Tableau 20 : récapitulatif des émissions de NO _x par brins routiers	21
Tableau 21 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier	21
Tableau 22 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires	22
Tableau 23 : valeurs tutélaires retenues pour le coût de la pollution	22
Tableau 24 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	22
Tableau 25 : coûts collectifs liés à l'effet de serre	22
Tableau 27 : concentrations moyennes en NO ₂ sur les points d'intérêt	23
Tableau 28 : IPP selon les scénarios considérés	24
Tableau 29 : substances et dangers associés	25
Tableau 30 : recensement des valeurs disponibles	26
Tableau 31 : paramètres d'exposition	26
Tableau 32 : VTR à effets de seuil pour l'exposition par inhalation	27
Tableau 33 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition à seuil (Surveillant)	27
Tableau 34 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition à seuil (Détenu)	27
Tableau 35 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Surveillant)	27
Tableau 36 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Détenu)	27
Tableau 37 : VTR sans effets de seuil pour l'exposition par inhalation	28
Tableau 38 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition sans seuil (Surveillant)	28
Tableau 40 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition sans seuil (Détenu)	28
Tableau 39 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Surveillant)	29
Tableau 41 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Détenu)	29
Tableau 42 : valeurs guides (expositions chronique et aigue)	29
Tableau 43 : comparaison des concentrations aux valeurs guides et réglementaires	29
Tableau 44 : description des principaux polluants en air ambiant	33
Tableau 45 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air	36
Tableau 46 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant	37
Tableau 47 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant	37
Tableau 48 : définition des seuils réglementaires	37
Tableau 49 : concentrations modélisées en moyenne annuelle	40
Tableau 50 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant)	40
Tableau 51 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant	40

FIGURES

Figure 1 : part des émissions atmosphériques par secteur en Occitanie en 2018	5
Figure 2 : part des émissions atmosphériques par secteur dans l'intercommunalité de Perpignan Méditerranée Métropole en 2018	5
Figure 3 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude	6
Figure 4 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 10 km autour du projet	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 des stations qualité de l'air de référence	8
Figure 8 : plan d'échantillonnage	12
Figure 9 : localisation de la station météorologique de référence	12
Figure 10 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)	13
Figure 11 : étude des conditions de vent (données : Météo France)	13
Figure 12 : cartographie des résultats	14
Figure 13 : comparaison des résultats des mesures NO ₂ à la réglementation	15
Figure 14 : comparaison des résultats des mesures PM ₁₀ et PM _{2.5} à la réglementation	15
Figure 15 : rose des vents utilisée pour la modélisation	16
Figure 16 : représentation du relief en vue 2D	17
Figure 17 : concentration moyenne journalière en NO ₂ – état actuel	18
Figure 18 : bande d'étude	19
Figure 19 : émissions de NO _x – scénario futur sans projet	20
Figure 20 : émissions de NO _x – scénario futur avec projet	20
Figure 21 : variation émissions de NO _x avec / sans projet	21
Figure 22 : concentration moyenne journalière en NO ₂ – scénario futur sans projet	23
Figure 23 : concentration future moyenne journalière en NO ₂ – futur avec projet	23
Figure 24 : variation des concentrations en NO ₂ entre le scénario futur sans projet et avec projet	23
Figure 25 : histogrammes de distribution concentration/population pour le NO ₂	24
Figure 26 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude	25
Figure 27 : profil annuel des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	34
Figure 28 : profil journalier des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	34
Figure 29 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2.5} à 10 µg/m ³	35
Figure 30 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	35



I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

I.1 Référentiel méthodologique

Les projets de construction ou d'aménagement 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 sont évalués conformément à la réglementation applicable aux projets routiers. Dans ce cadre, Rincence 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/km²	I	I	II	>5km : II <5km : III
2000 à 10000 hab/km²	I	II	II	>25km : II <25km : III
≤ 2000 hab/km²	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 Rincence 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 dont BaP, 3 ETM (As, Ni, Cr), 1,3-butadiène - Dans les sols et végétaux : 16 HAP
Estimation des émissions polluantes	NOx, benzène, PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO, COVNM, SO ₂ , BaP, 2 ETM (As, Ni)			NOx, benzène, PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO, COVNM, SO ₂ , 16 HAP dont BaP, 3 ETM (As, Ni, Cr), 1,3-butadiène
Calcul des coûts collectifs	NOx, 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			

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 réalisée par la société TransMobilités, référencée « Rivesaltes – Etude d'impact circulatorie d'un projet de maison d'arrêt » de juillet 2022. Le tableau ci-dessous reprend les trafics moyens journaliers annuels (TMJA) pour chaque scénario :

N°	Axe routier	Actuel 2022	2026 Sans Projet	2026 Avec Projet	Delta avec/sans projet (%)
1	A9 - La Catalane	45413	45413	45413	0%
2	RD900 - Mas Chauvet - Nord	15210	15210	15376	1%
3	Chemin de Garriu	0	0	1242	+ ∞
4	Accès Centre pénitencier	0	0	1242	+ ∞
5	RD900 - Mas Chauvet - Sud	15210	15210	16700	10%

Tableau 3 : données de trafic

Un impact significatif du projet (plus de 10 %) est constaté sur un axe portant un trafic supérieur à 10 000 véh/j (axes n°5). **Dans ce cadre, l'étude est traitée 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 2010, la population au niveau de la zone du projet 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 Occitanie, non couverte par un PPA, ce qui ne nécessite pas d'augmenter le niveau d'étude.

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.

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 ce cadre le niveau d'étude du projet est maintenu sur un niveau II.

II. ETAT INITIAL : ETUDE DOCUMENTAIRE

II.1 Les émissions polluantes

II.1.1 Répartition des secteurs d'émissions dans la région Occitanie

La figure ci-dessous présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques pour la région Occitanie en 2018 (estimations réalisées par Atmo Occitanie dans le rapport « Pollution atmosphérique et gaz à effet de serre 2008 – 2018 »).

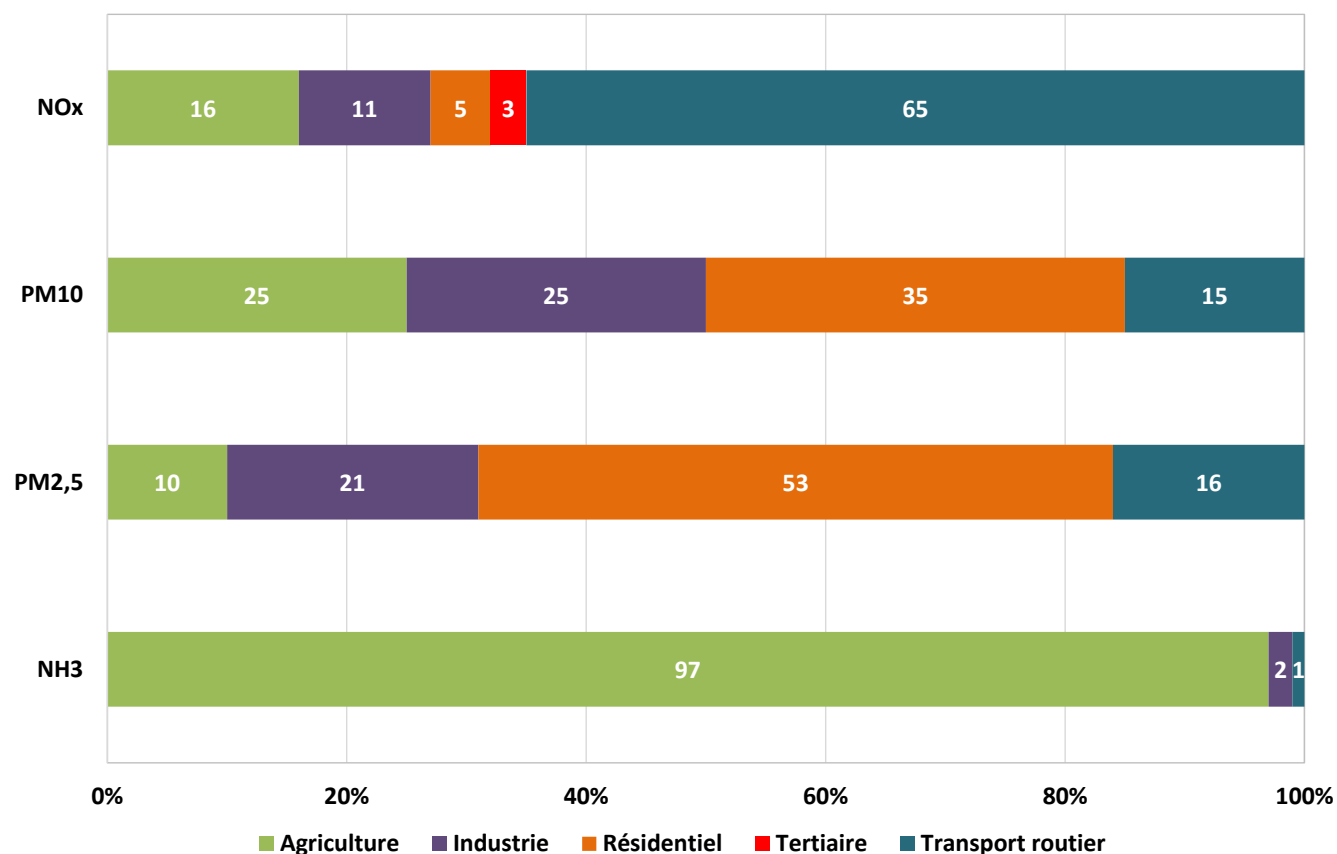


Figure 1 : part des émissions atmosphériques par secteur en Occitanie en 2018

Tous secteurs confondus, les émissions de **NO_x** ont baissé de 30 % entre 2008 et 2018 à l'échelle de la région Occitanie, passant de 106 318 tonnes à 74 760 tonnes, en partie grâce à la diminution de la part du transport routier (avancées technologiques en matière de motorisation et renouvellement) et celle du secteur résidentiel et tertiaire. En 2018, plus de la moitié des émissions de NO_x restent liées au trafic automobile (présence de nombreux axes à fort trafic dans la région) et à 16 % au secteur résidentiel-tertiaire (chauffage des logements et locaux).

Les émissions de particules **PM_{2,5}** ont diminué de 31 % (passant de 21 008 t à 14 546 t) en 10 ans grâce aux améliorations technologiques apportées au parc de véhicules (notamment les véhicules diesel) et aux équipements domestiques de combustion du bois. La donnée pour les particules PM₁₀ n'est pas disponible néanmoins une évolution similaire est envisagée du fait des sources d'émissions communes à ces deux polluants. L'évolution normative a également permis une diminution importante des émissions du secteur industriel qui reste cependant un contributeur important des émissions particulières à l'échelle de la région (25 % pour les PM₁₀ et 21 % pour les PM_{2,5}).

Les données relatives à l'évolution des émissions de NH₃ ne sont pas disponibles.

II.1.2 Répartition des secteurs d'émissions dans l'intercommunalité de la métropole PMM (66)

La figure ci-dessous présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques dans l'intercommunalité-Métropole de CU Perpignan Méditerranée Métropole pour l'année 2018 (estimations réalisées par Atmo Occitanie) qui comprend la ville de Rivesaltes dans laquelle s'inscrit le projet.

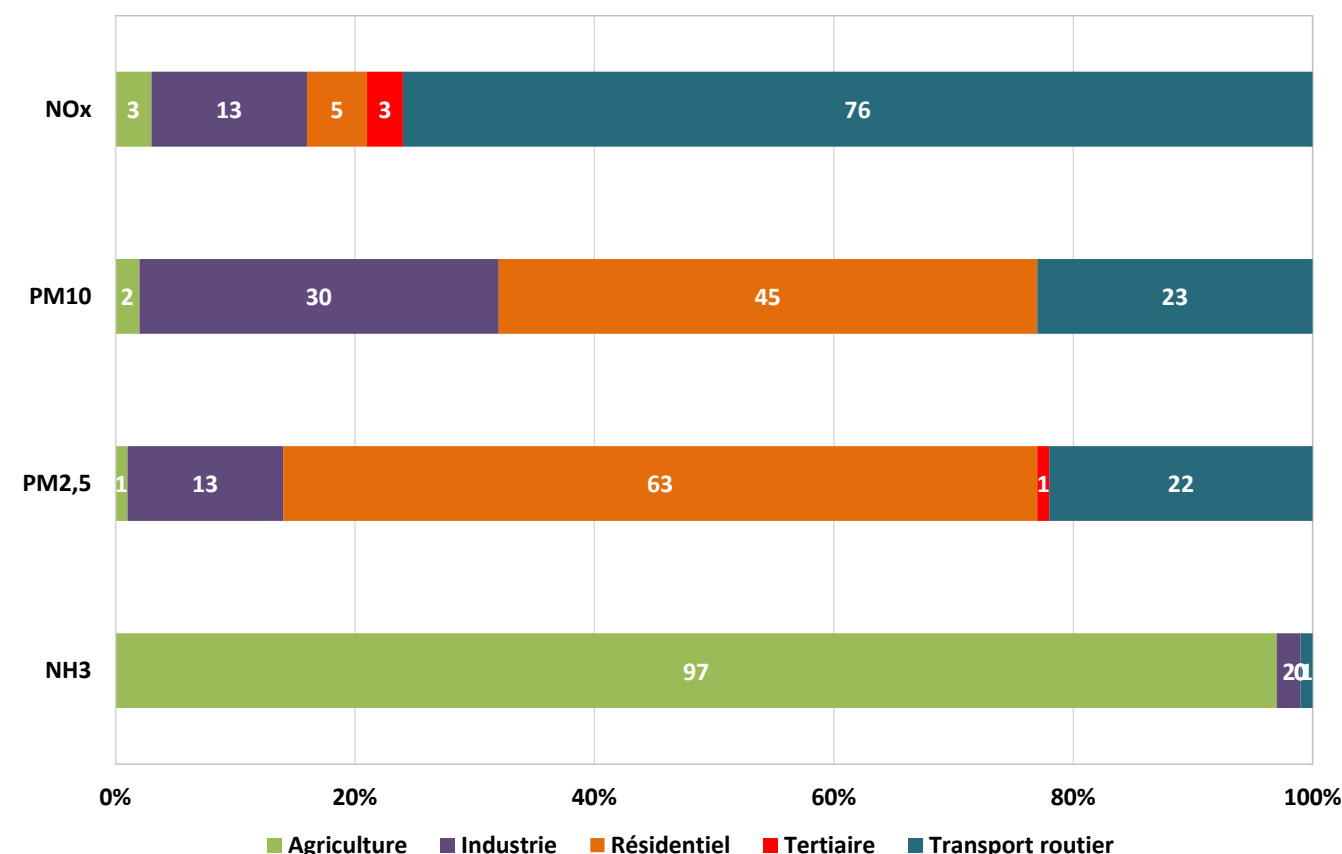


Figure 2 : part des émissions atmosphériques par secteur dans l'intercommunalité de Perpignan Méditerranée Métropole en 2018

Par rapport aux émissions régionales, le secteur du trafic routier représente un poids plus important dans les émissions de NO_x (de 65 % à 76 %) principalement lié à la contribution plus faible du secteur de l'agriculture (de 16 % à 3 %), du fait de l'urbanisation plus importante de l'intercommunalité par rapport à l'ensemble de la région.

A l'échelle locale, le secteur résidentiel présente une contribution plus importante dans les émissions de particules (de 35 à 45 % pour les PM₁₀ et de 53 à 63 % pour les PM_{2,5}), une nouvelle fois en lien avec la diminution du secteur agricole.

II.1.3) Emissions liées au trafic routier

Les principales sources d'émissions polluantes liées au trafic routier sont constituées par l'autoroute A9 à l'ouest de la zone du projet et la RD90 à l'est.



Figure 3 : localisation des principaux axes routiers à proximité de la zone d'étude

La densité de circulation sur ces différents axes laisse envisager des émissions significatives en oxydes d'azote (NO_x) et dans une moindre mesure en particules (PM₁₀ et PM_{2.5}), conformément aux émissions liées au trafic routier à l'échelle locale.

II.1.4) Secteur résidentiel/tertiaire

Le secteur résidentiel-tertiaire est un émetteur important de particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) au niveau de l'intercommunalité, néanmoins le projet s'inscrit dans un environnement très faiblement urbanisé, ce qui n'indique pas d'émissions importantes de ce secteur.

II.1.5) 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). L'ADEME, à travers la plateforme SINOE, recense également les méthaniseurs, UVE, ISDND et ISDD sur le territoire français.

Le croisement de ces différentes bases de données a permis de localiser 1 site industriel dans un rayon de 10 km autour de la zone du projet :



Figure 4 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 10 km autour du projet

N°	Industrie	Polluants	Emissions 2018
1	ISDND d'Espira-de-l'Agly Installation de stockage des déchets non dangereux	CH ₄	420 t

Tableau 4 : principales industries et leurs émissions de polluants atmosphériques en 2017

D'après les données disponibles, le site industriel identifié est responsable d'émissions de méthane (CH₄), néanmoins ce composé est recensé en tant que gaz à effet de serre et ne présente pas de risque sanitaire au niveau de la zone du projet.

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 sur la commune de Rivesaltes (66), à proximité du centre-ville. Le nombre d'habitants dans cette ville est de 8888 habitants (données Insee 2019) pour une superficie de 28,76 km² soit une densité d'environ 309 habitants/km². La superposition de la zone du projet avec les données carroyées de l'Insee sur la figure ci-dessus indique cependant une population nulle ou inférieure à 80 hab./200m². Il s'agit donc actuellement d'une zone très peu densément peuplée.

II.2.2) Population vulnérable

La note méthodologique du 22 février 2019 définit les établissements suivants comme sites vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air :

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

N°	Etablissement	Type
1	Ecole Claude Simon	Etablissement scolaire
2	Ecole Marcel Pagnol	Etablissement scolaire
3	Résidence le Val d'Agly	Etablissement pour 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 a permis la localisation de 3 sites vulnérables, néanmoins leur éloignement n'indique pas d'impact prévisible (variation de 10 % du trafic routier) lié à l'aménagement du projet. Les sites vulnérables retenues pour la réalisation de l'ERS sont présentés dans le paragraphe dédié à cette étude.

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) qui disposent 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

Les stations ATMO Occitanie de fond urbain « Perpignan Les Carmes » et de trafic « Perpignan bd Pyrénées » sont situées à environ 11 km au sud de la zone du projet : elles constituent les stations les plus proches du projet (cf. figure 7). Elles sont utilisées comme stations de référence pour étudier les conditions locales de pollution atmosphérique.

