

QUARTIER MIXTE HABITAT/ACTIVITES « LES TERRASSES DE FLEURY » A FLEURY-SUR-ORNE (14)

ETUDE AIR ET SANTE

Commanditaire :	Foncim	Rapport :	Intermédiaire
Réalisation :	Rincenc Air	Phase :	1-2
Auteur :	BF ; NG	Version :	RP-AF24021-1-V1
Validation :	FC	Date :	15/04/2024

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

SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	3
I.1 REFERENTIEL METHODOLOGIQUE	3
I.2 NIVEAU D'ETUDE ET AVANCEMENT	3
II. ETAT INITIAL : ÉTUDE DOCUMENTAIRE	4
II.1 LES EMISSIONS POLLUANTES	4
II.1.1) Répartition des secteurs d'émissions	4
II.1.2) Emissions liées au transport	4
II.1.3) Emissions liées au secteur résidentiel	4
II.1.4) Emissions liées au secteur industriel	5
II.2 POPULATION IMPACTEE	6
II.2.1) Population générale	6
II.3 METEOROLOGIE	7
II.3.1) Impact des paramètres météorologiques	7
II.3.2) Station de référence	7
II.3.3) Normales météorologiques	7
II.4 QUALITE DE L'AIR	8
II.4.1) Définitions	8
II.4.2) Station de mesure de référence	8
II.4.3) EIS-PA dans l'agglomération de Caen (2009-2010)	9
II.5 LES PLANS DE PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	9
II.5.1) Les plans à l'échelle nationale	9
II.5.2) Les plans à l'échelle régionale	9
II.5.3) 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.2 PLAN D'ECHANTILLONNAGE	11
III.2.1) Points de mesure	11
III.2.2) Période de mesure	11
III.3 RESULTATS DE LA CAMPAGNE	12
III.3.1) Conditions météorologiques	12
III.3.2) Conditions de pollution atmosphérique	12
III.3.3) Validité des mesures par capteurs passif	13
III.3.4) Concentrations en NO ₂	13
III.3.5) Cartographie des résultats	13
III.4 COMPARAISON A LA REGLEMENTATION	14
III.4.1) Cadre réglementaire	14
III.4.2) Dioxyde d'azote (NO ₂)	14
IV. ETAT INITIAL : ESTIMATION DES ÉMISSIONS POLLUANTES	15
IV.1 METHODOLOGIE	15
IV.1.1) Méthode de calcul	15
IV.1.2) Parc de véhicules	15
IV.1.3) Facteurs d'émissions unitaires	15
IV.1.4) Données de trafic	15
IV.2 RESULTATS DU CALCUL DES EMISSIONS POLLUANTES	15
IV.2.1) Emissions polluantes globales	15
IV.2.2) Cartographie des émissions	16
V. SYNTHÈSE	16

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	18
Annexe 2 : Fiches de point de mesure	23

TABLEAUX

Tableau 1 : définition des niveaux d'études (note technique du 22/02/2019)	3
Tableau 2 : contenu des différents niveaux d'étude	3
Tableau 3 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet	6
Tableau 4 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations Atmo Normandie	8
Tableau 5 : plan d'échantillonnage	11
Tableau 6 : étude des données Atmo Normandie	12
Tableau 7 : facteurs de validité des mesures	13
Tableau 8 : résultats des mesures NO ₂	13
Tableau 9 : données de trafic à l'état actuel	15
Tableau 10 : bilan des émissions de PES	15
Tableau 11 : bilan des émissions de GES	15
Tableau 12 : description des principaux polluants en air ambiant	18
Tableau 13 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air	21
Tableau 14 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant	22
Tableau 15 : valeurs réglementaires pour les composés particuliers dans l'air ambiant	22
Tableau 16 : définition des seuils réglementaires	22

FIGURES

Figure 2 : part des émissions atmosphériques par secteur dans la CU Caen la mer (14) en 2018	4
Figure 3 : localisation des principaux axes routiers dans la zone d'étude (source : IGN)	4
Figure 4 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 5 km autour du projet	5
Figure 5 : population autour de la zone du projet	6
Figure 6 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet	6
Figure 7 : localisation de la station météorologique de référence	7
Figure 8 : normales de températures et précipitations	7
Figure 9 : rose des vents décennale	7
Figure 10 : localisation des stations qualité de l'air de référence	8
Figure 11 : plan d'échantillonnage	11
Figure 12 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)	12
Figure 13 : étude des conditions de vent (données : Météo France)	12
Figure 14 : cartographie des résultats	13
Figure 15 : comparaison des résultats des mesures NO ₂ à la réglementation	14
Figure 16 : émissions de NO _x – scénario actuel	16
Figure 17 : profil annuel des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	19
Figure 18 : profil journalier des concentrations de NO ₂ /PM ₁₀ /O ₃ en Ile-de-France (données : Airparif)	19
Figure 19 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM _{2.5} à 10 µg/m ³	20
Figure 20 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique	20

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

I.1 Référentiel méthodologique

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

Le niveau de l'étude air et santé dépend principalement du trafic sur les axes impactés de plus de 10 % par le projet selon le tableau suivant :

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

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

Le tableau ci-dessous présente le contenu des différents niveaux d'étude :

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 sur demande de l'AE	- Dans l'air : NO ₂ , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène - Dans les sols et végétaux : 16 HAP
Estimation des émissions polluantes		NO _x , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , BaP, As, Ni		NO _x , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, COVNM, SO ₂ , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène
Calcul des coûts collectifs			NO _x , PM _{2.5} , COVNM, SO ₂	
Modélisation des concentrations			NO ₂ systématique, PM ₁₀ sur demande de l'AE pour 3 scénarios : - actuel - futur sans projet - futur avec projet	NO ₂ , benzène, PM ₁₀ , PM _{2.5} , 16 HAP, As, Ni, Cr, 1,3-butadiène pour 5 scénarios : - actuel, - futur sans et avec projet - futur sans et avec projet + 20 ans
Calcul de l'indice pollution-population			NO ₂ systématique, PM ₁₀ sur demande de l'AE	
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 Niveau d'étude et avancement

En amont de la fourniture des données de trafic, une étude de niveau III ou II est envisagée. Dans les deux cas, cette étude comprend un état initial de la qualité de l'air par étude documentaire et campagne de mesure de la pollution atmosphérique. Ce rapport présente les résultats obtenus à l'issue de ces deux phases.