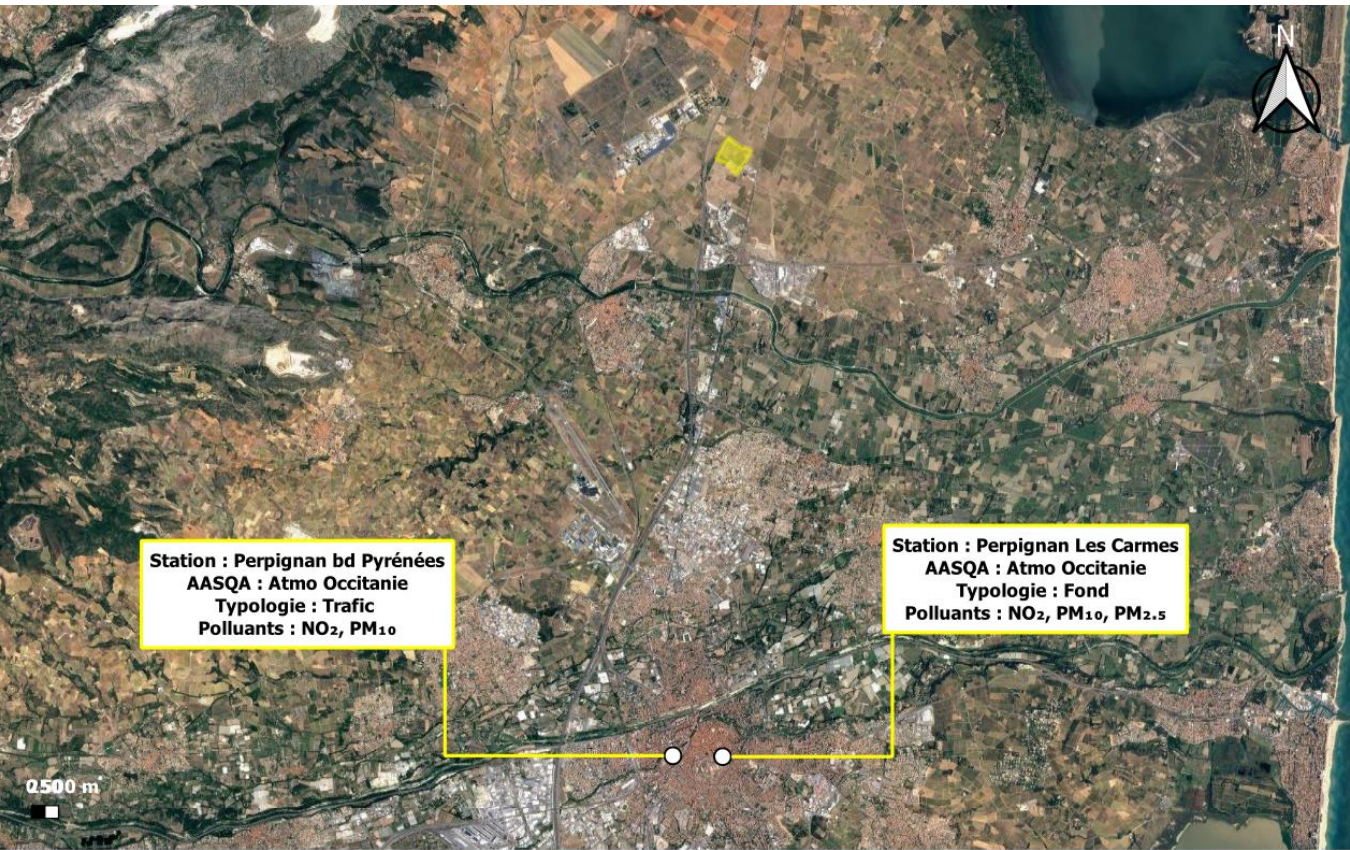


Figure 7 : localisation des stations qualité de l'air de référence

Le tableau 6 présente les évolutions annuelles entre 2017 et 2021 des polluants mesurés par les stations ATMO Occitanie :

Station	Polluant	Valeur	Valeur limite	2017	2018	2019	2020	2021
Perpignan Les Carmes Fond	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	15	NC	16	16	14
	PM ₁₀	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	17	NC	13	13	13
		Nb de jours dont la moyenne journalière > 50 µg/m ³	35	0	NC	1	0	1
	PM _{2.5}	Moyenne annuelle (µg/m ³)	25	10	NC	10	8	7
Perpignan bd Pyrénées Trafic	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40					54
	PM ₁₀	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40					21
		Nb de jours dont la moyenne journalière > 50 µg/m ³	35					4

Tableau 6 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations ATMO Occitanie

Dioxyde d'azote (NO₂)

Les teneurs en NO₂ relevées au niveau de la station ATMO Occitanie Perpignan Les Carmes sont relativement stables au cours de la période 2017-2021 : elles se situent entre 17 et 13 µg/m³ en moyenne annuelle. Les moyennes annuelles mesurées au niveau de la station de fond urbain respectent la valeur limite de 40 µg/m³ sur les cinq dernières années, tandis qu'elle est dépassée au niveau de la station de trafic sur l'année 2021.

Particules PM₁₀ et PM_{2.5}

Après une diminution entre 2017 et 2019, les concentrations en PM₁₀ sont stabilisées à 13 µg/m³ sur la station de fond (pas de donnée d'évolution disponible sur la station de trafic). Les teneurs mesurées sur les deux stations respectent la valeur réglementaire fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle. De même, le seuil réglementaire établi à un maximum de 35 jours de dépassement de la moyenne journalière de 50 µg/m³ est respecté sur les deux stations.

Concernant les particules PM_{2.5}, le seuil réglementaire établi à 25 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur les 5 dernières années au niveau de la station Perpignan Les Carmes.

Conclusion

Ces résultats ne laissent pas envisager de dépassement des valeurs réglementaires concernant les concentrations de NO₂ et de particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}) dans l'environnement de fond urbain du projet, mais des dépassements restent possibles en proximité du trafic routier, notamment pour le NO₂. Les valeurs obtenues à la station de trafic la plus proche restent difficilement extrapolables à la zone de projet (différence de trafic, différence d'aménagements, etc.), une campagne de mesure in situ est donc réalisée afin d'étudier plus précisément la répartition des concentrations de ces polluants au niveau local, notamment au niveau des points de trafic, et ainsi de mieux définir l'état initial.

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 par différents plans d'actions dans lesquels le projet d'aménagement doit s'inscrire de façon cohérente.

II.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.

II.4.2) Les plans à l'échelle régionale

Le **Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE3) d'Occitanie**, 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 Occitanie (ARS) et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), 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 14 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
Renforcer l'appropriation de la santé environnementale pour les citoyens	1 - 3	Promouvoir l'appropriation par le grand public de comportements favorables en santé environnementale
Promouvoir un urbanisme, un aménagement du territoire et des mobilités favorables à la santé	2 - 1	Promouvoir une approche santé environnementale dans les projets d'aménagement
	2 - 2	Promouvoir et valoriser les mobilités favorables à la santé et respectueuses de l'environnement
Prévenir ou limiter les risques sanitaires : les milieux extérieur	3 - 1	Caractériser l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé de la population
Prévenir ou limiter les risques sanitaires : les espaces clos	4 - 1	Former/Sensibiliser au lien entre la qualité de l'air intérieur et la santé

Tableau 7 : axes de travail et actions relatives du PRSE3

La zone dans laquelle s'inscrit le projet n'est pour l'instant pas soumise à élaboration d'un **Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)**.

Le **Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET)** de la région Occitanie, instauré par la loi Notre (Nouvelle organisation territoriale de la république – 7 août 2015) et approuvé le 14 septembre 2022 par arrêté préfectoral est un schéma stratégique en matière d'aménagement du territoire. Il intègre différents documents sectoriels :

- o Le schéma régional des infrastructures et des transports (SRIT),
- o Le schéma régional de l'intermodalité (SRI),
- o Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE),
- o Le schéma régional climat/air/énergie (SRCAE),
- o Le plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD).

Il fixe 27 objectifs stratégiques et thématiques pour le territoire régional, notamment 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 SRADDET intègre également 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) :

- o Penser l'aménagement du territoire au regard des enjeux de santé des populations
- o Baisser de 40 % la consommation d'énergie finale des transports de personnes et de marchandise d'ici 2040
- o Baisser de 20 % la consommation énergétique finale des bâtiments d'ici 2040
- o Améliorer la qualité de l'air en devant Région à énergie positive
- o Améliorer la qualité de l'air dans les territoires urbains à forte croissance démographique



II.4.3] Les plans à l'échelle locale

Le **Plan Local d'Urbanisme intercommunal Déplacements (PDUi-D) de Perpignan Méditerranée Métropole** (qui comprend 36 communes dont la ville de Rivesaltes dans laquelle se situe l'opération d'aménagement) est en cours d'élaboration est un document stratégique relatif aux modes de déplacements de personnes et des marchandises. Il reprend notamment les éléments du Plan Local d'Urbanisme et du Plan de Déplacement Urbain à l'échelle locale. Le document 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, ce plan prévoit la mise en œuvre d'actions favorisant notamment le développement des transports en commun, des circuits de mobilité douce et de la mobilité partagée.

Le **PCAET de la communauté urbaine Perpignan Méditerranée Métropole s'étend sur la période 2018-2024** et est inclus dans un plan plus large : le programme Objectifs de Développement Durable (ODD), fusion de l'A21 local et du PCAET prenant en compte à la fois les enjeux de transitions écologique et énergétique, menées collectivement avec les acteurs locaux grâce aux PActes 21, en cohérence avec les Objectifs de Développement Durable nationaux, de l'Agenda France 2030, et en accord avec la feuille de route de l'ONU. Parmi les 60 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
Préparer l'avenir avec l'aménagement durable	1.2	Améliorer les alternatives de transports Inciter à l'utilisation de modes alternatifs
Valoriser le territoire catalan et ses habitants	2.2	Assurer une production équilibrée de logements, répondant aux besoins tout en ménageant le territoire
Être pionnier sur les enjeux environnementaux méditerranéens	3.4	Elaborer un plan d'amélioration de la qualité de l'air

III. ETAT INITIAL : CAMPAGNE DE MESURE

III.1 Prélèvement et analyse

III.1.1) Polluants mesurés

La note technique du 22/02/2019 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.

Dans le cadre de cette étude, les particules PM₁₀ sont intégrées aux mesures. Afin d'établir un état initial plus complet, la fraction PM_{2.5} des particules est également prise en compte.

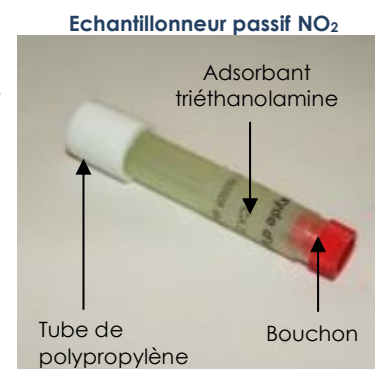
III.1.2) Mesure du dioxyde d'azote

Les mesures du dioxyde d'azote (NO₂) sont réalisées par capteurs à diffusion passive, conformément à la norme NF EN 16339¹. Le principe du prélèvement 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 0,6 µg/m³ (pour deux semaines de mesure).



III.1.3) Mesure passive des particules

En se conformant aux méthodes réglementaires, les mesures de particules en air ambiant nécessitent une instrumentation coûteuse et lourde à mettre en œuvre, notamment pour des besoins d'alimentation électrique. Généralement ces contraintes ne permettent pas de caractériser la pollution atmosphérique sur chaque zone souhaitée. Dans le cadre de cette étude, une méthode alternative est donc proposée.

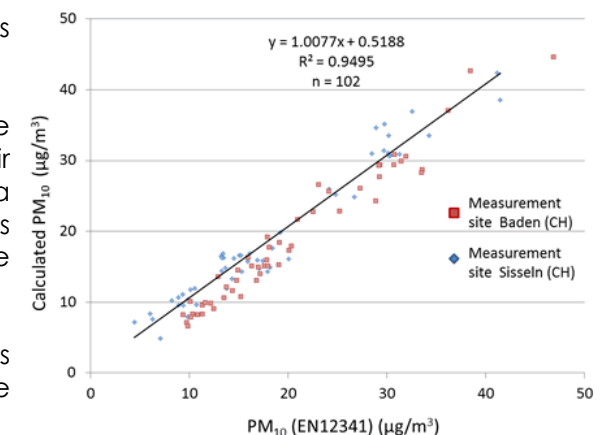
Cette méthode conforme à la norme allemande VDI 2119:2013 (mesure des particules de diamètre aérodynamique entre 2,5 et 80 µm) consiste à recueillir les particules de manière passive à l'aide de collecteurs pouvant être placés sur les supports verticaux du domaine public de la même façon que les boîtes de prélèvement du NO₂.



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

L'analyse granulométrique des films par microscope électronique permet d'évaluer la teneur des PM₁₀ dans l'air ambiant au cours de la période d'exposition. La concentration PM_{2.5} peut être déduite de la valeur des PM₁₀ par soustraction de la masse de particules mesurée entre 2,5 et 10 µm.

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



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.
- Points influencés (I) : lorsque les points ne sont pas suffisamment proches ou éloignés d'un axe, ils sont dits influencés.

En tenant compte de ces paramètres, l'échantillonnage est établi pour :

- **8 points de mesure NO₂**
- **3 points de mesure PM₁₀/PM_{2.5}**

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.

¹ Norme NF EN 16339 : Air ambiant - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion.

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°	Type	Polluant(s) mesuré(s)	Localisation
P1	Trafic	NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Autoroute A9
P2	Influencé	NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Limite Ouest Projet - 300 m de l'A9
P3	Fond urbain	NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Centre Projet - 500 m de l'A9
P4	Trafic	NO ₂	Route départementale RD900
P5	Fond urbain	NO ₂	Chemin de Garriu
P6	Fond urbain	NO ₂	Chemin du Mas Bruguerre
P7	Fond urbain	NO ₂	Avenue Clément Ader
P8	Fond urbain	NO ₂	Route nationale

Tableau 8 : plan d'échantillonnage

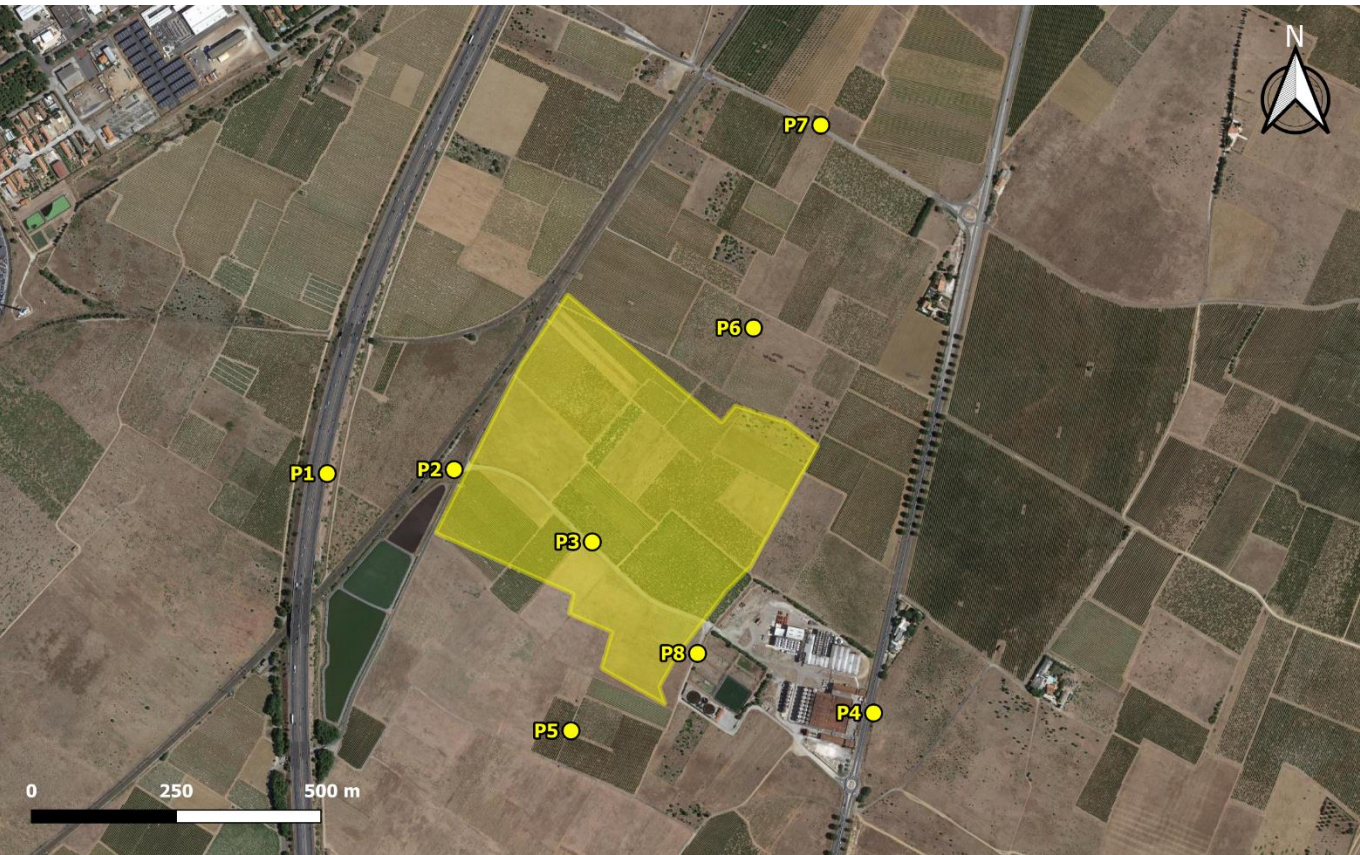


Figure 8 : plan d'échantillonnage

III.2.2) Période de mesure

Les concentrations en polluants atmosphériques présentent un comportement saisonnier marqué. Dans le cadre de cette étude, **une seule campagne de mesure** est dimensionnée. La campagne de mesure est réalisée du **24 octobre au 7 novembre 2022**. Cette période correspond aux vacances scolaires, ce peut avoir une influence sur la circulation routière. Néanmoins, l'étude des conditions de pollution atmosphérique au niveau des stations de surveillance de la qualité de l'air pendant la campagne et à l'échelle annuelle permette d'extrapoler les résultats (cf. II.3.2)).

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 chaque campagne de mesure sont comparées aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1991 à 2020 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche de la zone d'étude présentant ces données est celle de Perpignan, située à environ 7 km au sud 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 au projet.

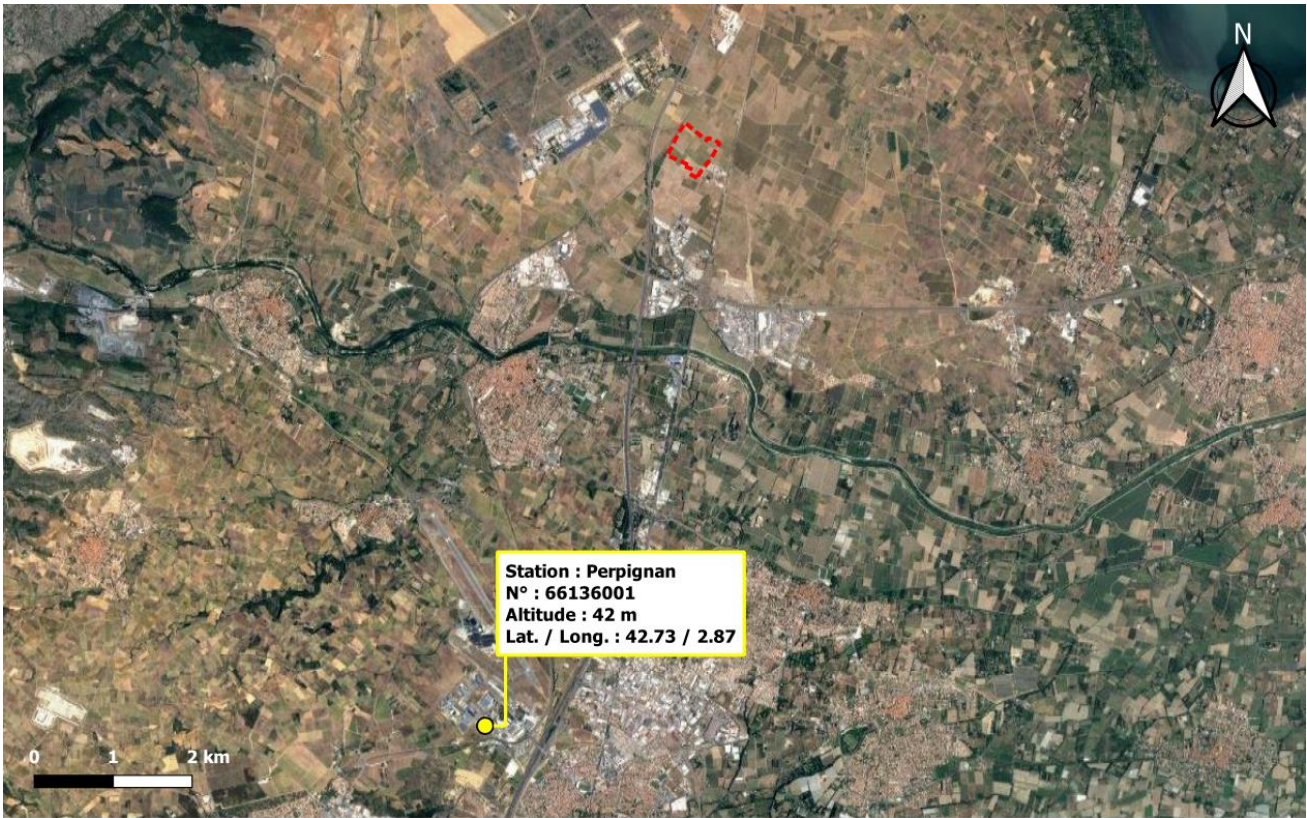


Figure 9 : localisation de la station météorologique de référence

III.3.2) Pollution atmosphérique

L'étude des données enregistrées par le réseau local de surveillance de la qualité de l'air (ATMO Occitanie) permet d'appréhender les conditions de pollution atmosphérique au cours des mesures par rapport à la moyenne annuelle.

Dans le cadre de cette étude, les stations utilisées sont celles identifiées dans le paragraphe II.3.2).

III.4 Résultats de la campagne

III.4.1) Conditions météorologiques

- Températures et précipitations :

La figure suivante présente la comparaison des températures et précipitations enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales annuelles de la station Perpignan.

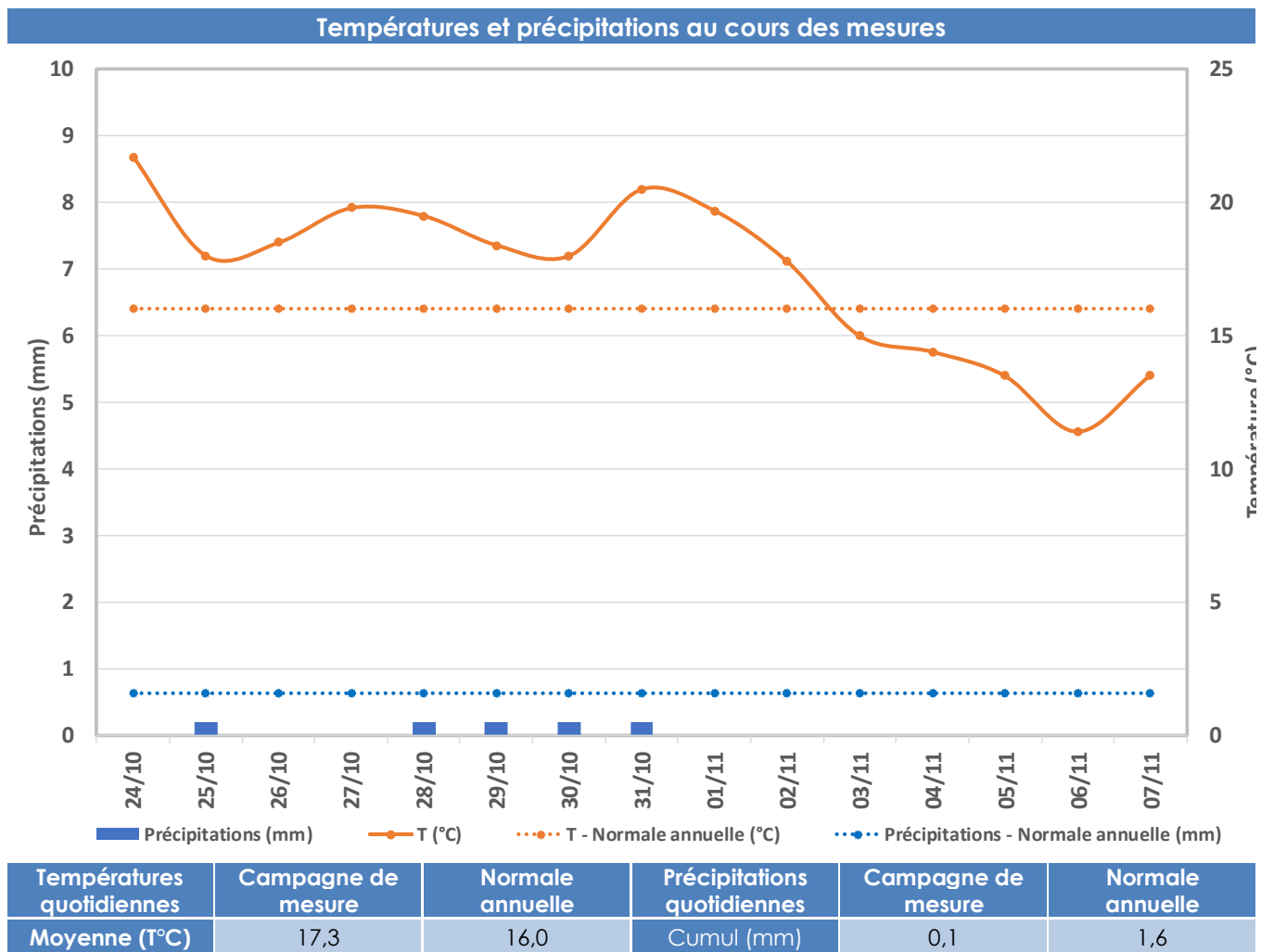


Figure 10 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont légèrement supérieures à la moyenne annuelle, indiquant des conditions plus favorables à une diminution des concentrations en NO₂ pendant la campagne.

Par ailleurs, les précipitations sont nulles durant les 15 jours de mesure, ce qui peut contribuer à une augmentation des concentrations en particules par rapport à la moyenne annuelle.

- 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 :

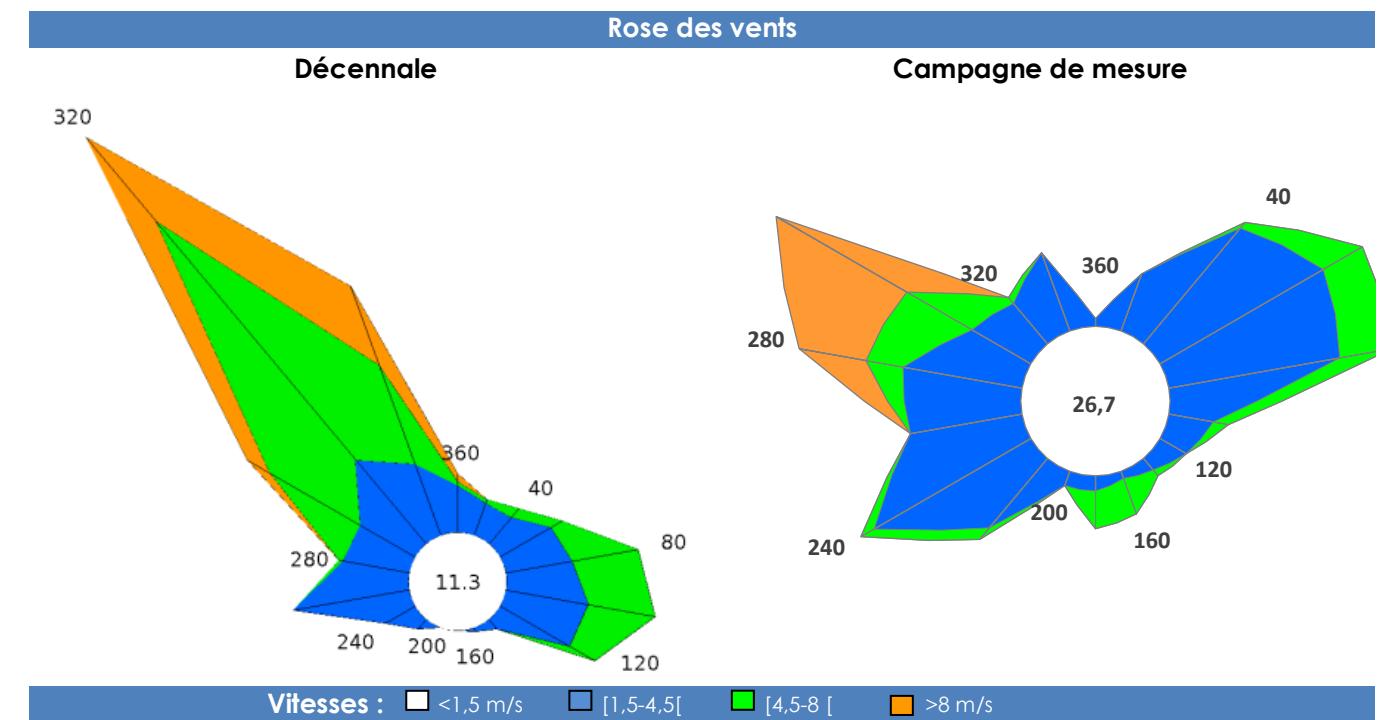


Figure 11 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents est caractérisée par deux composantes (nord-ouest et nord-est), proche des composantes de la décennale. Ces conditions indiquent un impact potentiel plus important en direction des zones situées au sud des axes routiers les plus polluants. Les vitesses de vents relevées pendant la campagne sont faibles (27 % des vents sont inférieurs à 1,5 m/s), ce qui indique une dispersion limitée de la pollution atmosphérique au cours de la période de mesure par rapport aux normales.

III.4.2) Conditions de pollution atmosphérique

Les concentrations en NO₂ enregistrées par ATMO Occitanie au niveau des stations Atmo Occitanie sur l'année 2021 et la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2021 (µg/m³)	Ecart (%) Campagne / 2021
Perpignan Les Carmes Fond urbain	NO ₂	16,1	14	15 %
	PM ₁₀	23,6	13	82 %
	PM _{2,5}	10,5	7	50 %
Perpignan bd Pyrénées Trafic	NO ₂	40,0	54	-26 %
	PM ₁₀	31,7	21	51 %

Tableau 9 : étude des données ATMO Occitanie

Les teneurs en NO₂ sont légèrement plus fortes (15 %) lors de la campagne de mesure qu'en moyenne annuelle pour la station de fond urbain. A l'inverse, pour la station de trafic, une diminution de l'ordre de 26 % est observée (cette station étant davantage soumise à l'influence de la circulation routière qu'aux conditions atmosphériques). Les mesures de particules sont nettement supérieures (> 50 %) durant la période de mesure sur les deux typologies par rapport la moyenne annuelle 2021. Ce résultat s'explique par la multiplicité des facteurs ne permettant pas d'incriminer un événement en particulier : variation des émissions locales, climatologie, météorologie...

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.

III.4.3) Validité des mesures par capteurs passif

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

- L'analyse d'un capteur non exposé (appelé « blanc ») ayant été transporté avec les échantillons lors de tous les trajets entre le laboratoire et les sites de mesure. L'analyse du blanc permet de quantifier la présence résiduelle de polluants gazeux sur les supports non liée à l'air échantillonné.
- 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 standard³ 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	11,9 µg/m ³
Ecart standard du doublet	2,4 %
Incertitude théorique élargie (donnée Passam)	20,3 %

Tableau 10 : facteurs de validité des mesures

La concentration en NO₂ mesurée sur le blanc est inférieure 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 inférieur à cette incertitude et indique donc une bonne répétabilité de la mesure.

III.4.4) Concentrations en NO₂

Les concentrations en NO₂ mesurées sur chaque point sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Concentration (µg/m ³)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Typologie	Trafic	Influencé	Fond	Trafic	Fond	Fond	Fond	Fond
NO ₂	20,6	13,7	13,1	23,1	12,9	11,9	13,9	11,8

Tableau 11 : résultats des mesures pour le NO₂

III.4.5) Concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5}

Concentration en µg/m ³	P1	P2	P3
PM ₁₀	32,7	36,1	30,5
PM _{2,5}	16,7	19,2	14,0

Tableau 12 : résultats des mesures pour les particules

III.4.6) Cartographie des résultats

Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en figure 12.

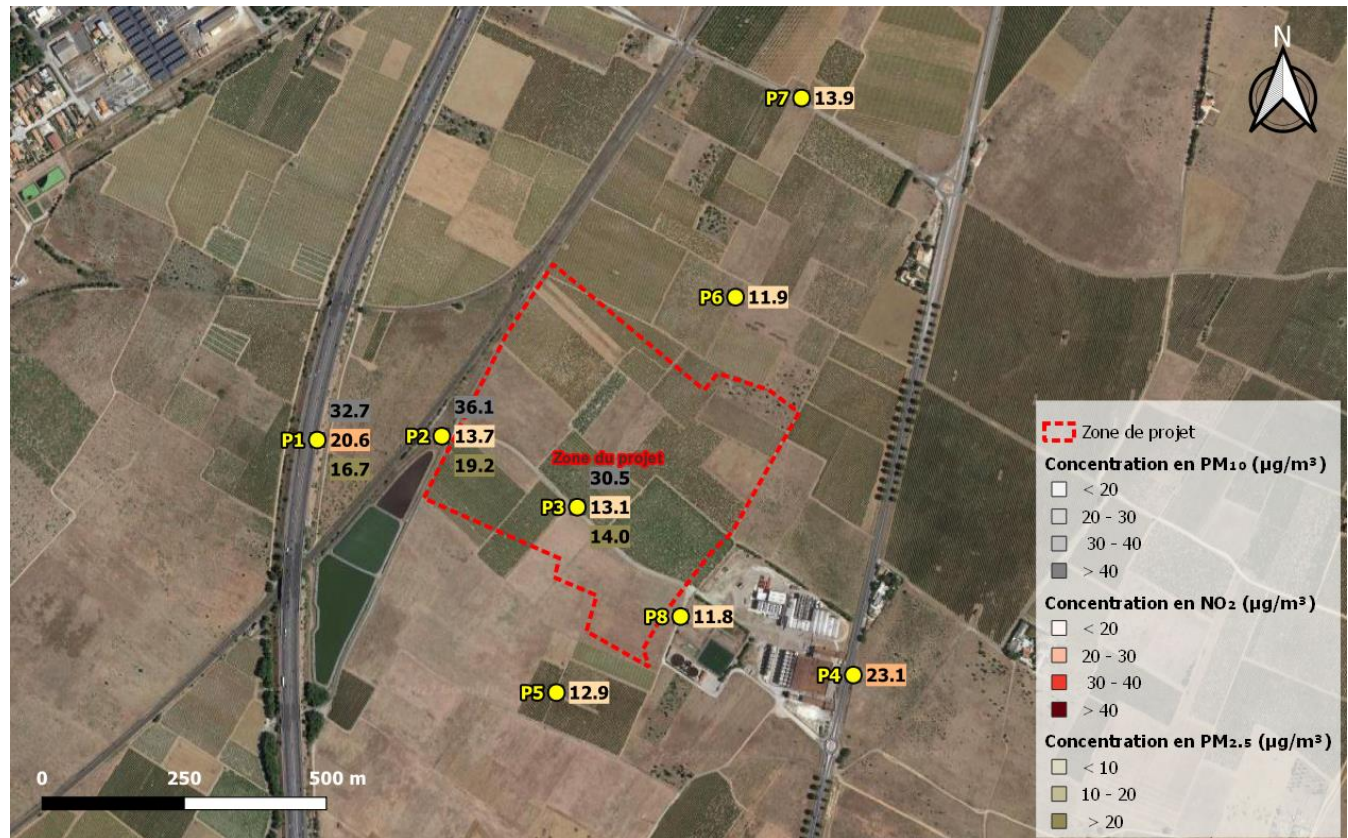


Figure 12 : cartographie des résultats

Les concentrations en NO₂ sur la zone d'étude sont relativement faibles, avec des valeurs comprises entre 11 et 23 µg/m³. Les points de trafic P1 et P4 présentent les concentrations les plus élevées, avec des valeurs supérieures à 20 µg/m³, ce qui s'explique par la proximité de ces points avec les axes routiers les plus fréquentés : la route nationale RN9 et l'autoroute A9. Les points de fond enregistrent les concentrations les plus faibles sur la zone (inférieures à 15 µg/m³) ce qui s'explique par leur éloignement plus important par rapport à ces sources d'émissions.

Les concentrations en PM₁₀ / PM_{2,5} mesurées au niveau des trois points de mesure sont plus homogènes et peuvent être considérées comme relativement importantes. Ce résultat s'explique par la contribution moins importante du trafic routier sur les émissions de ce polluant et par l'influence plus forte du secteur agricole (25 % à l'échelle de la région Occitanie) ainsi que par l'influence d'autres paramètres locaux : météorologie, climatologie...

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

III.5 Comparaison à la réglementation

III.5.1) Cadre réglementaire

Les valeurs utilisées (valeurs limites et objectif de qualité) 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 mesure⁴ et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs⁵.

Les graphiques suivants présentent les concentrations mesurées au cours de la période de mesure, associées à une barre d'erreur indiquant la valeur attendue en moyenne annuelle d'après les conditions de la campagne observées au niveau des stations du réseau local de la qualité de l'air (cf. paragraphe III.4.2).

III.5.2) Dioxyde d'azote (NO₂)

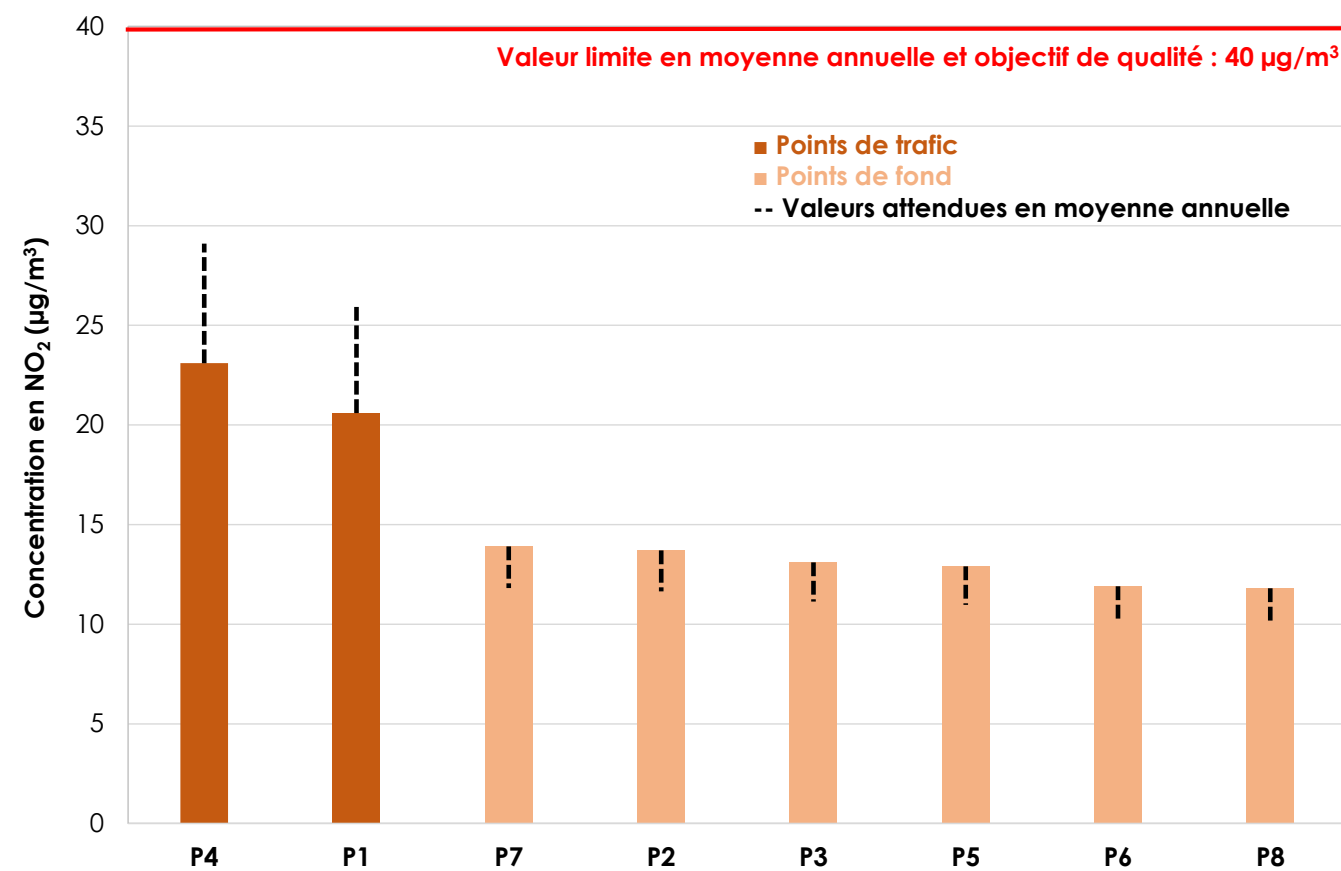


Figure 13 : comparaison des résultats des mesures NO₂ à la réglementation

La distribution des concentrations est cohérente avec la typologie des points de mesure. Bien que la campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO₂ plus faibles d'environ 26 % par rapport à la moyenne annuelle en situation trafic, les faibles valeurs mesurées ne laissent envisager aucun dépassement à l'échelle annuelle.