La phase d'évaluation des effets du projet fera l'objet d'une mise à jour une fois que les données de circulation seront disponibles.

II.1.4) Emissions liées au secteur industriel

Le Registre Français des Emissions Polluantes (iREP) met à disposition les rejets atmosphériques déclarés par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). L'ADEME, à travers la plateforme SINOE, compile également les données relatives aux méthaniseurs, installations de stockage des déchets et unités de valorisation sur le territoire français.

Le croisement de ces différentes bases de données pour les dernières années disponibles n'indique aucun site émetteur de polluants atmosphériques dans un rayon de 5 km, ce qui ne laisse pas envisager d'émissions complémentaires de COVNM ou SO₂ au niveau du projet.



Figure 3 : localisation des principaux sites industriels dans un rayon de 5 km autour 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 2019 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 4 : population autour de la zone du projet

Le projet est situé dans la ville de Fleury-sur-Orne qui comprend 5 303 habitants (données 2021) pour une superficie de 6,75 km² soit une faible densité d'environ 786 habitants/km². Dans la zone de projet, la population actuelle est nulle tandis qu'elle est modérée à forte dans les quartiers situés à l'ouest et au nord-ouest.

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

N°	Etablissement	Type
1	Institut Médico Educatif André Bodereau	Etablissement de santé
2	EHPAD Le Florilège	Etablissement pour personnes âgées

Tableau 3 : description des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet



Figure 5 : localisation des sites vulnérables les plus proches de la zone de projet

Ce recensement permet de localiser 2 sites vulnérables dans la zone d'étude. Les données de trafic permettront de déterminer si ces sites vulnérables sont localisés dans la bande d'étude et doivent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires (ERS).

II.3 Météorologie

II.3.1) Impact des paramètres météorologiques

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 de 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).

II.3.2) Station de référence

Pour étudier l'influence de ces paramètres, les conditions météorologiques lors de chaque campagne de mesure sont comparées aux normales saisonnières. Les normales de températures et précipitations sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1991 à 2020 (de 2001 à 2020 pour les vents) et ne sont par conséquent 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 Caen Carpiquet, située à environ 7,2 km au nord-ouest du projet. Les données normales de vent, constituées par la rose décennale, sont également acquises auprès de cette station. La figure suivante illustre la localisation de la station météorologique utilisée par rapport au projet.



Figure 6 : localisation de la station météorologique de référence

II.3.3) Normales météorologiques

Les figures suivantes présentent les moyennes mensuelles observées de 1991 à 2020 pour les paramètres de température et de précipitations, ainsi que la rose des vents¹ 2001-2020 de la station Météo France de Caen Carpiquet :

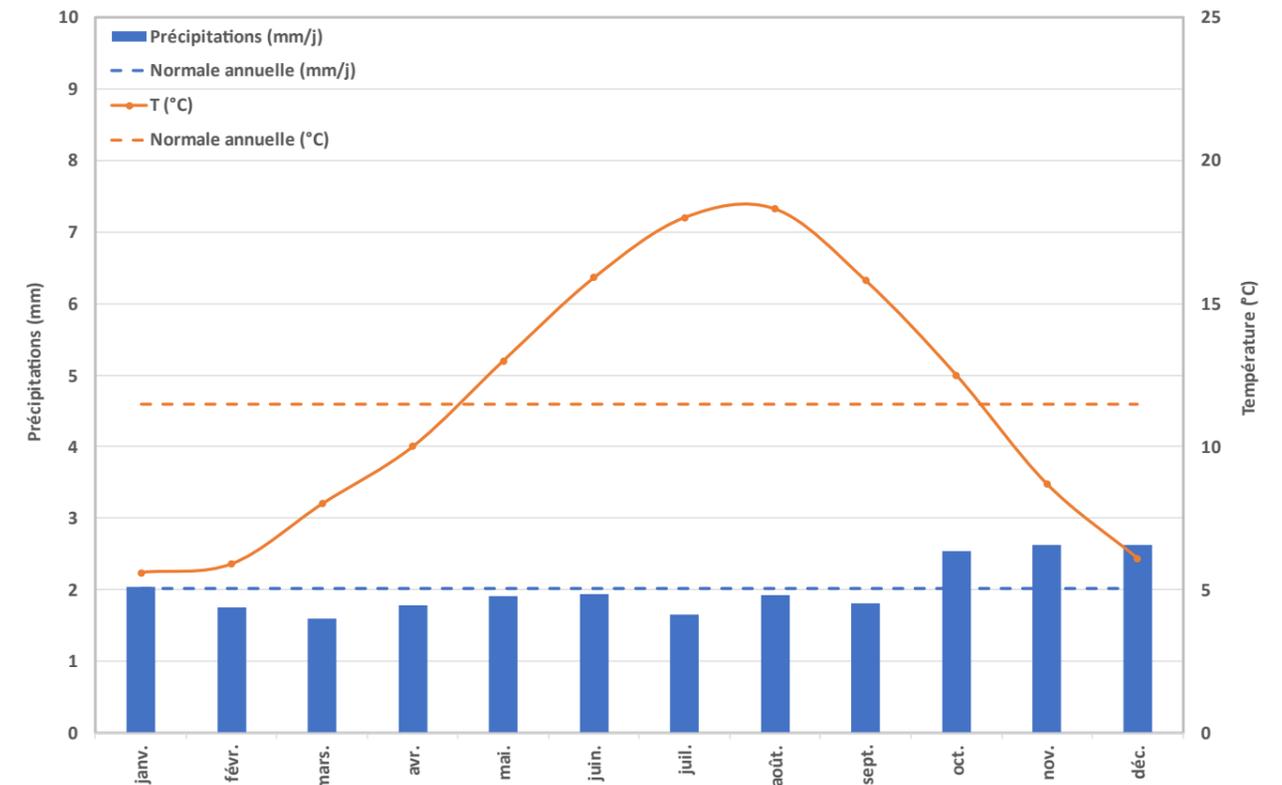


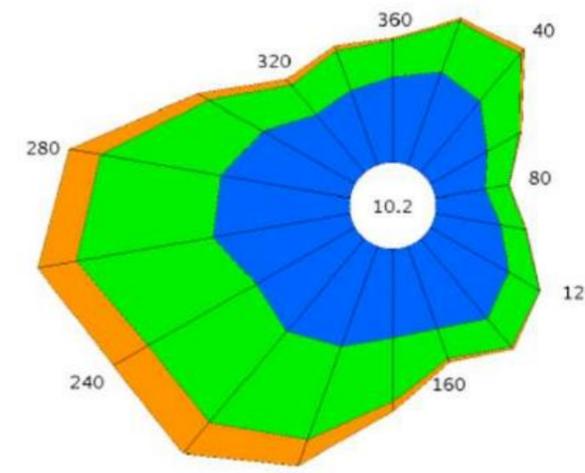
Figure 7 : normales de températures et précipitations

La température moyenne annuelle relevée au niveau de la station est de 11,5°C avec des maxima observées sur la période juillet-août et des minima sur la période janvier-février.

En moyenne sur la période 1991-2020, les précipitations sont réparties de façon relativement uniforme tout au long de l'année (2,0 mm/jour) avec une période octobre-décembre légèrement plus pluvieuse (de 2,5 à 2,6 mm/jour).

La rose des vents indique quant à elle un secteur ouest / sud-ouest majoritaire, ainsi qu'un secteur secondaire nord-est.

Ces données sont utilisées pour évaluer les conditions des mesures dans les chapitres suivants.



Vitesses : <1,5 m/s [1,5-4,5] [4,5-8] >8 m/s

Figure 8 : rose des vents décennale

¹ 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.

II.4 Qualité de l'air

II.4.1 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.4.2 Station de mesure de référence

Les stations Atmo Normandie de fond urbain « IFS Caen Sud » et de trafic « Caen Vaucelles » sont situées respectivement à environ 2,3 km et 4,4 km au nord-est de la zone du projet : elles constituent les stations les plus proches du projet (cf. figure 9). Elles sont utilisées comme stations de référence pour étudier les conditions locales de pollution atmosphérique.



Figure 9 : localisation des stations qualité de l'air de référence

Le tableau 4 présente les évolutions annuelles entre 2019 et 2023 des polluants mesurés par les stations Atmo Normandie de « IFS Caen Sud » et « Caen Vaucelles » :

Station	Polluant	Valeur	Valeur limite	2019	2020	2021	2022	2023
Caen Vaucelles (trafic)	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	25,0	19,0	21,7	19,6	13,3
	PM ₁₀	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	18,9	17,3	19,0	24,5	-
		Nb de jours dont la moyenne journalière > 50 µg/m ³	35	8	9	1	-	-
	C ₆ H ₆	Moyenne annuelle (µg/m ³)	5	0,9	0,6	0,8	0,6	-
IFS Caen Sud (fond)	NO ₂	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	14,0	9,3	10,1	11,8	9,7
	PM ₁₀	Moyenne annuelle (µg/m ³)	40	15,9	15,4	15,5	18,0	15,3
		Nb de jours dont la moyenne journalière > 50 µg/m ³	35	1	3	2	3	-

Tableau 4 : moyennes annuelles des concentrations en polluants sur les stations Atmo Normandie

Dioxyde d'azote (NO₂)

Les teneurs en NO₂ relevées au niveau des deux stations indiquent une diminution des concentrations moyennes annuelles au cours de la période 2019-2023 : de 25 à 13 µg/m³ pour la station Caen Vaucelles et de 14 et 10 µg/m³ pour la station IFS Caen Sud. L'année 2020 présente une forte baisse des concentrations par rapport à 2019 qui s'explique par la mise en place des mesures sanitaires en France suite à la pandémie de Covid-19. Les moyennes annuelles mesurées au niveau des deux stations respectent la valeur limite de 40 µg/m³ sur les cinq dernières années.

Particules PM₁₀

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ présentent une tendance stable sur la période 2019-2023 avec une hausse des concentrations pour l'année 2022. Les moyennes annuelles de PM₁₀ respectent cependant largement la valeur réglementaire de 40 µg/m³ ainsi que le seuil de 35 jours de dépassement de la moyenne journalière de 50 µg/m³.

Benzène (C₆H₆)

Les concentrations observées en moyenne annuelle depuis 5 ans au niveau de la station de trafic Caen Vaucelles sont relativement faibles et présentent de plus une tendance à la baisse (valeurs comprises entre 0,9 µg/m³ en 2019 et 0,6 µg/m³ en 2022). Elles sont largement inférieures à la valeur limite (5 µg/m³ en moyenne annuelle) et à l'objectif de qualité (2 µg/m³ en moyenne annuelle).

Synthèse

Ces résultats ne laissent pas envisager de dépassement des valeurs réglementaires concernant les concentrations de NO₂, de particules PM₁₀ et de benzène dans l'environnement de la zone de projet. Cependant une campagne de mesure in situ est réalisée afin d'étudier plus précisément la répartition des concentrations en NO₂ (principal composé émis par le trafic routier) par rapport au boulevard périphérique situé à proximité du futur quartier et ainsi de mieux définir l'état initial de la qualité de l'air dans la zone du projet.

II.4.3] EIS-PA dans l'agglomération de Caen (2009-2010)

L'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine (EIS-PA) a pour **objectif de quantifier les bénéfices sanitaires et éventuellement économiques qui pourraient être obtenus localement si les niveaux de pollution étaient réduits.**

La méthode employée repose sur 4 étapes décrites dans le guide méthodologique publié par l'InVS. Le calcul des bénéfices sanitaires associés à une diminution de la pollution atmosphérique se base sur : les données de santé (mortalité et hospitalisation) dans la zone étudiée, les données de qualité de l'air (concentration d'un polluant) dans la zone étudiée et les relations concentration-réponse définies entre l'exposition au polluant et l'événement sanitaire étudié (issues d'études épidémiologiques).