III.5.3) Particules PM₁₀ et PM_{2,5}

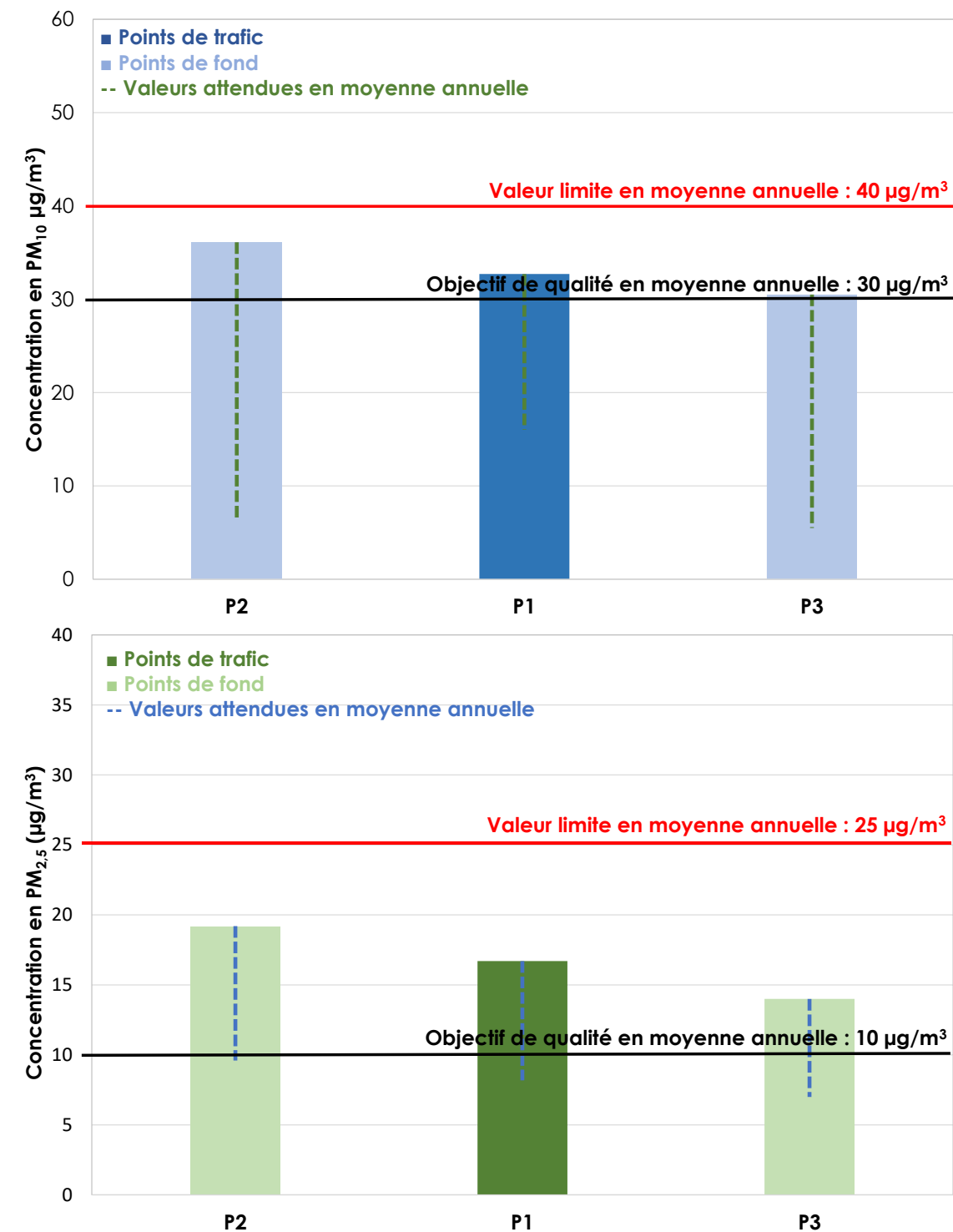


Figure 14 : comparaison des résultats des mesures PM₁₀ et PM_{2,5} à la réglementation

Pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, les données des stations de mesure ATMO Occitanie indiquent des valeurs plus fortes de 50 % à 82 % au cours de la période de mesure par rapport à la moyenne annuelle. Dans ces conditions, aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est envisagé ni pour les PM₁₀ ni pour les PM_{2,5} sur tous les points à l'échelle annuelle.

⁴ 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.

⁵ 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. ETAT INITIAL : MODELISATION DES CONCENTRATIONS

IV.1 Logiciel de modélisation utilisé

La modélisation des concentrations dans le domaine d'étude est réalisée à l'aide du logiciel **Aria Impact™** qui utilise à la fois le **modèle AIM**, développé par la société Aria Technologies et le **modèle AERMOD**, développé par l'US EPA. Il s'agit dans les deux cas d'un modèle de dispersion atmosphérique 2D de type gaussien. Le logiciel de modélisation intègre un module de traitement des données météorologiques ainsi que des données topographiques.

Les concentrations sont modélisées sur des **mailles de calcul de 10 m x 10 m** à partir des sources d'émissions linéiques issues du trafic routier qui sont ensuite additionnées aux concentrations de fond en polluants atmosphériques dans l'environnement de la zone d'étude pour estimer l'exposition des populations.

IV.2 Données d'entrée

IV.2.1) Polluants estimés

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

- o Les oxydes d'azote (NO_x)
- o Le dioxyde de soufre (SO₂)
- o Le monoxyde de carbone (CO)
- o Le benzo[a]pyrène
- o Les composés Organiques Volatils (COV)
- o Le benzène (C₆H₆)
- o Les particules émises à l'échappement (PM_{2.5} et PM₁₀)
- o L'arsenic (As) et le nickel (Ni)

En complément de ces polluants, les émissions de CO₂ sont également calculées afin d'évaluer l'impact sur l'effet de serre et la consommation énergétique.

IV.2.2) Données de trafic

Les hypothèses suivantes sont prises par Rincet Air pour compléter les données issues de l'étude de circulation de TransMobilités référencée « Rivesaltes – Etude d'impact circulatorio d'un projet de maison d'arrêt » de juillet 2020. :

- en l'absence de renseignement concernant le trafic au niveau de l'Autoroute A9 située à l'ouest du projet, les données de circulation de cet axe sont issues de la base de données du Ministère de la Transition Ecologique référencée « Trafic moyen journalier annuel sur le réseau routier national » réalisée pour l'année 2019 ;
- en l'absence de données TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel), les données TMJO (Trafic Moyen Journalier Ouvrable) sont reprises de façon majorante ;
- les vitesses moyennes pratiquées sont considérées égales aux vitesses limites autorisées sur la voie.

Le tableau 13 présente l'ensemble des données de trafic considérées :

N°	Axe routier	Actuel 2022		
		TMJA	%PL	Vit.
1	A9 - La Catalane	45413	23,2%	130
2	RD900 - Mas Chauvet	15210	12,8%	90

Tableau 13 : données de trafic

IV.2.3) Facteurs d'émissions unitaires

On appelle "facteur d'émission" les quantités de polluants en g/km rejetées par type de 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 :

- o de la nature des polluants
- o du type de véhicule (essence/diesel, VL/PL)
- o du "cycle" (trajet urbain, autoroute, moteur froid/chaud)
- o de la vitesse du véhicule
- o 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'**IFSTTAR**⁶. Le modèle de calcul des émissions utilisé est le logiciel **TREFFIC™** (TRaffic Emission Factors Improved Calculation).

IV.2.4) Météorologie

La dispersion est modélisée avec les données horaires de vent sur 1 an (2021) acquises auprès de la station Météo France de Perpignan (66). La figure 15 présente la rose des vents des données utilisées. La rose des vents est majoritairement caractérisée par un secteur nord-ouest majoritaire.

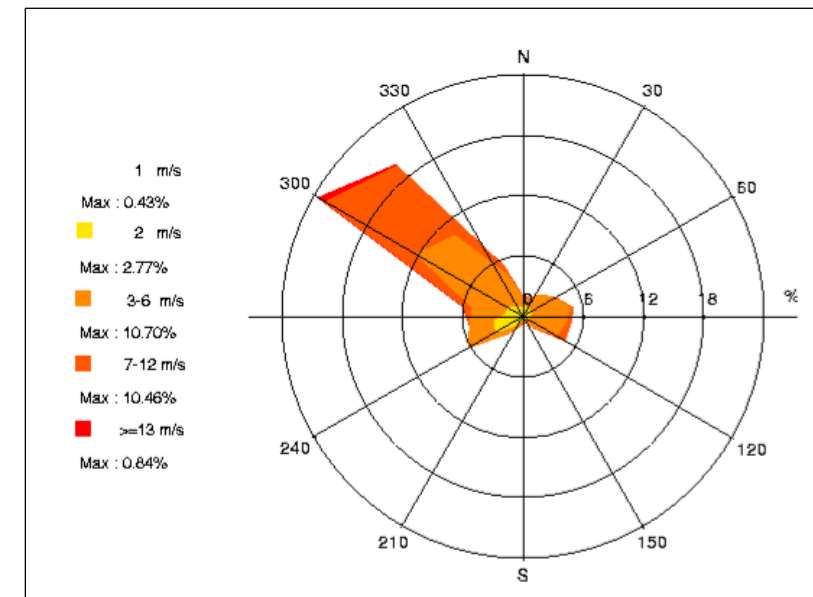


Figure 15 : rose des vents utilisée pour la modélisation

⁶ « Dynamique de renouvellement du parc automobile - Projection et impact environnemental », Zéhir KOLLI, Thèse pour le doctorat en Sciences Economiques, 2012.

IV.2.5) Topographie

La topographie est issue d'une extraction puis d'une interpolation des fichiers SRTM NASA avec une résolution de 100 m. La figure 16 présente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude indiquant un relief peu marqué ne laissant pas envisager d'effets significatifs sur la dispersion des polluants.



Figure 16 : représentation du relief en vue 2D

IV.2.6) Pollution de fond

Les concentrations de fond en particules PM₁₀ et particules PM_{2,5} sont issues des résultats de la campagne de mesure recalés avec la moyenne annuelle 2021 de la station ATMO Occitanie « Perpignan Les Carmes », située à environ 11 km au sud de la zone de projet.

La concentration de fond en NO₂ utilisée est prise d'après la moyenne des concentrations mesurées au niveau des points de fond lors de la campagne réalisée par Rincents Air dans l'environnement du projet en octobre 2022, rationalisée par rapport à la moyenne annuelle (ratio campagne / moyenne 2021 de la station de fond ATMO Occitanie de Perpignan Les Carmes).

Concentration (µg/m³)	P2	P3	P5	P6	P7	P8	Moyenne	% Campagne / 2021 Station AASQA	Valeur retenue
Typologie	Fond	Fond	Fond	Fond	Fond	Fond			
NO ₂	13,7	13,1	12,9	11,9	13,9	11,8	12,9	15%	11,0

Tableau 14 : concentrations de fond pour le NO₂

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 français⁷. La valeur pour le chrome VI est estimée à partir des concentrations de fond en chrome total d'après le ratio maximal déterminé par les études bibliographiques disponibles⁸.

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

Polluant	Valeur (µg/m³)	Polluant	Valeur (µg/m³)
PM ₁₀	16,2	Anthracène	0,0003
PM _{2,5}	8,3	Benzo(A)anthracène	0,0001
NO ₂	11,0	Benzo(A)pyrène	0,0002
Benzène	0,7	Benzo(B)fluoranthène	0,0002
Arsenic	0,0002	Benzo(K)fluoranthène	0,0001
Chrome VI	0,0000525	Benzo(J)fluoranthène	0,0001
Nickel	0,0009	Benzo(GHI)pérylène	0,0002
1,3-butadiène	0,2000	Chrysène	0,0004
		Dibenzo(a,h)anthracène	0,00002
		Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,0002
		Acénaphthène	0,00030
		Acénaphthylène	0,00030
		Fluorène	0,00015
		Fluoranthène	0,00180
		Phénanthrène	0,00510
		Pyrène	0,00130

Tableau 15 : bruit de fond

⁷ 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.

⁸ Tirez et al. (2011) : ratios CrVI/Cr de 2,6 à 3,5 % mesuré à proximité et à distance de sources anthropogéniques en région flamande, Belgique.

IV.3 Calcul des émissions polluantes et modélisation à l'état actuel

IV.3.1) Emissions polluantes globales

Les tableaux ci-dessous présentent les émissions totales pour l'ensemble du réseau routier considéré à l'état actuel (2021) pour les polluants à effets sanitaires (PES) et les gaz à effet de serre (GES) :

Emissions	Unité	Actuel
CO	kg/j	246,3630
Benzène	g/j	161,8373
Benzo[a]pyrène	g/j	0,2136
Arsenic	g/j	0,0029
SO ₂	kg/j	0,6196
Nickel	g/j	0,0142
COVNM	kg/j	4,9920
NO _x	kg/j	138,0142
PM _{2.5}	kg/j	6,1086
PM ₁₀	kg/j	8,7523

Tableau 16 : bilan des émissions de PES

Emissions	Unité	Actuel
Consommation	tep/j	19,2568
CO ₂	t/j	60,8674
N ₂ O	t/j	2,9916
CH ₄	t/j	1,4377

Tableau 17 : bilan des émissions de GES

IV.3.2) Modélisation des concentrations

Les résultats sont présentés pour le NO₂, polluant le plus représentatif des émissions liées à la circulation automobile.



Figure 17 : concentration moyenne journalière en NO₂ – état actuel

Le tableau suivant présente les concentrations annuelles en NO₂ modélisées au niveau des différents points d'intérêts dans la bande d'étude :

Point d'intérêt	Concentration annuelle NO ₂ (µg/m³)
	Actuel (2022)
Point le moins exposé (min)	11,0
Point le plus exposé (max)	49,1
Bordure ouest Projet	18,3
Bordure est Projet	14,8
Centre Projet	15,7

Tableau 18 : concentrations moyennes en NO₂ sur les points d'intérêt

V. EFFETS DU PROJET : MODELISATION DES CONCENTRATIONS

V.1 Données d'entrée

Les données d'entrée considérées pour l'état actuel sont reprises pour tous les paramètres et complétées par les données de trafic supplémentaires pour les deux scénarios suivants :

- o La situation future sans projet (2026)
- o La situation future avec projet (2026)

Les hypothèses suivantes sont utilisées par Rincenc Air pour compléter les données de l'étude réalisée par TransMobilités et référencée « Rivesaltes – Etude d'impact circulaire d'un projet de maison d'arrêt » de juillet 2020 :

- le réseau routier est considéré selon le scénario le plus défavorable vis-à-vis de l'augmentation du trafic (scénario 3 – Accès nord unique)
- en l'absence de données pour le scénario futur sans projet, le trafic est considéré équivalent à l'état actuel sur tous les axes
- en l'absence de données sur l'autoroute A9, le trafic est considéré équivalent à l'état actuel pour le scénario futur avec projet (cf. source des données pour l'état initial)
- en l'absence de données en TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel), les données de trafic en Unité de Véhicule particulier (UVP) pour les Heures de Pointe du Matin et du Soir (HPM/HPS) sont converties en TMJA à l'aide de la formule suivante : $TMJA = f \times (HPS + HPM)$ où f est un facteur de conversion équivalent à 4 sur le réseau primaire (départementale) et 3 sur le réseau secondaire (voirie urbaine) ;
- les vitesses moyennes pratiquées sont considérées égales aux vitesses limites autorisées sur la voie.

Le tableau 13 présente l'ensemble des données de trafic considérées :

N°	Axe routier	Actuel 2022			2026 Sans Projet			2026 Avec Projet			Delta avec/sans projet (%)
		TMJA	%PL	Vit.	TMJA	%PL	Vit.	TMJA	%PL	Vit.	
1	A9 - La Catalane	45413	23,2%	130	45413	23,2%	130	45413	23,2%	130	0%
2	RD900 - Mas Chauvet - Nord	15210	12,8%	90	15210	12,8%	90	15376	12,8%	90	1%
3	Chemin de Garriu	0	0,0%	50	0	0,0%	50	1242	0,0%	50	+ ∞
4	Accès Centre pénitentiaire	0	0,0%	50	0	0,0%	50	1242	0,0%	50	+ ∞
5	RD900 - Mas Chauvet - Sud	15210	12,8%	90	15210	12,8%	90	16700	12,8%	90	10%

Tableau 19 : données de trafic

Ces données de trafic permettent de définir la bande d'étude conformément au tableau 20 :

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

La figure 18 présente la bande d'étude du projet :



Figure 18 : bande d'étude

V.2 Résultats du calcul des émissions polluantes

V.2.1) Emissions polluantes globales

Les tableaux ci-dessous présentent les émissions totales pour l'ensemble du réseau routier considéré pour l'état actuel (2021) et l'état futur à l'horizon de mise en service du projet (2026) pour les polluants à effets sanitaires (PES) et les gaz à effet de serre (GES) :

Emissions	Unité	Actuel	Futur sans projet	Variation Futur sans projet / Actuel	Futur avec projet	Variation Futur avec projet / Actuel	Variation Futur avec projet / sans projet
CO	kg/j	246,3630	127,7736	-48,1%	128,3335	-47,9%	0,44%
Benzène	g/j	161,8373	73,3925	-54,7%	73,8582	-54,4%	0,63%
Benzo[a]pyrène	g/j	0,2136	0,1256	-41,2%	0,1274	-40,4%	1,43%
Arsenic	g/j	0,0029	0,0020	-31,1%	0,0020	-30,3%	1,20%
SO ₂	kg/j	0,6196	0,4308	-30,5%	0,4362	-29,6%	1,26%
Nickel	g/j	0,0142	0,0101	-29,3%	0,0102	-28,3%	1,34%
COVNM	kg/j	4,9920	2,7889	-44,1%	2,8082	-43,7%	0,69%
NO _x	kg/j	138,0142	58,0275	-58,0%	58,5738	-57,6%	0,94%
PM _{2.5}	kg/j	6,1086	3,3503	-45,2%	3,3900	-44,5%	1,18%
PM ₁₀	kg/j	8,7523	5,1452	-41,2%	5,2072	-40,5%	1,21%

Tableau 21 : bilan des émissions de PES

Emissions	Unité	Actuel	Futur sans projet	Variation Futur sans projet / Actuel	Futur avec projet	Variation Futur avec projet / Actuel	Variation Futur avec projet / sans projet
Consommation	tep/j	19,2568	13,0567	-32,2%	13,1950	-31,5%	1,06%
CO ₂	t/j	60,8674	41,2314	-32,3%	41,6685	-31,5%	1,06%
N ₂ O	t/j	2,9916	2,0960	-29,9%	2,1196	-29,1%	1,13%
CH ₄	t/j	1,4377	0,6070	-57,8%	0,6145	-57,3%	1,23%

Tableau 22 : bilan des émissions de GES

Une baisse globale des émissions de PES peut être constatée entre le scénario futur sans projet et le scénario actuel (environ -40 %). Celle-ci s'explique par les hypothèses de mise en circulation de véhicules moins polluants entre 2022 et 2026 sur la base des données IFSTTAR.