Ces bénéfices sanitaires sont ensuite traduits en termes de bénéfices économiques selon la démarche décrite dans le guide méthodologique du projet européen Aphekom. Ils prennent en compte les dépenses de santé, le coût de l'absence au travail, les coûts associés à la perte de bien-être, à la qualité et l'espérance de vie. La mise en œuvre d'une EIS-PA est restreinte aux polluants pour lesquels la causalité a été établie à savoir l'ozone, les PM₁₀ et PM_{2,5}.

La zone d'étude inclut 23 communes : 21 communes constituant l'unité urbaine de Caen et 2 communes adjacentes. Elle couvre une partie du territoire de la communauté d'agglomération de Caen la mer. Elle s'étend sur une superficie de 155 km² et comptait 206 000 habitants en 2009, dont 16 % de personnes de moins de 15 ans et 15 % âgées de 65 ans et plus. Les niveaux de pollution de fond sur la zone d'étude de l'agglomération de Caen sont supérieurs aux valeurs guides de l'OMS. Une diminution des niveaux d'ozone, des particules fines PM_{2,5} et PM₁₀ de 5 µg/m³ sur cette zone d'étude permettrait d'éviter :

- A court terme : 6 décès par an et 34 hospitalisations pour causes cardiaques et respiratoires soit une économie d'environ 700 000 euros par an.
- A long terme : 40 décès anticipés dont la moitié pour causes cardio-vasculaires correspondant à un gain économique attendu d'environ 75 millions d'euros par an.

II.5 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.5.1] 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 une fois par an par le Conseil National de l'Air (CNA) et révisé tous les quatre ans.

Inscrit dans l'article 64 dans la LTECV, le PREPA est composé d'une part d'un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 et d'autre part d'un arrêté établissant les actions prioritaires retenues et leurs modalités opérationnelles permettant de réduire 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... A la suite du précédent plan (2017-2021), un nouvel arrêté en date du 8 décembre 2022 définit de nouvelles actions à mettre en œuvre pour la période 2022-2025 parmi lesquelles les mesures dans le domaine du transport sont les suivantes :

- Favoriser la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations
- Inciter l'utilisation du vélo
- Favoriser les mobilités partagées
- Favoriser le report modal vers le transport en commun
- Favoriser le report modal vers le ferroviaire

- Renforcer les dispositifs d'aides de l'Etat afin d'assurer la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres
- Mettre en œuvre des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) par les collectivités
- Poursuivre le déploiement en équipement de certificats qualité de l'air (Crit'Air)
- Déploiement de bornes de recharges pour les véhicules électriques
- Poursuivre le renouvellement du parc public et des transports collectifs par des véhicules faiblement émetteurs
- Réduire les émissions de particules liées au freinage des véhicules
- Contrôler les émissions réelles des véhicules routiers
- Renforcer le contrôle technique des véhicules
- Soutenir l'adoption de nouvelles normes européennes ambitieuses
- Soutenir la transition écologique portuaire
- Renforcer les contrôles de la qualité des carburants marins

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 :

- Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations
- Informer, communiquer et former les professionnels et les citoyens
- Réduire les expositions environnementales affectant notre santé
- 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 :

- 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.
- 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.
- 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.5.2] Les plans à l'échelle régionale

Le **Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE3) de Normandie**, établi sur la période 2017-2021, est une déclinaison régionale du PNSE3, renouvelé tous les 5 ans comme ce dernier. Co-piloté par l'Agence Régionale de Santé (ARS), le préfet de Région et la Région Normandie, le PRSE3 comprend 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 normands. Au total, les objectifs du PRSE3 se déclinent autour de 5 axes transversaux :

- Axe 1 - Agir localement pour un environnement favorable à la santé pour tous
- Axe 2 - Améliorer la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et littorale
- Axe 3 - Agir pour des bâtiments (et un habitat) sains
- Axe 4 - Limiter l'exposition à la pollution de l'environnement extérieur et aux espèces nuisibles à la santé humaine
- Axe 5 - Mieux observer, former et informer pour agir ensemble pour un environnement sain

Parmi les 16 objectifs retenus, les suivants présentent un lien direct ou indirect avec la qualité de l'air :

- Améliorer la qualité de l'air extérieur et limiter son impact sur la santé
- Prévenir les effets sanitaires liés aux espèces animales et végétales nuisibles à la santé humaine
- Renforcer la connaissance et l'information et réduire l'exposition des populations aux sols pollués
- Réduire les risques pour la santé liés à l'environnement intérieur dans les bâtiments existants
- Promouvoir un logement et des environnements intérieurs favorables à la santé dans les constructions neuves et les rénovations
- Prévenir les expositions des publics sensibles à l'environnement intérieur
- Renforcer les compétences en santé environnement des décideurs, acteurs au niveau local et des professionnels de santé
- Faciliter l'information des citoyens - Renforcer l'information, la formation et l'éducation des publics sensibles

Le **Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) de Basse-Normandie** actuellement en vigueur a été approuvé le 26 septembre 2013 par délibération du Conseil Régional puis adopté par arrêté préfectoral le 30 décembre 2013. Il fixe à moyen et long terme 40 orientations stratégiques pour le territoire régional en matière de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de la qualité de l'air, de développement des énergies renouvelables et d'adaptation aux effets du changement climatique. Les orientations régionales en matière de qualité de l'air définies dans le SRCAE intègrent les 4 précédents objectifs du Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) :

- Améliorer et diffuser la connaissance de la thématique « qualité de l'air » à l'ensemble du territoire, en particulier sur les communes en zone sensible
- Améliorer et diffuser la connaissance sur l'impact de l'utilisation de phytosanitaires sur la qualité de l'air
- Réduire les pratiques de brûlage en Basse-Normandie
- Mieux informer sur la radioactivité dans l'air

Les orientations concernant les autres thématiques du SRCAE contiennent également des synergies en lien avec l'amélioration de la qualité de l'air (agriculture, industrie...) :

- Penser tout projet d'aménagement d'infrastructures ou d'équipement sous l'angle « développement durable » (maîtrise des consommations, d'énergie, limitation des émissions...)
- Maîtriser les consommations d'énergie et réduire la pollution atmosphérique par le développement de la connaissance des acteurs industriels et la mise en œuvre des bonnes pratiques et meilleures technologies existantes.
- Sensibiliser les acteurs de la filière agricole pour mettre en œuvre des pratiques adaptées en matière de qualité de l'air, d'émissions de gaz à effet de serre, de séquestration de carbone et d'adaptation aux effets du changement climatique.
- Rationaliser l'utilisation des intrants (notamment les fertilisants minéraux) afin de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre.
- Consolider et développer la filière bois-énergie existante et privilégier le développement d'installations industrielles et collectives de production de chaleur en préservant la qualité de l'air.

Le SRCAE a été intégré dans le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) de la Région Normandie, rendu obligatoire par la loi NOTRE (Nouvelle organisation territoriale de la République) du 7 août 2015. Le SRADDET a été adopté par la région en 2019 et approuvé par le préfet de la région Normandie le 2 juillet 2020.

II.5.3] Les plans à l'échelle locale

Le **Plan de Déplacement Urbains (PDU)** actuellement en vigueur sur le territoire de Caen la mer, approuvé le 19 novembre 2013, est un document de planification stratégique obligatoire, conformément aux dispositions de l'article L. 1214-1 du Code des Transports. Le PDU détermine les principes régissant l'organisation du transport de personnes et de marchandises, la circulation et le stationnement dans le périmètre des transports urbains qui recouvre 29 communes dont la zone du projet. Le plan d'actions du PDU est structuré en 6 axes principaux :

- Axe n°1 : un développement urbain orienté vers une mobilité plus éco-responsable.
- Axe n°2 : un système de transports collectifs performant et intermodal
- Axe n°3 : le stationnement, levier d'une politique de transport cohérente
- Axe n°4 : un usage intelligent de la voiture
- Axe n°5 : une voirie pour tous
- Axe n°6 : le vélo, un mode de déplacement à part entière

Autour de 6 axes structurants, 16 actions sont réparties et subdivisées en 52 mesures à mettre en œuvre à l'horizon 2018 :

- Faire la ville autour des transports collectifs
- Favoriser les déplacements courts en modes actifs
- Structurer le réseau au moyen de transports en commun en site propre
- Améliorer le réseau de bus
- Faciliter l'intermodalité

- Sauvegarder le foncier ferroviaire
- Encadrer le stationnement privé
- Réguler le stationnement public
- Répondre à des besoins de stationnement spécifiques
- Maîtriser les investissements routiers
- Optimiser le réseau existant
- Favoriser un usage raisonné de la voiture
- Restructurer les entrées de ville
- Favoriser les modes actifs
- Devenir une agglomération accueillante pour les vélos
- Soutenir la pratique du vélo

La loi « Transition Energétique pour la Croissance Verte » du 17 août 2015 a rendu obligatoire la réalisation d'un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) depuis 1^{er} janvier 2017 dans les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants. Le **PCAET du regroupement communal Caen Normandie Métropole** (qui comprend 144 communes dont la ville de Caen dans laquelle se situe l'opération d'aménagement) a été approuvé par le comité syndical le 16 juin 2023. Le programme d'actions s'articule autour des 8 axes stratégiques suivants :

- Promouvoir un modèle de développement humain économe en énergie, sobre en ressources et équitable dans la répartition des efforts entre individus et entre territoires
- Promouvoir un développement équilibré et solidaire des énergies renouvelables
- Mobiliser les acteurs autour d'un plan au long cours de séquestration du carbone
- Améliorer la qualité de l'air extérieur et intérieur
- Observer et comprendre les phénomènes à l'œuvre, déterminer les vulnérabilités et partager la culture du risque
- Adapter la configuration spatiale du territoire pour limiter les dommages et augmenter la résilience
- S'allier à la nature et compter sur les services écosystémiques que rend la biodiversité
- Mettre en place une gouvernance efficace, adaptée à la hauteur des enjeux

Au total, 65 actions découlent directement de ces 8 axes dont les suivantes ont un impact direct ou indirect sur la qualité de l'air :

- Mettre en place des opérations globales de rénovation énergétique des logements du parc privé
- Mettre en œuvre les politiques cyclables du territoire
- Favoriser la multimodalité par l'intermodalité
- Renforcer l'offre de transports collectifs structurants sur le territoire
- Sensibiliser le grand public, les entreprises et les institutions à la décarbonation des mobilités
- Favoriser la proximité
- Organiser et optimiser le stationnement en milieu urbain
- Réduire et décarboner les transports de marchandises (longue et moyenne distances)
- Optimiser et décarboner la logistique du dernier kilomètre
- Diversifier la production alimentaire locale, fondée sur les principes de l'agriculture durable
- Renforcer l'efficacité énergétique des modes de production
- Étendre, optimiser et verdir les réseaux de chaleur existants
- Créer de nouveaux réseaux de chaleur
- Développer les dispositifs de captation de l'énergie thermique atmosphérique ou géologique
- Augmenter la consommation de bois énergie et améliorer son efficacité
- Réduire les émissions de particules fines générées par les particuliers
- Réduire les émissions de polluants atmosphériques dans le secteur industriel
- Réduire les émissions de polluants atmosphériques dans le secteur artisanal
- Réduire les émissions de polluants atmosphériques dans le secteur agricole
- Sensibiliser à la qualité de l'air intérieur et à la dangerosité de certains produits
- Prévenir l'exposition des populations aux pollutions de l'air grâce à un urbanisme durable
- Mettre en œuvre un aménagement du territoire favorable à la qualité de l'air
- Désimperméabiliser et végétaliser les milieux urbains

Enfin, la zone du projet n'est pas couverte par un **Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)**.