La variation du trafic routier dans la zone d'étude entre le scénario avec projet et le scénario sans projet entraîne une variation négligeable de l'ensemble des émissions de l'ordre de 1 %. Celle-ci est principalement due à l'absence d'impact du projet sur l'autoroute A9 qui représente la majorité du trafic considéré dans les simulations.

Globalement le scénario avec projet entraîne une variation négligeable de l'ordre de 1 % des émissions polluantes par rapport au scénario sans projet à l'horizon 2026.

V.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 les scénarios futurs sans projet (2026) et futurs avec projet (2026).



Figure 19 : émissions de NO_x – scénario futur sans projet



Figure 20 : émissions de NO_x – scénario futur avec projet

V.2.3) Etude des variations liées au projet

La figure suivante présente les variations des émissions de NO_x entre les scénarios avec et sans projet à l'horizon 2026 :



Figure 21 : variation émissions de NO_x avec / sans projet

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

N°	Brin routier	Emissions de NO _x (g/j/m)			Variation Futur avec/sans projet (%)
		Actuel	Sans projet	Avec projet	
1	A9 - La Catalane	43,19	18,52	18,52	0,0
2	RD900 - Mas Chauvet - Nord	16,76	3,83	3,87	1,1
3	Chemin de Garriu	0,00	0,00	0,26	+ ∞
4	Accès Centre pénitentier	0,00	0,00	0,26	+ ∞
5	RD900 - Mas Chauvet - Sud	0,00	3,83	4,20	9,8

Tableau 23 : récapitulatif des émissions de NO_x par brins routiers

Les augmentations d'émissions polluantes les plus importantes sont observées sur la section sud de la route départementale RD900 en lien avec la desserte au projet. Les axes générés dans le cadre du projet (brin n° 3 et 4) sont associés à des émissions très faibles, de l'ordre de 0,2 g/j/m.

V.2.4) Monétarisation des coûts collectifs liés aux émissions de polluants à effet sanitaire (PES)

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 24 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 24 : valeurs tutélaires du coût de la pollution liée au trafic routier

D'après les données INSEE de 2019, la densité de population maximale sur le projet correspond à celle de la ville de Rivesaltes avec 309 habitants/km². Les valeurs tutélaires sont donc sélectionnées sur la gamme « urbain diffus ».

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 2021. Entre 2010 et 2021, la moyenne annuelle de l'évolution du PIB par habitant est de 0,69 % 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 2021 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 V.2.1)¹¹.

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 l'ensemble des valeurs considérées pour l'évolution des valeurs tutélaires :

	Actuel 2022		2026 sans projet		2026 avec projet	
	Brut	Evolution / 2010	Brut	Evolution / 2010	Brut	Evolution / 2010
PIB par habitant (€)	34 676	7,8%	35 640	10,8%	35 640	10,8%
TMJA total du projet (véh/j)	75 833	10,4%	75 833	10,4%	79 973	18,0%
Emissions PM _{2.5} +NO _x +COVNM+SO ₂ (kg/j)	149,7	-59,0%	64,6	-82,3%	65,2	-82,1%
Evolution globale		-51,2%		-78,4%		-76,6%

Tableau 25 : facteurs d'évolution des valeurs tutélaires

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 :

	2010	Actuel 2022	2026 sans projet	2026 avec projet
Evolution globale depuis 2010	0,0%	-51,2%	-78,4%	-76,6%
Valeur tutélaire VP (€/100 véh.km)	1,0	0,5	0,2	0,2
Valeur tutélaire PL (€/100 véh.km)	9,4	4,6	2,0	2,2

Tableau 26 : 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.

Scénario	Actuel 2022	2026 sans projet	2026 avec projet
Trafic VP (véh.km)/j	124 003	124 003	126 061
Trafic PL (véh.km)/j	32 441	32 441	32 658
Coût VP (€/j)	605	268	295
Coût PL (€/j)	1 488	660	718
Coût total (€/j)	2094	928	1013

Tableau 27 : coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique **augmentent d'environ 9 %** avec la mise en place du projet.

V.2.5) Monétarisation des coûts collectifs liés aux gaz à de serre (GES)

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 2022	2026 sans projet	2026 avec projet
Coût de la tonne de CO ₂ (€/t)	162,8	206,4	206,4
CO ₂ émis (t/j)	60,9	41,2	41,7
Coût CO ₂ émis (€/j)	9909,2	8510,2	8600,4

Tableau 28 : coûts collectifs liés à l'effet de serre

La mise en place du projet entraîne **une augmentation d'environ 1 %** des coûts collectifs liés à l'effet de serre par rapport à la situation sans projet.

¹² La valeur de l'action pour le climat. Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Fév. 2019. Centre d'analyse stratégique. La Documentation française.

V.3 Résultats de la modélisation

V.3.1) Cartographies des concentrations

Les résultats sont présentés pour le NO₂, polluant le plus représentatif de la pollution liée au trafic routier :

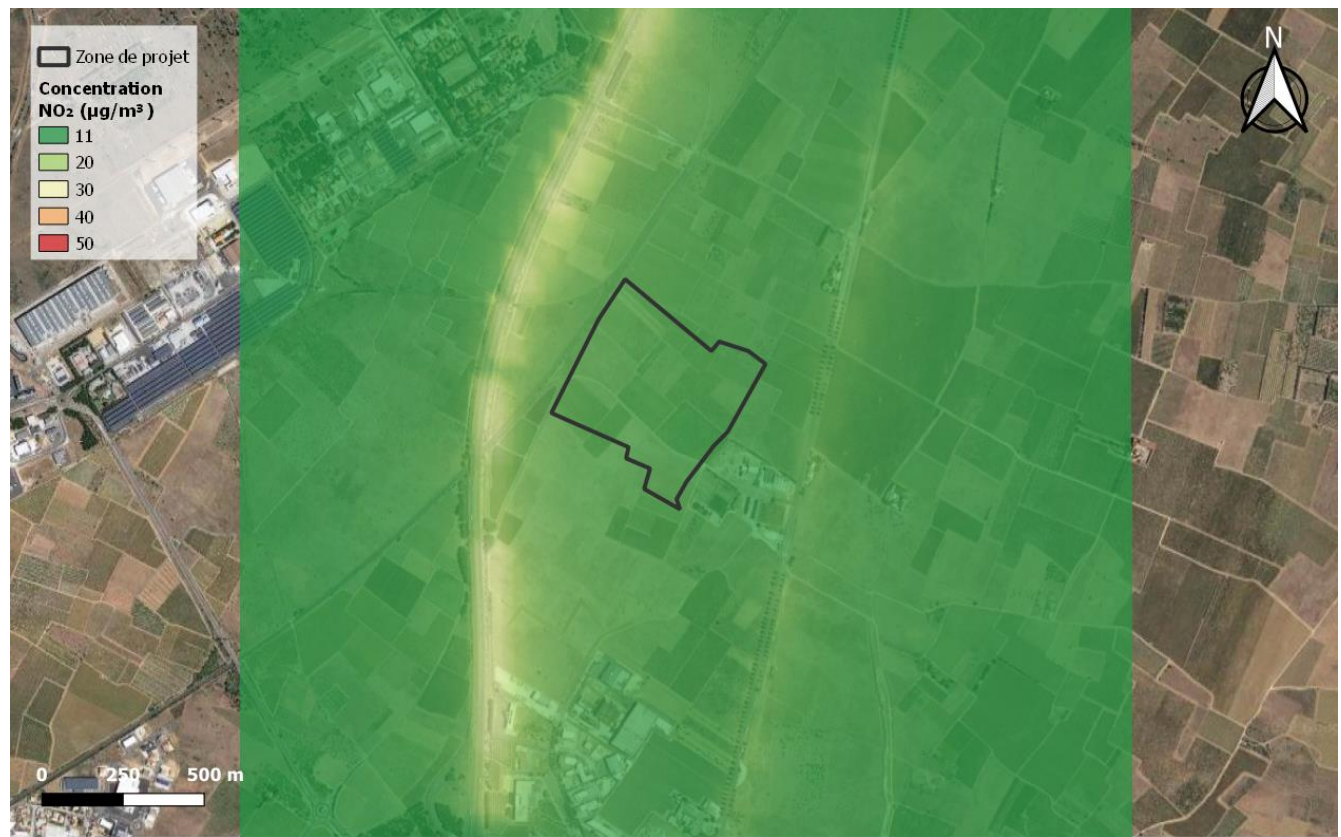


Figure 22 : concentration moyenne journalière en NO₂ – scénario futur sans projet



Figure 23 : concentration future moyenne journalière en NO₂ – futur avec projet

V.3.2) Etude des variations liées au projet

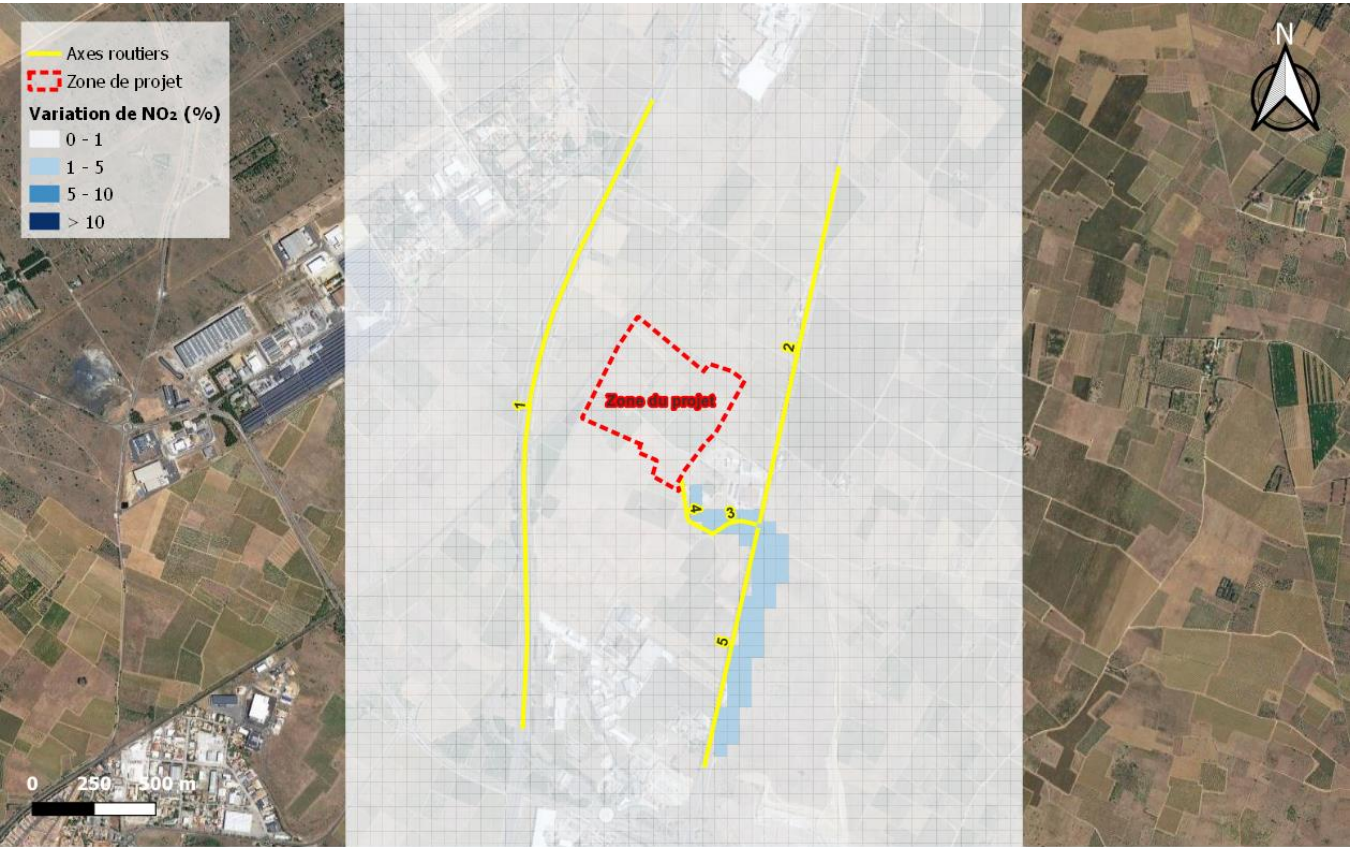


Figure 24 : variation des concentrations en NO₂ entre le scénario futur sans projet et avec projet

A l'horizon 2026, les variations les plus importantes entre les scénarios avec et sans projet sont observées au niveau de l'accès au centre pénitentiaire avec un impact limité entre 1 et 5 %.

Le tableau suivant présente les concentrations annuelles en NO₂ modélisées au niveau des différents points d'intérêts dans la zone d'étude :

Point d'intérêt	Concentration annuelle NO ₂ (µg/m ³)			Variation (%)	
	Actuel (2022)	Futur (2026) sans projet	Futur (2026) avec projet	Futur avec / sans projet	Actuel / futur avec projet
Moyenne dans la bande d'étude	18,70	14,19	14,23	0,27%	-23,90%
Point le moins exposé (min)	11,00	11,00	11,00	0,00%	0,00%
Point le plus exposé (max)	49,10	25,99	26,00	0,03%	-47,05%
Bordure ouest Projet	18,30	14,80	14,81	0,03%	-19,08%
Bordure est Projet	14,80	12,71	12,71	0,05%	-14,11%
Centre Projet	15,70	13,25	13,25	0,03%	-15,61%

Tableau 29 : concentrations moyennes en NO₂ sur les points d'intérêt

En moyenne sur la bande d'étude du projet, les résultats indiquent une variation non significative des concentrations de NO₂ entre les scénarios avec et sans projet (0,3 %). Le point d'exposition minimal et maximal dans la bande d'étude présente également une variation non significative.

Par ailleurs, les concentrations modélisées montrent une diminution de 24 % en moyenne dans la bande d'étude entre le scénario futur avec projet et le scénario actuel. De même, une amélioration significative de la qualité de l'air (comprise entre -15 et 20 %) est observée sur l'ensemble des points d'intérêts entre le scénario futur avec projet et le scénario actuel.

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 le NO₂, conformément à la note technique du 22 février 2019 relative aux études air et santé :

$$IPP = \sum_i IPP_i = \sum_i C_i \times P_i$$

Où : IPP_i est l'IPP à l'échelle d'une maille i ou d'un bâtiment i
C_i est la concentration en NO₂ pour la maille élémentaire i ou pour le bâtiment i
P_i est la population présente sur la maille élémentaire i ou dans le bâtiment i

L'INSEE met à disposition les données de population issues du dernier recensement (2015) à l'échelle de carreaux de 200 m de côté. Cette population est attribuée de façon homogène à chaque bâtiment présent dans la maille d'après la BD TOPO® IGN (2020). La population pour le scénario actuel et les scénarios futur sans projet et avec projet sont considérés identiques.

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.

	Scénario 2022 Actuel	Scénario 2026 Sans projet	Scénario 2026 Avec projet	Delta 2026 avec/sans projet
IPP NO _x moyen	195,00	164,44	165,11	0,41%

Tableau 30 : IPP selon les scénarios considérés

A l'horizon 2026, le projet entraîne une **variation négligeable de l'IPP dans la bande d'étude**. Ce résultat s'explique par la faible variation des concentrations entre les scénarios futurs avec et sans projet et par la faible population ans l'environnement du projet.

Pour illustrer la variation de l'IPP global, la figure suivante illustre le nombre d'habitants exposés par classe de concentration de NO₂ 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 %.

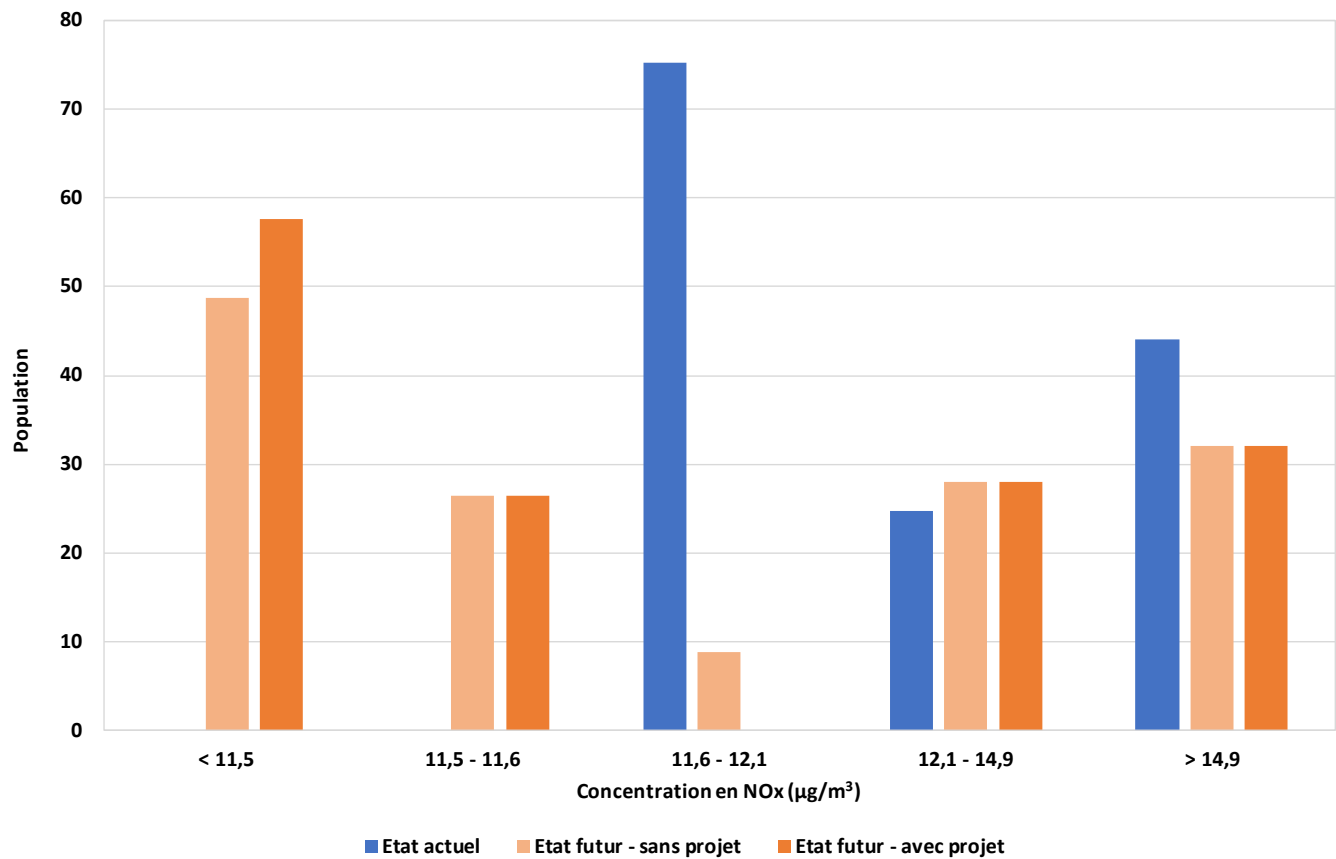


Figure 25 : histogrammes de distribution concentration/population pour le NO₂

Par rapport à la situation actuelle, les scénarios à l'horizon futur sont associés à une diminution du nombre de personnes exposées aux concentrations les plus fortes dans la zone d'étude (supérieures à 14,9 µg/m³). Globalement, à l'horizon 2026, le projet entraîne une légère augmentation du nombre d'habitants exposés aux classes de concentrations les plus faibles.