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. En l'absence de spécifications dans le cadre de ce projet, seul le NO₂ est intégré aux mesures.

III.1.2) Mesure du dioxyde d'azote

Les mesures du dioxyde d'azote (NO₂) sont réalisées par capteurs à diffusion passive, conformément à la norme NF EN 16339². 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.2 Plan d'échantillonnage

III.2.1) Points de mesure

En fonction des typologies d'exposition définies au paragraphe II.4.1) et de la dimension du projet, l'échantillonnage est établi pour **7 points de mesure du NO₂**.

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



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

N°	Type	Polluant(s) mesuré(s)	Localisation
P1	Trafic	NO ₂	RN814
P2	Fond	NO ₂	Chemin perdu - 25m au nord de la RN814
P3	Trafic	NO ₂	Avenue d'Harcourt
P4	Fond	NO ₂	Limite est de la zone de projet - 60m à l'ouest de l'avenue d'Harcourt
P5	Fond	NO ₂	Rue du Mont Aval
P6	Fond	NO ₂	Rue de la Boussole
P7	Fond	NO ₂	Centre de la zone de projet

Tableau 5 : plan d'échantillonnage



Figure 10 : plan d'échantillonnage

III.2.2) Période de mesure

Les concentrations en polluants atmosphériques présentent un comportement saisonnier marqué ce qui est principalement dû aux variations des sources d'émission et des conditions météorologiques. Dans le cadre de cette étude, **une seule campagne de mesure** est dimensionnée. Néanmoins, l'étude des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique au cours de la campagne permet d'extrapoler les résultats à une situation annuelle. La campagne de mesure est réalisée du **13 février au 27 février 2024**.

² Norme NF EN 16339 : Air ambiant - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion.

III.3 Résultats de la campagne

III.3.1) 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 Caen Carpiquet :

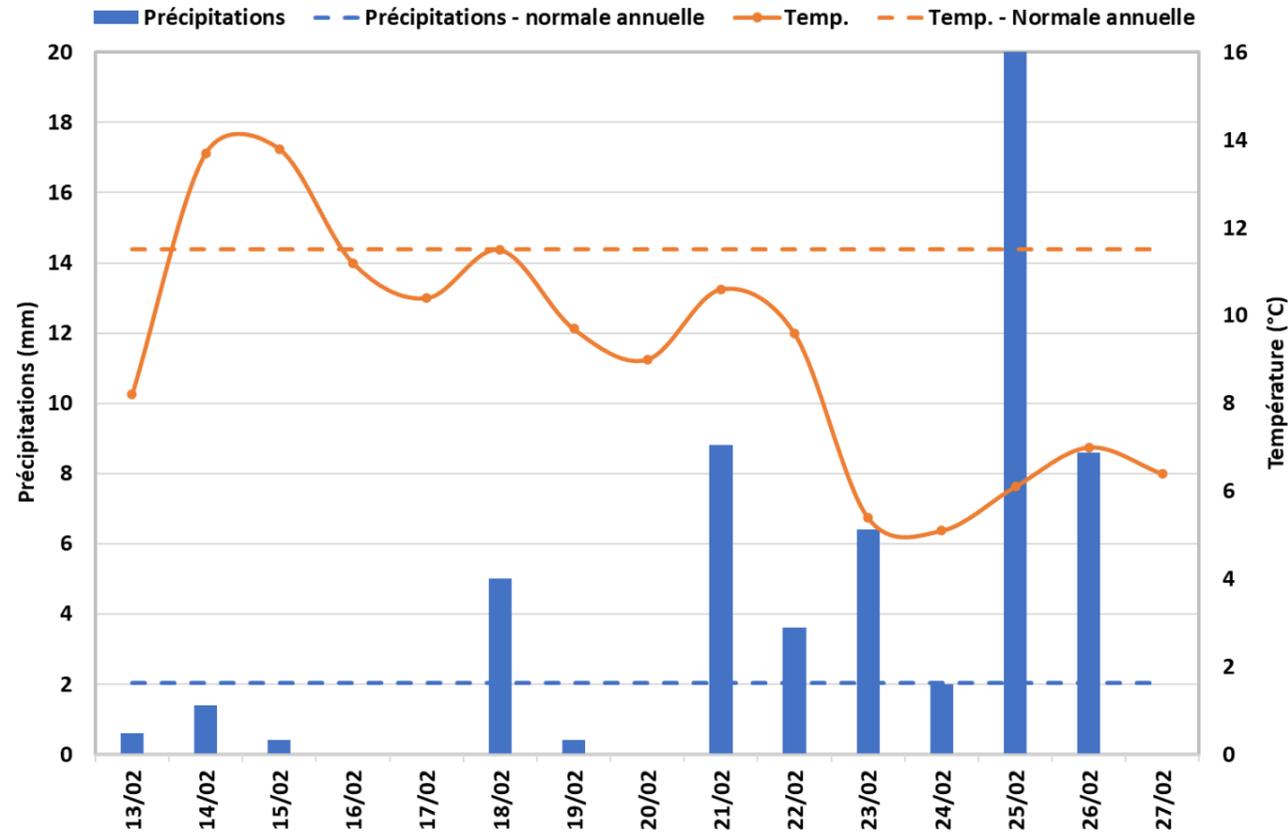


Figure 11 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont légèrement inférieures à la normale (9,2°C contre 11,5°C) indiquant des conditions pouvant conduire à une faible augmentation des concentrations en NO₂ par rapport à la moyenne annuelle.

En revanche, les précipitations enregistrées durant les mesures sont largement supérieures à la normale annuelle (4,0 mm/jour en cumul moyen journalier contre 2,0 mm/jour) et peuvent contribuer, par lessivage de l'atmosphère, à une diminution des concentrations en NO₂ par rapport à la moyenne annuelle.

- Conditions de vent

Les conditions de dispersion sont représentées par la rose des vents au cours des mesures :

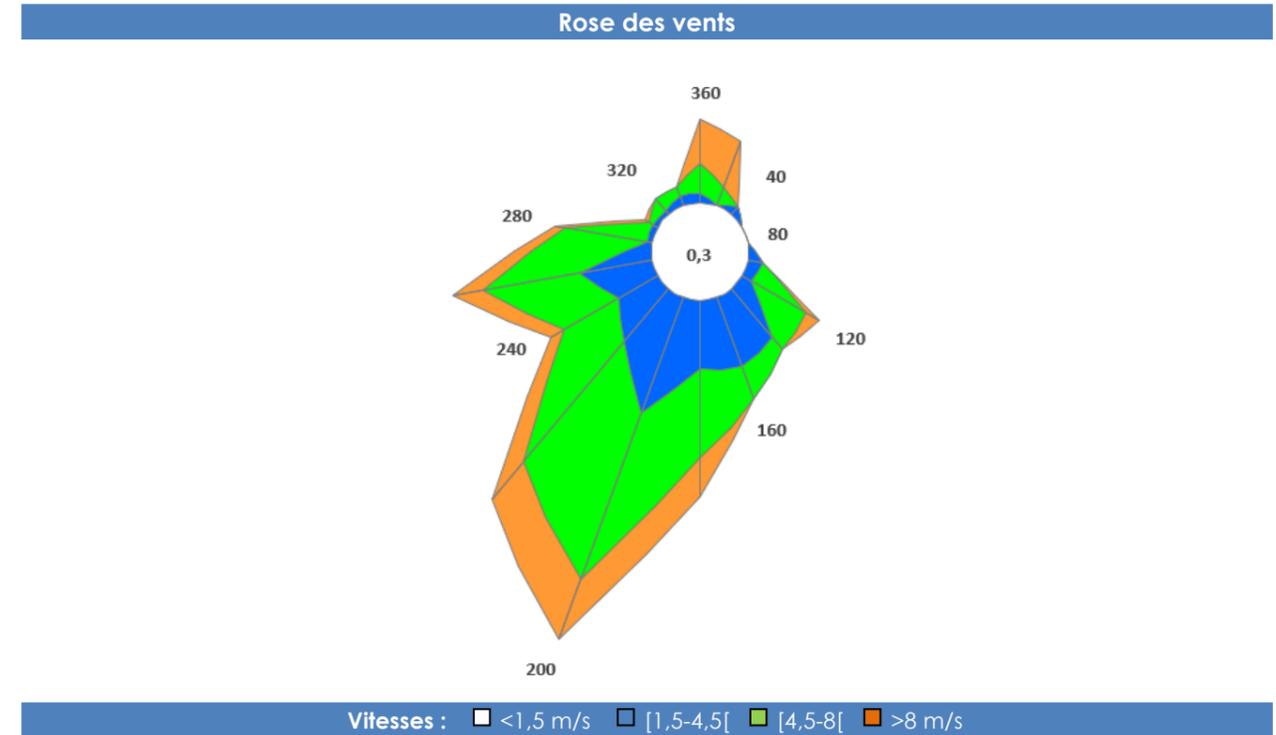


Figure 12 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents est caractérisée par un secteur sud-ouest majoritaire compris dans les normales (cf. paragraphe II.3.3). Ces directions de vent placent la zone de projet directement sous l'influence de la RN814 au cours des mesures. En revanche les vitesses de vent relevées pendant la campagne sont très élevées par rapport à la rose décennale (seulement 0,3 % des vents sont inférieurs à 1,5 m/s contre 10 % pour la décennale), ce qui indique une dispersion importante au cours des mesures.

III.3.2) Conditions de pollution atmosphérique

Les concentrations en NO₂ enregistrées par Atmo Normandie au niveau des stations Caen Montalivet (trafic) et IFS Caen Sud (fond urbain) sur l'année 2023 et la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m ³)	Moyenne Année 2023 (µg/m ³)	Ecart (%) Campagne / 2023
Caen Montalivet (trafic)	NO ₂	13,8	18,5	-25 %
IFS Caen Sud (fond)	NO ₂	7,3	9,7	-25 %

Tableau 6 : étude des données Atmo Normandie

La dispersion importante associée à de fortes précipitations au cours des mesures entraîne des teneurs en NO₂ plus faibles qu'en moyenne annuelle (-25 % en proximité de trafic et en situation de fond urbain).

III.3.3) 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	38,3 µg/m ³
Ecart standard du doublet	0,6 %
Incertitude théorique élargie (donnée Passam)	20,3 %

Tableau 7 : 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.3.4) Concentrations en NO₂

Les concentrations en NO₂ mesurées sur chaque point sont présentées dans le tableau suivant :

Concentration (µg/m ³)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Typologie	Trafic	Fond	Trafic	Fond	Fond	Fond	Fond
NO ₂	28,9	17,9	12,4	11,1	8,6	9,7	11,2

Tableau 8 : résultats des mesures NO₂

III.3.5) Cartographie des résultats

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



Figure 13 : cartographie des résultats

Les concentrations en NO₂ mesurées dans la zone d'étude sont relativement faibles (inférieures à 15 µg/m³) excepté pour les deux points de mesure les plus proches du boulevard périphérique (P1 et P2 respectivement à 29 et 18 µg/m³). P1 est situé en bordure de la voie d'insertion de la RN814 tandis que P2 est situé à environ 25 mètres au nord, en limite de la zone de projet. La décroissance rapide de concentrations entre ces deux points (-30 %) caractérise la dispersion de la pollution en fonction de l'éloignement à cet axe.

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.4 Comparaison à la réglementation

III.4.1) Cadre réglementaire

Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250 (cf. annexe 1). La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure⁴ et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs⁵. Le graphique suivant présente 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.3.2).