Ces populations restent exposées à des concentrations en NO₂ largement inférieures à la valeur réglementaire (40 µg/m³ en moyenne annuelle).

VI. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

VI.1 Méthodologie

VI.1.1) Sites étudiés

Pour une étude de niveau II ou supérieur, le risque sanitaire de l'exposition par inhalation aux polluants atmosphériques est évalué au droit des sites vulnérables présents dans la bande d'étude.

Etant donné l'absence de site vulnérable à proximité du projet, les points suivants sont considérés pour simuler des situations d'exposition :

- 1) Bordure ouest du projet (exemple : local avec fenêtre en façade du bâtiment)
- 2) Centre du projet (exemple : cour de promenade)
- 3) Bordure est du projet (exemple : local avec fenêtre en façade du bâtiment)

Ces points correspondent à une exposition majorante à la pollution atmosphérique de part leur proximité avec les deux principaux axes routiers (A9 et RN9) par rapport aux périmètres du centre pénitencier. La figure suivante indique la localisation sélectionnée pour ces points :

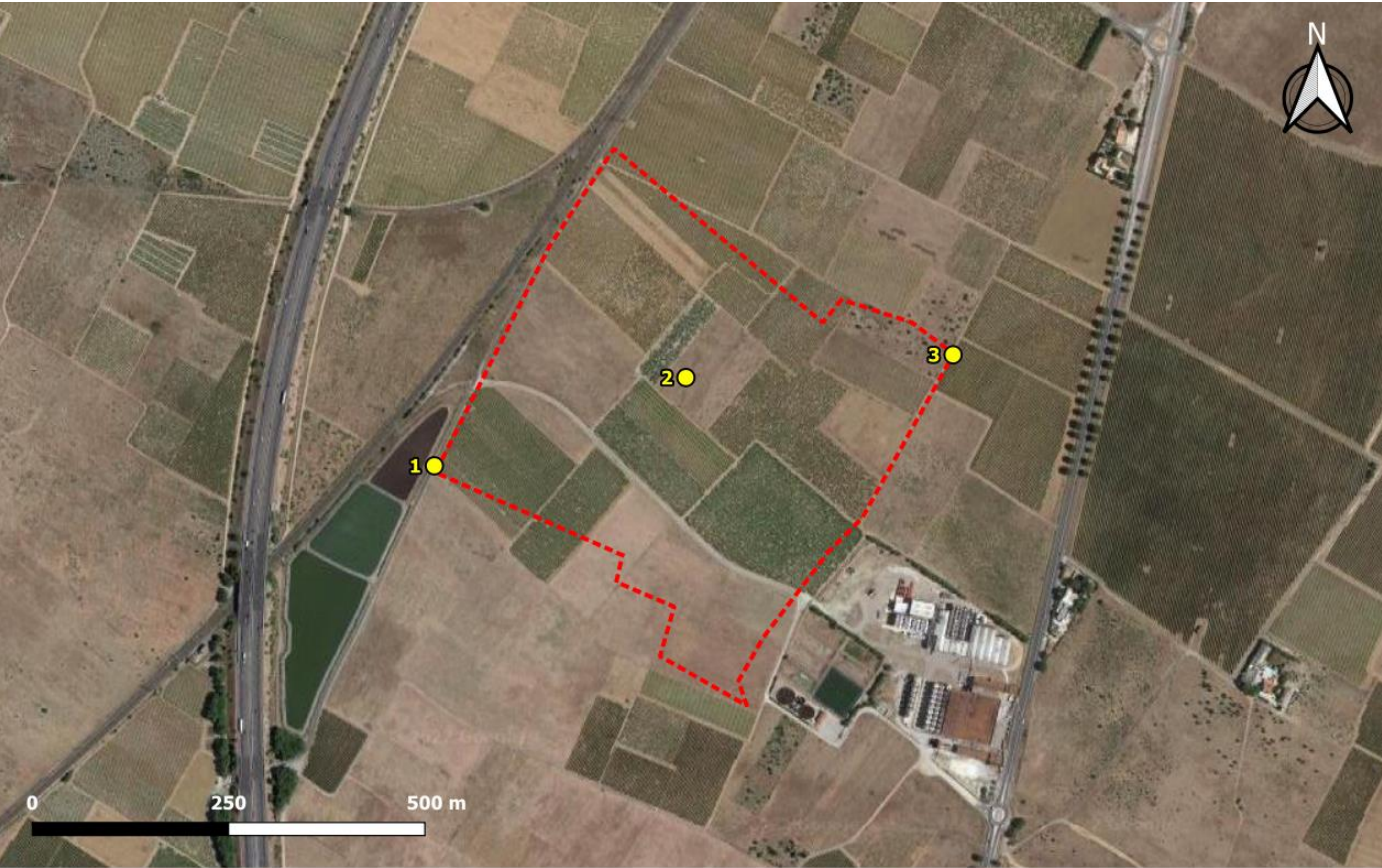


Figure 26 : localisation des sites vulnérables dans la bande d'étude

VI.1.2) Etapes de l'évaluation des risques sanitaires

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 en annexe 4.

VI.1.3) 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 présentés dans le tableau 31 :

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	-	-
Acénaphène	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 31 : substances et dangers associés



VI.1.4) Relation dose-réponse

Trois types de valeurs sont prises en compte :

- 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 (quotient de danger : QD).
- 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 : ERI).
- 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 l'exposition par inhalation et par ingestion en fonction de l'effet étudié : chronique (exposition continue) ou aigu (exposition ponctuelle maximale).

Type d'exposition	Inhalation			
Type de valeur	VTR effet à seuil	VTR effet sans seuil	Valeur guide	
Type d'effet	chronique	chronique	chronique	aigu
Dioxyde d'azote			✓	✓
PM ₁₀			✓	✓
PM _{2.5}			✓	✓
1,3 butadiène	✓			
Benzène	✓	✓		
Chrome VI	✓	✓		
Nickel	✓	✓		
Arsenic	✓	✓		
Benzo(a)pyrène	✓	✓		
Anthracène		✓		
Acénaphthène		✓		
Acénaphthylène		✓		
Benzo(a)anthracène		✓		
Benzo(b)fluoranthène		✓		
Benzo(k)fluoranthène		✓		
Benzo(ghi)peryène		✓		
Chrysène		✓		
Dibenzo(a,h)anthracène		✓		
Fluoranthène				
Fluorène				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		✓		
Phénantrène		✓		
Pyrène		✓		
Benzo(j)fluoranthène		✓		

Tableau 32 : recensement des valeurs disponibles

Les valeurs disponibles 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 avant le calcul du risque sanitaire pour chaque type de substances (sans seuil, à seuil et sans VTR).

VI.1.5) Estimation de l'exposition par inhalation

Pour évaluer **les risques chroniques**, l'exposition est estimée à partir de la concentration moyenne inhalée (CI) selon 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 chronique de la population du centre pénitentiaire, trois scénarios sont établis. Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019, un scénario pire cas (majorant) est étudié ainsi que deux scénarios réalistes : un scénario « détenu » et le second « surveillant ». Les paramètres considérés pour calculer les expositions en fonction de chaque scénario sont présentés ci-dessous :

Type d'exposition	t _i	F	T	T _m
Majorant	1	1	70	70
Surveillant	0,29 (7h/jour)	0,81 (10 semaines de congés)	43 ¹³	
Détenu	1 (24h/jour)	1 (52 sem./an)	10 ¹⁴	

Tableau 33 : paramètres d'exposition

Pour évaluer **les risques aigus**, les concentrations sont modélisées pour une exposition ponctuelle maximale sans considérer de scénario d'exposition :

- sur 1 heure pour les substances réglementées en moyenne horaire ;
- sur 24 heures pour les substances réglementées en moyenne journalière.

Les résultats des concentrations moyennes annuelles modélisées (C_i) ainsi que le scénario majorant sont présentés en annexe 3. La suite de ce chapitre présente uniquement les résultats obtenus sur les scénarios réalistes.

¹³ Ministère de l'intérieur (2022) - Pension de retraite à taux plein d'un fonctionnaire

¹⁴ Observatoire international des prisons – Sections française - Pour quels types de délits et quelles peines les personnes détenues sont-elles incarcérées ?



VI.2 Caractérisation des risques

VI.2.1) Substances avec VTR à effets de seuil

Les valeurs retenues pour les substances à effet de seuil pour l'exposition par inhalation sont présentées dans le tableau suivant :

	Substance	Valeur	Organe cible	Source (date)
VTR Effets à seuil (µg/m³)	1,3-butadiène	2,00E+00	Reproducteur	ANSES (2020)
	Benzène	1,00E+01	Immunitaire	ANSES (2008)
	Chrome VI	3,00E-02	Respiratoire	OMS (2013)
	Nickel	9,00E-02	Respiratoire	ATSDR (2005)
	Arsenic	1,50E-02	Cerveau	OEHHA (2008)
	Benzo(a)pyrène	2,00E-03	Fœtus	US-EPA (2017)

Tableau 34 : VTR à effets de seuil pour l'exposition par inhalation

Les tableaux suivants présentent les concentrations annuelles pour les substances à effet de seuil tenant compte des scénarios d'exposition réaliste selon la formule **CI_{As} réel = Ci x ti x F**.

Point (Surveillant)	Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	1,67E-01	1,67E-01	1,66E-01	1,66E-01	1,66E-01	1,66E-01
1,3 butadiène	4,83E-02	4,83E-02	4,78E-02	4,78E-02	4,81E-02	4,81E-02
Chrome VI	1,47E-05	1,47E-05	1,24E-05	1,24E-05	1,47E-05	1,47E-05
Nickel	2,12E-04	2,12E-04	2,12E-04	2,12E-04	2,12E-04	2,12E-04
Arsenic	4,71E-05	4,71E-05	4,71E-05	4,71E-05	4,71E-05	4,71E-05
B(a)P	4,97E-05	4,97E-05	4,85E-05	4,85E-05	4,88E-05	4,88E-05

Tableau 35 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition à seuil (Surveillant)

Point (Détenu))	Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	7,07E-01	7,07E-01	7,03E-01	7,03E-01	7,05E-01	7,05E-01
1,3 butadiène	2,05E-01	2,05E-01	2,03E-01	2,03E-01	2,04E-01	2,04E-01
Chrome VI	6,25E-05	6,25E-05	5,25E-05	5,25E-05	6,25E-05	6,25E-05
Nickel	9,01E-04	9,01E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,01E-04	9,01E-04
Arsenic	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04
B(a)P	2,11E-04	2,11E-04	2,06E-04	2,06E-04	2,07E-04	2,07E-04

Tableau 36 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition à seuil (Détenu)

Pour les substances avec effets à seuil, un quotient de danger (QD) est calculé d'après le ratio entre le niveau d'exposition et la valeur toxicologique de référence soit **QD = CI_{As} / VTR**. La valeur du quotient de danger est comparée pour chaque organe cible à la valeur seuil de 1.

Pour réaliser cette comparaison, les substances sont regroupées selon les effets qu'elles provoquent sur les organes cibles :

Point (Surveillant)		Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	1,67E-02	1,67E-02	1,66E-02	1,66E-02	1,66E-02	1,66E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	2,41E-02	2,41E-02	2,39E-02	2,39E-02	2,40E-02	2,40E-02
Cerveau	Arsenic	3,14E-03	3,14E-03	3,14E-03	3,14E-03	3,14E-03	3,14E-03
Fœtus	B(a)P	2,49E-02	2,49E-02	2,43E-02	2,43E-02	2,44E-02	2,44E-02
Respiratoire	Chrome VI	4,91E-04	4,91E-04	4,12E-04	4,12E-04	4,91E-04	4,91E-04
	Nickel	2,36E-03	2,36E-03	2,36E-03	2,36E-03	2,36E-03	2,36E-03
	Total	2,85E-03	2,85E-03	2,77E-03	2,77E-03	2,85E-03	2,85E-03
Delta projet		0,00%		0,00%		0,00%	

Tableau 37 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Surveillant)

Point (Détenu)		Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	7,07E-02	7,07E-02	7,03E-02	7,03E-02	7,05E-02	7,05E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	1,03E-01	1,03E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01
Cerveau	Arsenic	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02
Fœtus	B(a)P	1,06E-01	1,06E-01	1,03E-01	1,03E-01	1,04E-01	1,04E-01
Respiratoire	Chrome VI	2,08E-03	2,08E-03	1,75E-03	1,75E-03	2,08E-03	2,08E-03
	Nickel	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02
	Total	1,21E-02	1,21E-02	1,18E-02	1,18E-02	1,21E-02	1,21E-02
Delta projet		0,00%		0,00%		0,00%	

Tableau 38 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Détenu)

Aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1, indiquant **l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil** sur tous les points considérés.



VI.2.2) Substances avec VTR sans effets de seuil

Les valeurs retenues pour les substances sans effet de seuil sont présentées dans le tableau suivant :

	Substance	Valeur	Source
VTR effet sans seuil (µg/m³)⁻¹	Benzène	2,60E-05	ANSES (2014)
	1,3 butadiène	3,00E-05	US EPA (2002)
	Chrome VI	4,00E-02	IPCS (2013)
	Nickel	1,70E-04	TCEQ (2011)
	Arsenic	1,50E-04	TCEQ (2012)
	Acénaphène	6,00E-07	INERIS (2018)
	Acénaphthylène	6,00E-07	INERIS (2018)
	Anthracène	6,00E-06	INERIS (2018)
	Benzo(a)pyrène	6,00E-04	US-EPA (2017)
	Benzo(a)anthracène	6,00E-05	INERIS (2018)
	Benzo(b)fluoranthène	6,00E-05	INERIS (2018)
	Benzo(k)fluoranthène	6,00E-05	INERIS (2018)
	Benzo(ghi)pérylène	6,00E-06	INERIS (2018)
	Chrysène	6,00E-06	INERIS (2018)
	Dibenzo(a,h)anthracène	6,00E-04	INERIS (2018)
	Fluorène	6,00E-07	INERIS (2018)
	Fluoranthène	6,00E-07	INERIS (2018)
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,00E-05	INERIS (2018)
	Phénanthrène	6,00E-07	INERIS (2018)
	Pyrène	6,00E-07	INERIS (2018)
	Benzo(j)fluoranthène	1,10E-04	OEHHA (1999)

Tableau 39 : VTR sans effets de seuil pour l'exposition par inhalation

Les tableaux suivants présentent les concentrations annuelles pour les substances à effet sans seuil tenant compte des scénarios d'exposition réaliste selon la formule $C_{iss\ réel} = C_i \times t_i \times F \times T / 70$.

Point (Surveillant)	Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01
1,3 butadiène	2,97E-02	2,97E-02	2,94E-02	2,94E-02	2,95E-02	2,95E-02
Chrome VI	9,04E-06	9,04E-06	7,60E-06	7,60E-06	9,04E-06	9,04E-06
Nickel	1,30E-04	1,30E-04	1,30E-04	1,30E-04	1,30E-04	1,30E-04
Arsenic	2,89E-05	2,89E-05	2,89E-05	2,89E-05	2,89E-05	2,89E-05
Acénaphène	5,89E-05	5,89E-05	5,21E-05	5,22E-05	5,38E-05	5,38E-05
Acénaphthylène	5,50E-05	5,50E-05	4,99E-05	4,99E-05	5,12E-05	5,12E-05
Anthracène	5,08E-05	5,08E-05	4,73E-05	4,73E-05	4,82E-05	4,82E-05
Benzo(a)anthracène	1,74E-05	1,74E-05	1,61E-05	1,61E-05	1,64E-05	1,64E-05
Benzo(b)fluoranthène	3,05E-05	3,05E-05	2,98E-05	2,98E-05	3,00E-05	3,00E-05
Benzo(k)fluoranthène	3,27E-05	3,27E-05	3,08E-05	3,10E-05	3,14E-05	3,14E-05
Benzo(ghi)pérylène	1,81E-05	1,81E-05	1,64E-05	1,64E-05	1,68E-05	1,68E-05
Benzo(a)pyrène	3,20E-05	3,20E-05	3,07E-05	3,07E-05	3,10E-05	3,10E-05
Chrysène	6,76E-05	6,76E-05	6,29E-05	6,29E-05	6,43E-05	6,43E-05
Dibenzo(a,h)anthracène	3,24E-06	3,24E-06	3,08E-06	3,08E-06	3,13E-06	3,13E-06
Fluorène	3,89E-05	3,91E-05	3,04E-05	3,04E-05	3,28E-05	3,28E-05
Fluoranthène	2,89E-04	2,89E-04	2,76E-04	2,76E-04	2,79E-04	2,79E-04
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3,08E-05	3,08E-05	3,00E-05	3,00E-05	3,02E-05	3,02E-05
Benzo(j)fluoranthène	2,10E-05	2,10E-05	1,78E-05	1,78E-05	1,87E-05	1,87E-05
Phénanthrène	7,93E-04	7,93E-04	7,68E-04	7,68E-04	7,74E-04	7,74E-04
Pyrène	2,16E-04	2,16E-04	2,03E-04	2,03E-04	2,07E-04	2,07E-04

Tableau 40 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition sans seuil (Surveillant)

Point (Détenu)	Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Benzène	1,01E-01	1,01E-01	1,00E-01	1,00E-01	1,01E-01	1,01E-01
1,3 butadiène	2,93E-02	2,93E-02	2,90E-02	2,90E-02	2,91E-02	2,91E-02
Chrome VI	8,93E-06	8,93E-06	7,50E-06	7,50E-06	8,93E-06	8,93E-06
Nickel	1,29E-04	1,29E-04	1,29E-04	1,29E-04	1,29E-04	1,29E-04
Arsenic	2,86E-05	2,86E-05	2,86E-05	2,86E-05	2,86E-05	2,86E-05
Acénaphène	5,81E-05	5,81E-05	5,14E-05	5,16E-05	5,31E-05	5,31E-05
Acénaphthylène	5,43E-05	5,43E-05	4,93E-05	4,93E-05	5,06E-05	5,06E-05
Anthracène	5,01E-05	5,01E-05	4,67E-05	4,67E-05	4,76E-05	4,76E-05
Benzo(a)anthracène	1,71E-05	1,71E-05	1,59E-05	1,59E-05	1,61E-05	1,61E-05
Benzo(b)fluoranthène	3,01E-05	3,01E-05	2,94E-05	2,94E-05	2,96E-05	2,96E-05
Benzo(k)fluoranthène	3,23E-05	3,23E-05	3,04E-05	3,06E-05	3,10E-05	3,10E-05
Benzo(ghi)pérylène	1,79E-05	1,79E-05	1,61E-05	1,61E-05	1,66E-05	1,66E-05
Benzo(a)pyrène	3,16E-05	3,16E-05	3,03E-05	3,03E-05	3,06E-05	3,06E-05
Chrysène	6,67E-05	6,67E-05	6,21E-05	6,21E-05	6,34E-05	6,34E-05
Dibenzo(a,h)anthracène	3,20E-06	3,20E-06	3,04E-06	3,04E-06	3,09E-06	3,09E-06
Fluorène	3,84E-05	3,86E-05	3,00E-05	3,00E-05	3,24E-05	3,24E-05
Fluoranthène	2,86E-04	2,86E-04	2,73E-04	2,73E-04	2,76E-04	2,76E-04
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3,04E-05	3,04E-05	2,96E-05	2,96E-05	2,99E-05	2,99E-05
Benzo(j)fluoranthène	2,07E-05	2,07E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,84E-05	1,84E-05
Phénanthrène	7,83E-04	7,83E-04	7,59E-04	7,59E-04	7,64E-04	7,64E-04
Pyrène	2,13E-04	2,13E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,04E-04	2,04E-04

Tableau 41 : concentrations inhalées réalistes pour l'exposition sans seuil (Détenu)



L'évaluation du risque sanitaire pour les substances à effets sans seuils est réalisée d'après le calcul d'un **excès de risque individuel (ERI)**, correspondant à la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés pour chaque scénario, d'après la formule **ERI = Cl_{ss} x VTR**.

Point (Surveillant)		Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémato-poïétique	Benzène	2,66E-06	2,66E-06	2,65E-06	2,65E-06	2,65E-06	2,65E-06
	Global	8,90E-07	8,90E-07	8,81E-07	8,81E-07	8,86E-07	8,86E-07
Système respiratoire	Chrome VI	3,62E-07	3,62E-07	3,04E-07	3,04E-07	3,62E-07	3,62E-07
	Nickel	2,22E-08	2,22E-08	2,21E-08	2,21E-08	2,22E-08	2,22E-08
	Arsenic	4,34E-09	4,34E-09	4,34E-09	4,34E-09	4,34E-09	4,34E-09
Global	Acénaphène	3,53E-11	3,53E-11	3,13E-11	3,13E-11	3,23E-11	3,23E-11
	Acénaphthylène	3,30E-11	3,30E-11	3,00E-11	3,00E-11	3,07E-11	3,07E-11
	Anthracène	3,05E-10	3,05E-10	2,84E-10	2,84E-10	2,89E-10	2,89E-10
	Benzo(a)anthracène	1,04E-09	1,04E-09	9,64E-10	9,64E-10	9,81E-10	9,81E-10
	Benzo(b)fluoranthène	1,83E-09	1,83E-09	1,79E-09	1,79E-09	1,80E-09	1,80E-09
	Benzo(k)fluoranthène	1,96E-09	1,96E-09	1,85E-09	1,86E-09	1,88E-09	1,88E-09
	Benzo(ghi)pérylène	1,09E-10	1,09E-10	9,81E-11	9,81E-11	1,01E-10	1,01E-10
	Benzo(a)pyrène	1,92E-08	1,92E-08	1,84E-08	1,84E-08	1,86E-08	1,86E-08
	Chrysène	4,05E-10	4,05E-10	3,78E-10	3,78E-10	3,86E-10	3,86E-10
	Dibenzo(a,h)anthr.	1,94E-09	1,94E-09	1,85E-09	1,85E-09	1,88E-09	1,88E-09
	Fluorène	2,34E-11	2,34E-11	1,82E-11	1,82E-11	1,97E-11	1,97E-11
	Fluoranthène	1,74E-10	1,74E-10	1,66E-10	1,66E-10	1,68E-10	1,68E-10
	Indéno(1,2,3-cd)pyr.	3,70E-08	3,70E-08	3,59E-08	3,59E-08	3,63E-08	3,63E-08
	Benzo(j)fluoranthène	2,31E-09	2,31E-09	1,96E-09	1,96E-09	2,05E-09	2,05E-09
	Phénanthrène	4,76E-10	4,76E-10	4,61E-10	4,61E-10	4,65E-10	4,65E-10
	Pyrène	1,29E-10	1,29E-10	1,22E-10	1,22E-10	1,24E-10	1,24E-10
Total		4,01E-06	4,01E-06	3,92E-06	3,92E-06	3,99E-06	3,99E-06
Delta projet		0,00 %		0,00 %		0,00 %	

Tableau 42 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Surveillant)

Point (Détenu)		Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémato-poïétique	Benzène	2,63E-06	2,63E-06	2,61E-06	2,61E-06	2,62E-06	2,62E-06
	Global	8,79E-07	8,79E-07	8,70E-07	8,70E-07	8,74E-07	8,74E-07
Système respiratoire	Chrome VI	3,57E-07	3,57E-07	3,00E-07	3,00E-07	3,57E-07	3,57E-07
	Nickel	2,19E-08	2,19E-08	2,19E-08	2,19E-08	2,19E-08	2,19E-08
	Arsenic	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
Global	Acénaphène	3,49E-11	3,49E-11	3,09E-11	3,09E-11	3,19E-11	3,19E-11
	Acénaphthylène	3,26E-11	3,26E-11	2,96E-11	2,96E-11	3,03E-11	3,03E-11
	Anthracène	3,01E-10	3,01E-10	2,80E-10	2,80E-10	2,85E-10	2,85E-10
	Benzo(a)anthracène	1,03E-09	1,03E-09	9,51E-10	9,51E-10	9,69E-10	9,69E-10
	Benzo(b)fluoranthène	1,81E-09	1,81E-09	1,77E-09	1,77E-09	1,77E-09	1,77E-09
	Benzo(k)fluoranthène	1,94E-09	1,94E-09	1,83E-09	1,83E-09	1,86E-09	1,86E-09
	Benzo(ghi)pérylène	1,07E-10	1,07E-10	9,69E-11	9,69E-11	9,94E-11	9,94E-11
	Benzo(a)pyrène	1,89E-08	1,89E-08	1,82E-08	1,82E-08	1,83E-08	1,83E-08
	Chrysène	4,00E-10	4,00E-10	3,73E-10	3,73E-10	3,81E-10	3,81E-10
	Dibenzo(a,h)anthr.	1,92E-09	1,92E-09	1,83E-09	1,83E-09	1,85E-09	1,85E-09
	Fluorène	2,31E-11	2,31E-11	1,80E-11	1,80E-11	1,95E-11	1,95E-11
	Fluoranthène	1,71E-10	1,71E-10	1,64E-10	1,64E-10	1,65E-10	1,65E-10
	Indéno(1,2,3-cd)pyr.	3,65E-08	3,65E-08	3,55E-08	3,55E-08	3,58E-08	3,58E-08
	Benzo(j)fluoranthène	2,28E-09	2,28E-09	1,93E-09	1,93E-09	2,03E-09	2,03E-09
	Phénanthrène	4,70E-10	4,70E-10	4,55E-10	4,55E-10	4,59E-10	4,59E-10
	Pyrène	1,28E-10	1,28E-10	1,20E-10	1,20E-10	1,23E-10	1,23E-10
Total		3,66E-07	3,95E-06	3,95E-06	3,87E-06	3,87E-06	3,94E-06
Delta projet		0,00%		0,00%		0,00%	

Tableau 43 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario réaliste (Détenu)

Aucun ERI ne dépasse la valeur seuil de 1.10⁻⁵, indiquant **un risque sanitaire acceptable pour les substances à effet sans seuil** sur tous les points considérés.

VI.2.3) Substances sans VTR

Pour les substances ne disposant pas de VTR une 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) est effectuée. Les valeurs recensées sont présentées dans le tableau suivant :

Valeur guide (µg/m³)	Substance	Valeur Chronique	Valeur Aigue	Source
	NO ₂	10 (1 an)	200 (1 h) / 25 (24 h)	OMS (2021)
	PM ₁₀	15 (1 an)	45 (24 h)	OMS (2021)
	PM _{2,5}	5 (1 an)	15 (24 h)	OMS (2021)

Tableau 44 : valeurs guides (expositions chronique et aigue)

Pour évaluer **le risque chronique**, les concentrations considérées sont les moyennes annuelles modélisées avec une hypothèse d'exposition continue (**Cl_{As/ss} majo = Ci**).

Pour **le risque aigu**, les concentrations considérées sont les maximales en moyenne journalière pour le NO₂ et les particules PM₁₀/PM_{2,5} et la concentration maximale en moyenne horaire pour le NO₂ selon la formule **Cl_{As} aigu = Cmax**.

Les tableaux suivants présentent les résultats des concentrations modélisées aux valeurs guides pour les substances sans VTR :

Site vulnérable			Bordure Ouest		Bordure Est		Centre		Valeur guide OMS 2021 (µg/m³)	Valeur limite de protection pour la santé (µg/m³)
Risque	Durée	Polluant	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet		
Chr.	1 an	NO ₂	14,5	14,5	12,8	12,8	13,3	13,3	10	40
		PM ₁₀	16,6	16,6	16,4	16,4	16,4	16,4	15	40
		PM _{2,5}	8,6	8,6	8,4	8,4	8,5	8,5	5	25
Aigu	1 h	NO ₂	36,2	37,5	36,3	37,5	34,1	34,3	200	200
		NO ₂	14,8	14,8	8,4	8,4	10,5	10,5	25	-
	24 h	PM ₁₀	17,2	17,2	16,6	16,6	16,7	16,7	45	50
		PM _{2,5}	9,0	9,0	8,6	8,6	8,8	8,8	15	-

Tableau 45 : comparaison des concentrations aux valeurs guides et réglementaires

Concernant le risque chronique, **un dépassement des recommandations OMS est observé pour le NO₂ et les particules PM₁₀/PM_{2,5} pour les scénarios avec ou sans projet**. Ces dépassements sont liés aux bruits de fond considérés dans la zone d'étude (NO₂ : 11,0 µg/m³ ; PM_{2,5} : 16,2 µg/m³ ; PM_{2,5} : 8,3 µg/m³) qui dépassent à eux seuls les valeurs guides. En effet, un dépassement systématique des dernières valeurs OMS peut être attendu sur la plus grande partie du territoire français du fait des concentrations actuelles. En revanche, **aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est observé pour le risque chronique**.

Concernant le risque aigu, aucun dépassement des valeurs OMS n'est observé **en moyenne sur 24 h pour tous les sites avec ou sans projet**.

VII. MESURES D'EVITEMENT DE REDUCTION OU DE COMPENSATION

VII.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 œuvre¹⁵ 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 :

- Pour les 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.
- Pour le chauffage urbain : 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 par rapport aux axes routiers où le trafic est le plus important (mise en place d'une zone « tampon »).
- Concevoir des obstacles verticaux (exemple : espaces végétalisés) limitant la dispersion en direction des bâtiments.
- Contrôler la ventilation à l'intérieur des bâtiments pour réduire le transfert 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). L'installation d'une VMC double flux et le dimensionnement d'une filtration adaptée au niveau des centrales de traitement de l'air peut également être préconisée.

VII.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 :

- 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.
- Entretenir régulièrement les poids lourds, machines 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 anti-poussières 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 peut 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 doit également s'attacher à l'analyse des actions prises par le prestataire pour réduire ses émissions polluantes. La maîtrise d'ouvrage peut se faire aider dans cette démarche par une AMO qui possède la compétence environnementale.

¹⁵ 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.

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 (notamment l'autoroute A9 à l'ouest la RD93 à l'ouest) constitue des sources potentiellement importantes d'émissions polluantes, notamment pour le NO₂. Par ailleurs, l'urbanisation faible dans l'environnement du projet ainsi que la distance aux industries polluantes n'indiquent pas d'émissions importantes de polluants plus spécifiques, comme les particules PM₁₀, les COV ou le CH₄.
- 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 distance des stations de mesure de référence par rapport à la zone du projet justifie la réalisation d'une campagne de mesure in-situ de ce polluant.
- Le projet se situe dans une zone où la densité de population est très faible voire inexistante. Plus spécifiquement, 3 sites vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air (crèches, établissements scolaires, EHPAD) sont recensés dans la zone d'étude.
- Le projet s'inscrit en cohérence avec différentes actions établies par les plans de prévention de la pollution atmosphérique en vigueur en région Occitanie (SRADDET, PRSE3, PDU...).

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, et en particules PM₁₀/PM_{2.5} à l'échelle locale. Cette campagne de mesure, effectuée du 24 octobre au 7 novembre 2022, se caractérise par des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique entraînant des concentrations en NO₂ et en particules PM₁₀ et PM_{2.5} plus fortes que la moyenne annuelle en situation de fond urbain. En ramenant ces conditions à une situation annuelle, les résultats n'indiquent aucun dépassement potentiel de la valeur limite ni de l'objectif de qualité pour le NO₂ et les particules PM₁₀/PM_{2.5}.

Enfin la modélisation des concentrations actuelles en NO₂, principal traceur de la pollution atmosphérique liée au trafic routier, n'indique pas de sensibilité particulière au niveau de la zone du projet et de son environnement proche.

VIII.2 Effets du projet

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

- Aucune variation significative n'est constatée sur polluants entre le scénario futur sans projet et le scénario futur avec projet (de l'ordre de 1 % en moyenne). Par ailleurs, entre le scénario « actuel » et le scénario « futur avec projet », une baisse des émissions de plusieurs polluants (NO_x, CO, COV, benzène) peut être constatée. Cette baisse est liée à l'évolution du parc routier et la mise en circulation de véhicules moins polluants projetée entre 2020 et 2026.
- Le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation significative (10 %) des émissions de NO_x par rapport au scénario « futur sans projet ». sur un seul axe : la partie sud de la route départementale RD900 en lien avec la future desserte au projet. Les valeurs d'émissions restent cependant très faibles de l'ordre de 0,2 g/j/m.
- Le scénario « futur avec projet » entraîne une augmentation respective des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre de 9 % et 1 % 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 n'entraîne aucune variation significative des concentrations en polluants en moyenne sur la zone.
- La mise en œuvre du projet entraîne une augmentation de l'indice pollution-population (IPP) d'environ 0,4 %. Cette donnée est expliquée d'un côté par la faible variation des concentrations entre les scénarios futurs avec et sans projet et par la faible population dans l'environnement du projet : présence de nombreuses parcelles agricoles, industrielles et commerciales.

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

- Le projet n'entraîne pas d'augmentation de la somme des quotients de danger (QD). De plus aucun QD ne dépasse la valeur seuil de 1, indiquant l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil.
- De la même manière, de très faibles variations de l'excès de risque individuel (ERI) sont constatées entre les scénarios « futur avec projet » et « futur sans projet ». 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.
- En prenant en compte les dernières recommandations de l'OMS (2021), les seuils des trois polluants (en PM_{2.5}, PM₁₀ et NO₂) sont dépassés au niveau de tous les scénarios. Ces dépassements sont cependant inévitables actuellement du fait du bruit de fond dans la zone d'étude et plus généralement sur le territoire français. En revanche, concernant les risques aigus, les valeurs sanitaires et réglementaires sont toutes respectées.

*



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 particuliers 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 (SO ₂)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX ^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité. Ses concentrations sont aujourd'hui très faibles dans l'air ambiant et ne constituent plus un problème sanitaire 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 phtalates, 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 (CO ₂)	Le CO ₂ , et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O ₃)	L'ozone est atypique par rapport aux autres composés car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO _x sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'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 46 : 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 annuel¹⁶ 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.

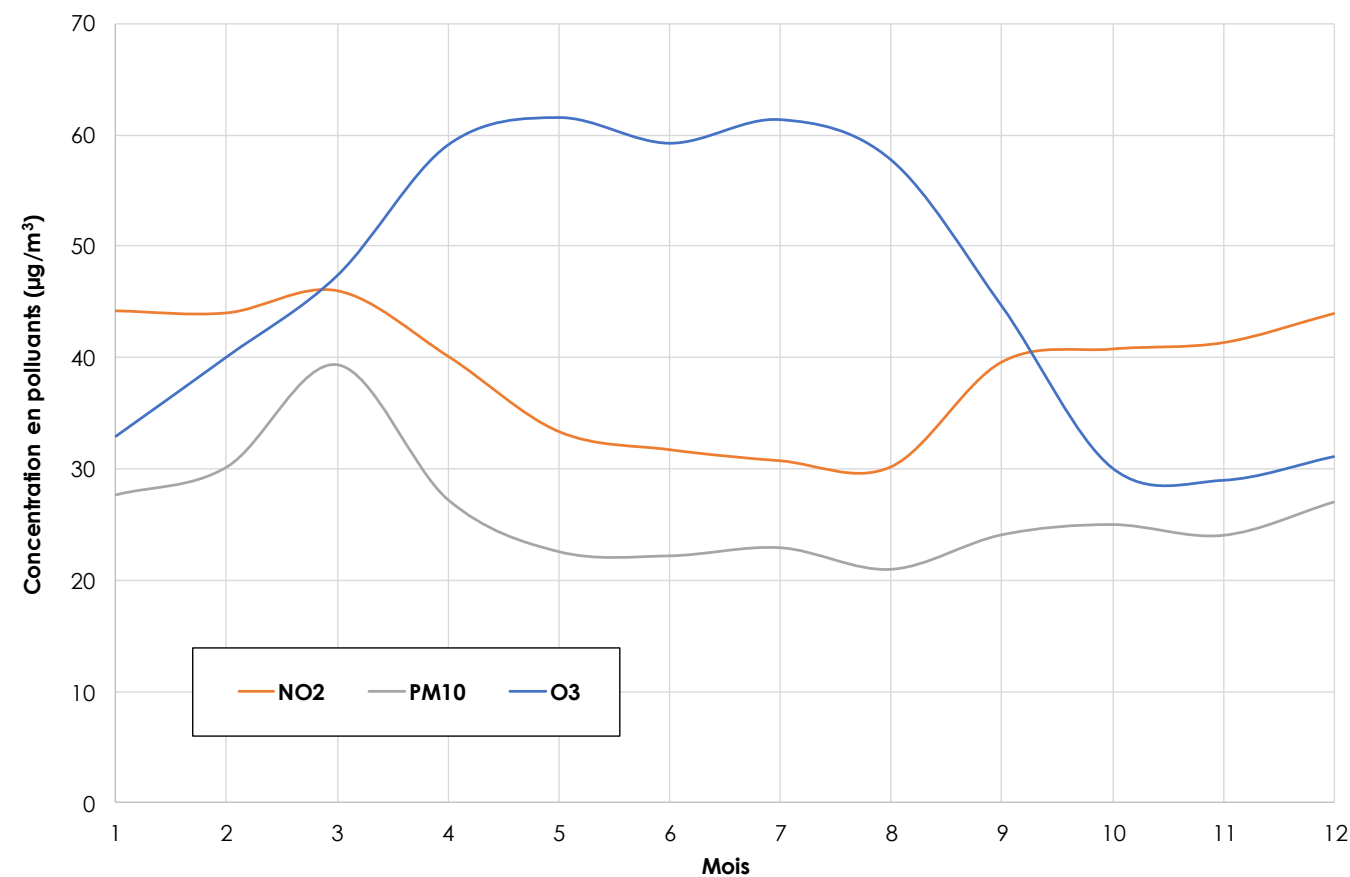


Figure 27 : profil annuel des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

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.

¹⁶ 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.

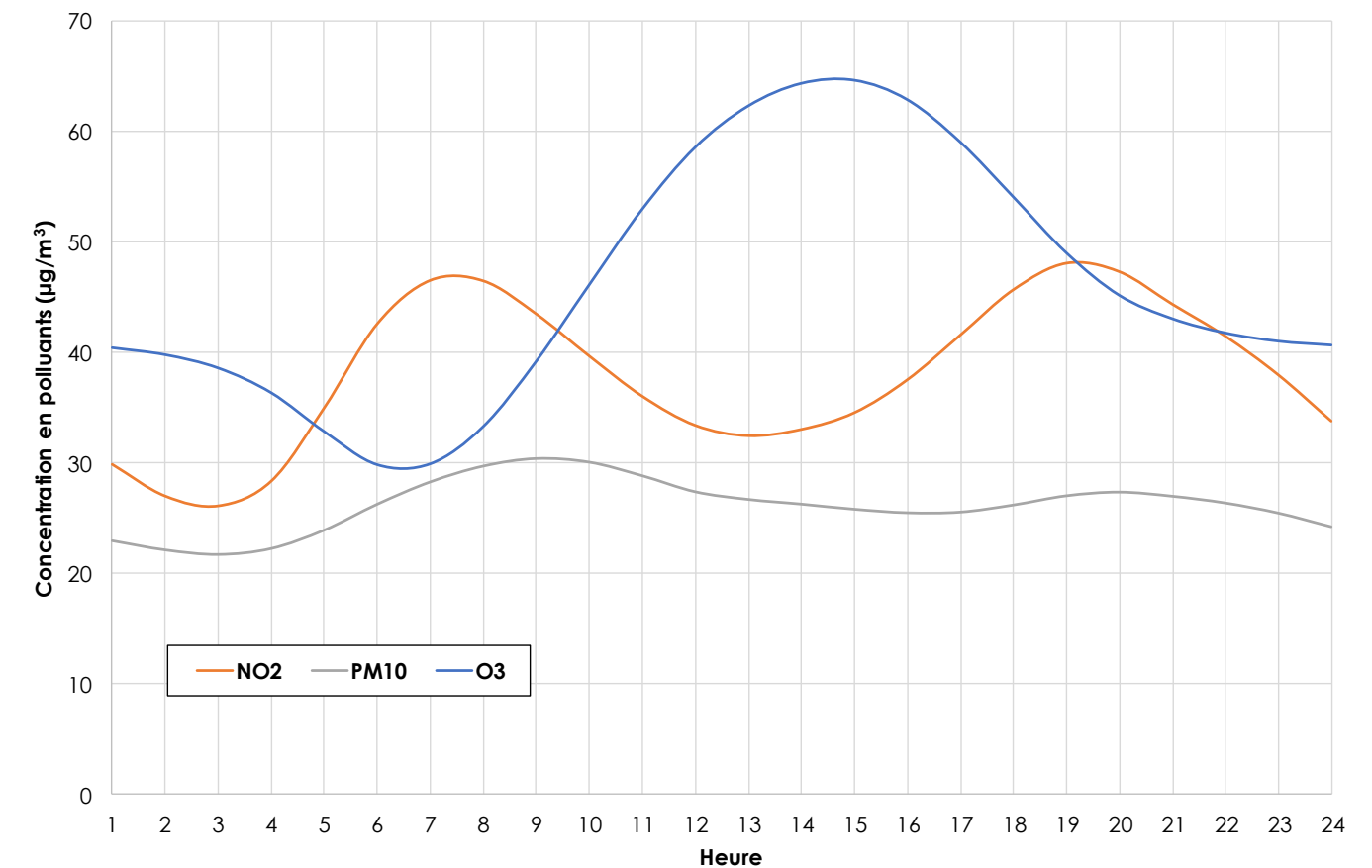


Figure 28 : profil journalier des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

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 françaises¹⁷ et internationales¹⁸ 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).

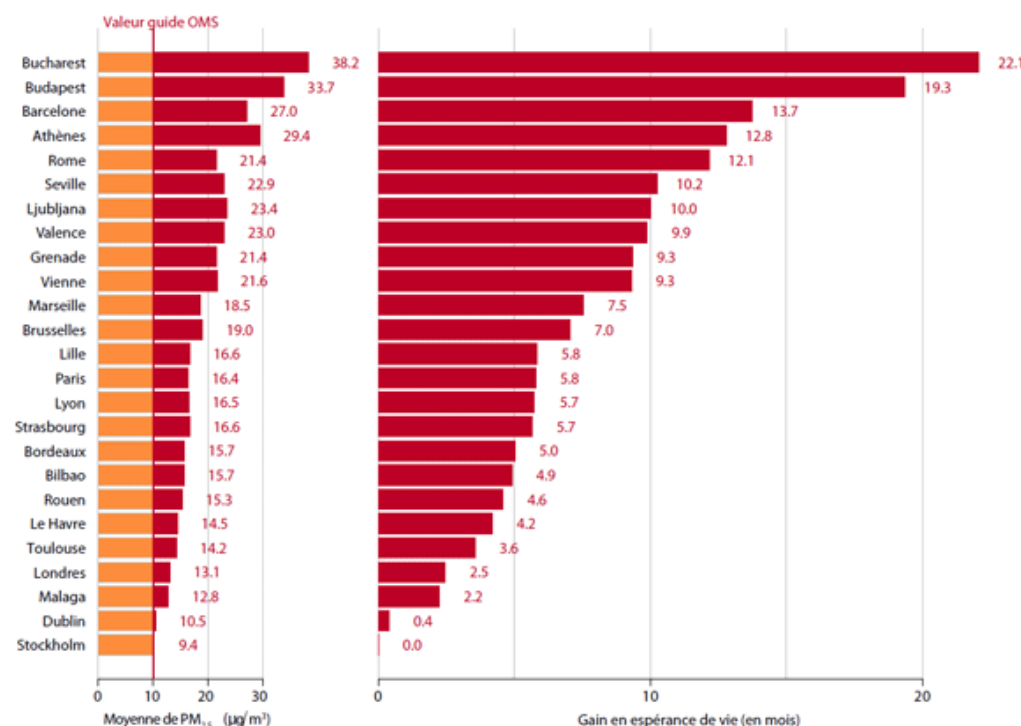


Figure 29 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

¹⁷Exemple : 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).

¹⁸Meta-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).

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



Figure 30 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

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

Une étude¹⁹ 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 CAFE²⁰ 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.

¹⁹ 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.

²⁰ Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.



4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

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

Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé en 2012, au travers la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement un coût annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France métropolitaine compris à minima entre 20 et 30 milliards d'euros, en prenant notamment en considération les frais pour les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières²¹.

En avril 2015, une étude²² 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 rapport²³ 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 2016²⁴, 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 2000²⁵.
- Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le cout non sanitaire de la pollution de l'air en France (baisse des rendements agricoles, dégradation des bâtiments, dépenses de recherche, etc.) à 4,3 milliards d'euros à minima.

²¹ 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.
²² 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.

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 aout 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les Installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
Décret	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
	Décret n° 2010-1268 du 22 octobre 2010 relatif à la régionalisation des organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air
Circulaire	Circulaire du 12 octobre 2007 relative à l'information du public sur les particules en suspension dans l'air ambiant.
	Circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Tableau 47 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

²³ Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.
²⁴ 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.
²⁵ 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 ²⁶ 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 48 : 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 49 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant

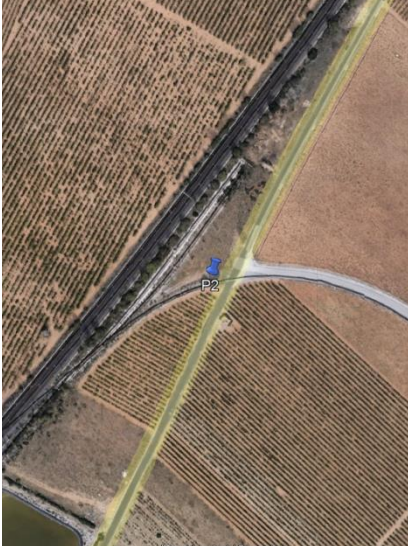
Définition des seuils	
Objectif de qualité	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
Valeur limite	Niveau à atteindre dans un 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.

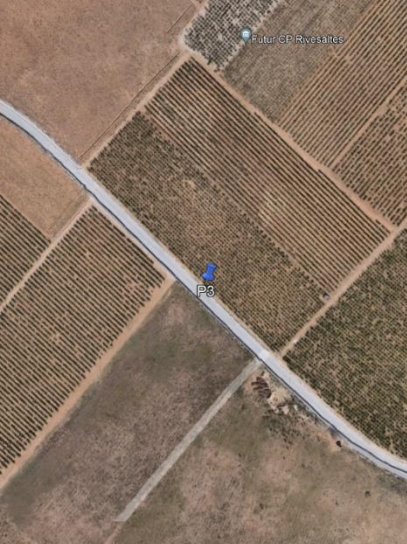
Tableau 50 : définition des seuils réglementaires

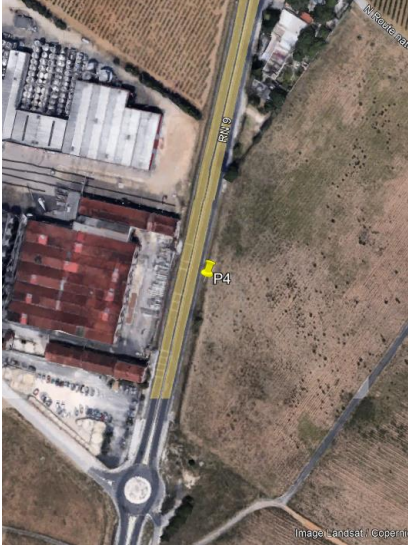
²⁶ AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 h et 20 h.

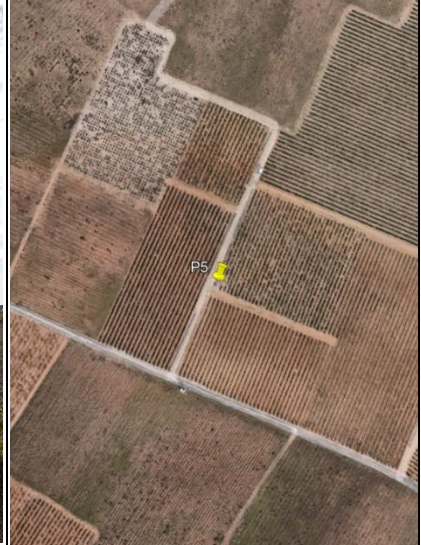
Annexe 2 : Fiches de point de mesure

P1					
Localisation : Autoroute A9			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Influencé			42°47'44.52"N 2°53'45.23"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	273	28/10/2022	10h55	07/11/2022	9h15
PM ₁₀	53				

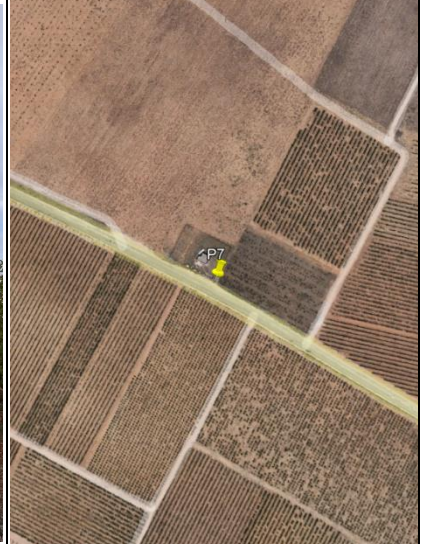
P2					
Localisation : Limite Ouest Projet – 300 m de l'A9			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☐ Fond urbain ☒ Influencé			42°47'44.74"N 2°53'54.88"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	277	28/10/2022	9h32	07/11/2022	9h32
PM ₁₀	51				

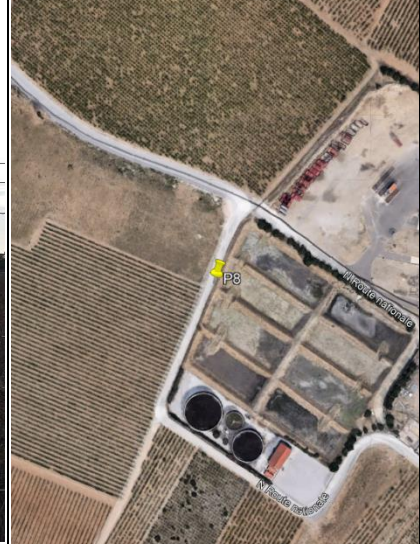
P3					
Localisation : Centre Projet – 500m de l'A9			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Influencé			42°47'40.70"N 2°54'5.37"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	257	28/10/2022	10h06	07/11/2022	9h38
PM ₁₀	52				

P4					
Localisation : RD900			Coordonnées		
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Influencé			42°47'31.17"N 2°54'26.75"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	279	28/10/2022	8h30	07/11/2022	9h01
PM ₁₀					

P5					
Localisation : Chemin de Garriu			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé			42°47'30.17"N 2°54'3.76"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	254	28/10/2022 10h35		07/11/2022 9h54	

P6					
Localisation : Chemin du Mas Bruguere			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé			42°47'52.63"N 2°54'17.62"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	291 / 292	28/10/2022 9h08		07/11/2022 10h09	

P7					
Localisation : Avenue Clément Ader			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé			42°48'3.95"N 2°54'22.74"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	289259	28/10/2022 8h52		07/11/2022 9h06	

P8					
Localisation : Route nationale			Coordonnées		
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé			42°47'34.49"N 2°54'13.37"E		
Photographies			Plan		
					
Polluant	Capteur / Filtre	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	259	28/10/2022 10h25		07/11/2022 9h44	



Annexe 3 : Concentrations modélisées pour l'évaluation des risques sanitaires

1) Concentrations moyennes annuelles

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

Point	Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
NO2	1,45E+01	1,45E+01	1,28E+01	1,28E+01	1,33E+01	1,33E+01
PM10	1,66E+01	1,66E+01	1,64E+01	1,64E+01	1,64E+01	1,64E+01
PM2,5	8,85E+00	8,85E+00	8,72E+00	8,72E+00	8,76E+00	8,76E+00
Benzène	7,07E-01	7,07E-01	7,03E-01	7,03E-01	7,05E-01	7,05E-01
1,3 butadiène	2,05E-01	2,05E-01	2,03E-01	2,03E-01	2,04E-01	2,04E-01
Chrome VI	6,25E-05	6,25E-05	5,25E-05	5,25E-05	6,25E-05	6,25E-05
Nickel	9,01E-04	9,01E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,01E-04	9,01E-04
Arsenic	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04
Acénaphthène	4,07E-04	4,07E-04	3,60E-04	3,61E-04	3,72E-04	3,72E-04
Acénaphthylène	3,80E-04	3,80E-04	3,45E-04	3,45E-04	3,54E-04	3,54E-04
Anthracène	3,51E-04	3,51E-04	3,27E-04	3,27E-04	3,33E-04	3,33E-04
Benzo(a)anthracène	1,20E-04	1,20E-04	1,11E-04	1,11E-04	1,13E-04	1,13E-04
Benzo(a)pyrène	2,11E-04	2,11E-04	2,06E-04	2,06E-04	2,07E-04	2,07E-04
Benzo(b)fluoranthène	2,26E-04	2,26E-04	2,13E-04	2,14E-04	2,17E-04	2,17E-04
Benzo(k)fluoranthène	1,25E-04	1,25E-04	1,13E-04	1,13E-04	1,16E-04	1,16E-04
Benzo(ghi)pérylène	2,21E-04	2,21E-04	2,12E-04	2,12E-04	2,14E-04	2,14E-04
Chrysène	4,67E-04	4,67E-04	4,35E-04	4,35E-04	4,44E-04	4,44E-04
Dibenzo(a,h)anthracène	2,24E-05	2,24E-05	2,13E-05	2,13E-05	2,16E-05	2,16E-05
Fluorène	2,69E-04	2,70E-04	2,10E-04	2,10E-04	2,27E-04	2,27E-04
Fluoranthène	2,00E-03	2,00E-03	1,91E-03	1,91E-03	1,93E-03	1,93E-03
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2,13E-04	2,13E-04	2,07E-04	2,07E-04	2,09E-04	2,09E-04
Benzo(j)fluoranthène	1,45E-04	1,45E-04	1,23E-04	1,23E-04	1,29E-04	1,29E-04
Phénanthrène	5,48E-03	5,48E-03	5,31E-03	5,31E-03	5,35E-03	5,35E-03
Pyrène	1,49E-03	1,49E-03	1,40E-03	1,40E-03	1,43E-03	1,43E-03

Tableau 51 : concentrations modélisées en moyenne annuelle

2) Etude du risque chronique lié aux substances à effet à seuil pour le scénario majorant

Pour les substances avec effets à seuil, un quotient de danger (QD) est calculé d'après le ratio entre le niveau d'exposition et la valeur toxicologique de référence soit $QD = CI_{As} / VTR$. La valeur du quotient de danger est comparée pour chaque organe cible à la valeur seuil de 1. Pour réaliser cette comparaison, les substances sont regroupées selon les effets qu'elles provoquent sur les organes cibles :

Point		Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Immunitaire	Benzène	7,07E-02	7,07E-02	7,03E-02	7,03E-02	7,05E-02	7,05E-02
Reproducteur	1,3-butadiène	1,03E-01	1,03E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01	1,02E-01
Cerveau	Arsenic	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02	1,33E-02
Fœtus	Benzo(a) pyrène	1,06E-01	1,06E-01	1,03E-01	1,03E-01	1,04E-01	1,04E-01
Respiratoire	Chrome VI	2,08E-03	2,08E-03	1,75E-03	1,75E-03	2,08E-03	2,08E-03
	Nickel	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02
	Total	1,21E-02	1,21E-02	1,18E-02	1,18E-02	1,21E-02	1,21E-02

Tableau 52 : QD chronique pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant)

Aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1, indiquant l'absence de risque sanitaire lié aux substances à effets de seuil sur tous les sites vulnérables considérés pour le scénario majorant.

3) Etude du risque chronique lié aux substances à effets sans seuil pour le scénario majorant

L'évaluation du risque sanitaire pour les substances à effets sans seuils est réalisée d'après le calcul d'un excès de risque individuel (ERI), correspondant à la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés pour chaque scénario, d'après la formule $ERI = CI_{ss} \times VTR$. Le résultat est sommé pour chaque polluant et comparé à la valeur seuil de 1.10^{-5} .

	Point	Bordure Ouest		Bordure Est		Centre	
Organe cible	Scénario	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
Hémo-poïétique	Benzène	1,84E-05	1,84E-05	1,83E-05	1,83E-05	1,83E-05	1,83E-05
Global	1,3 butadiène	6,15E-06	6,15E-06	6,09E-06	6,09E-06	6,12E-06	6,12E-06
Système respiratoire	Chrome VI	2,50E-06	2,50E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,50E-06	2,50E-06
	Nickel	1,53E-07	1,53E-07	1,53E-07	1,53E-07	1,53E-07	1,53E-07
	Arsenic	3,00E-08	3,00E-08	3,00E-08	3,00E-08	3,00E-08	3,00E-08
Global	Acénaphthène	2,44E-10	2,44E-10	2,16E-10	2,17E-10	2,23E-10	2,23E-10
	Acénaphthylène	2,28E-10	2,28E-10	2,07E-10	2,07E-10	2,12E-10	2,12E-10
	Anthracène	2,11E-09	2,11E-09	1,96E-09	1,96E-09	2,00E-09	2,00E-09
	Benzo(a)anthracène	7,20E-09	7,20E-09	6,66E-09	6,66E-09	6,78E-09	6,78E-09
	Benzo(b)fluoranthène	1,27E-08	1,27E-08	1,24E-08	1,24E-08	1,24E-08	1,24E-08
	Benzo(k)fluoranthène	1,36E-08	1,36E-08	1,28E-08	1,28E-08	1,30E-08	1,30E-08
	Benzo(ghi)pérylène	7,50E-10	7,50E-10	6,78E-10	6,78E-10	6,96E-10	6,96E-10
	Benzo(a)pyrène	1,33E-07	1,33E-07	1,27E-07	1,27E-07	1,28E-07	1,28E-07
	Chrysène	2,80E-09	2,80E-09	2,61E-09	2,61E-09	2,66E-09	2,66E-09
	Dibenzo(a,h)anthracène	1,34E-08	1,34E-08	1,28E-08	1,28E-08	1,30E-08	1,30E-08
	Fluorène	1,61E-10	1,62E-10	1,26E-10	1,26E-10	1,36E-10	1,36E-10
	Fluoranthène	1,20E-09	1,20E-09	1,15E-09	1,15E-09	1,16E-09	1,16E-09
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2,56E-07	2,56E-07	2,48E-07	2,48E-07	2,51E-07	2,51E-07
	Benzo(j)fluoranthène	1,60E-08	1,60E-08	1,35E-08	1,35E-08	1,42E-08	1,42E-08
	Phénanthrène	3,29E-09	3,29E-09	3,19E-09	3,19E-09	3,21E-09	3,21E-09
	Pyrène	8,94E-10	8,94E-10	8,40E-10	8,40E-10	8,58E-10	8,58E-10
Total		2,77E-05	2,77E-05	2,77E-05	2,71E-05	2,71E-05	2,76E-05

Tableau 53 : ERI pour l'exposition par inhalation pour le scénario majorant

Tous les ERI dépassent la valeur de 1.10^{-5} , indiquant un risque sanitaire lié aux substances à effets sans seuil sur tous les sites vulnérables considérés pour le scénario majorant.

Annexe 4 : Incertitudes sur l'évaluation des risques sanitaires

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).

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.

3) Estimation de l'exposition

Les voies d'exposition par contact cutané 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. De plus, 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).

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).

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.