III.4.2) Dioxyde d'azote (NO₂)

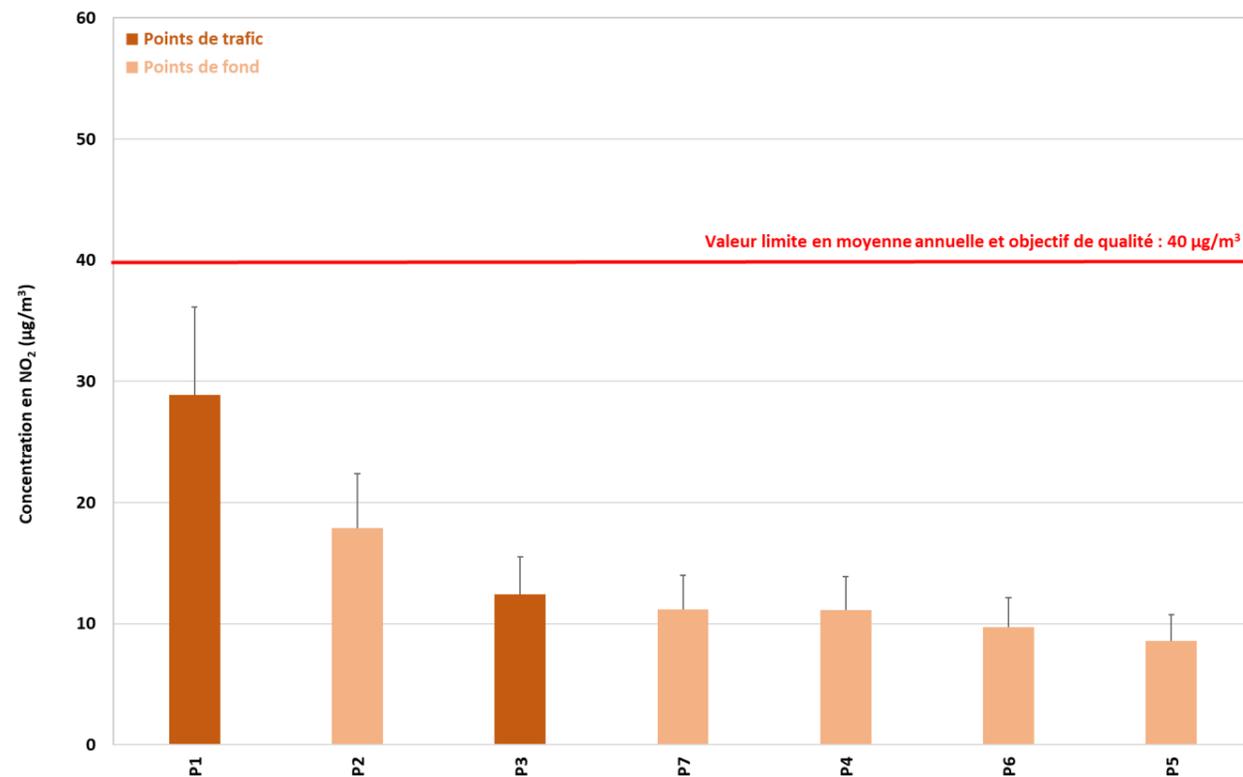


Figure 14 : comparaison des résultats des mesures NO₂ à la réglementation

La distribution des concentrations est relativement cohérente avec la typologie des points de mesure. Aucun point ne présente de concentration supérieure à 40 µg/m³. Bien que la campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO₂ plus faibles d'environ 25 % par rapport à la moyenne de l'année précédente, aucun dépassement potentiel de la valeur réglementaire à l'échelle annuelle n'est envisagé dans la zone d'étude.

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 : ESTIMATION DES EMISSIONS POLLUANTES

IV.1 Méthodologie

IV.1.1) Méthode de calcul

Le modèle de calcul des émissions mis en œuvre est le logiciel **TREFFIC™** (TRaffic Emission Factors Improved Calculation) version 5.1.2 qui utilise les données d'entrée suivantes :

- Le trafic moyen journalier annuel (TMJA) pour les véhicules légers et les poids lourds, ainsi que leur vitesse moyenne sur chaque axe et pour chaque scénario
- La répartition du parc de véhicules pour chaque scénario
- Les facteurs d'émissions polluantes de chaque catégorie de véhicule
- Les conditions météorologiques moyennes sur la zone d'étude (températures et précipitations)

Les résultats présentent les émissions des polluants à effet sanitaire (PES) cités par le guide méthodologique issu de la note technique du 22 février 2019 :

- Oxydes d'azote (NO_x)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Benzo[a]pyrène
- Composés Organiques Volatils (COV)
- Benzène (C₆H₆)
- Particules émises à l'échappement (PM_{2.5} et PM₁₀)
- Arsenic (As) et nickel (Ni)

En complément, les résultats présentent la consommation énergétique et les émissions des principaux gaz à effet de serre (GES) : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O).

IV.1.2) Parc de véhicules

La répartition du parc automobile est issue des projections de l'Université Gustave Eiffel établies notamment en fonction du type de voie (urbain, route, autoroute), des catégories de véhicules, du carburant/énergie et de la norme Euro. Deux scénarios d'évolution de cette répartition sont disponibles :

- Scénario « S1-AME » qui intègre uniquement les mesures actuelles portées par l'Etat français sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre.
- Scénario « S2-AMS » qui considère l'atteinte des objectifs énergétiques et climatiques de neutralité carbone en 2050 sur la base de la stratégie nationale bas carbone (SNBC).

Dans une approche majorante, le scénario retenu dans le cadre de cette étude est le scénario **S1-AME**.

IV.1.3) 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 :

- Des caractéristiques du véhicule (catégorie de véhicule, type de carburant, norme Euro...)
- Du "cycle" (trajet urbain, autoroute, moteur froid/chaud) et de la vitesse du véhicule
- De la température ambiante (pour les émissions à froid)

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

IV.1.4) Données de trafic

Les données de trafic utilisées par Rincenc Air sont issues de l'étude de circulation fournie par le bureau d'études ACC-S⁶. L'année considérée pour la projection du parc roulant est 2024.

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

N°	Brin routier	Actuel (2024)			Vitesse km/h
		VL	PL	Total	
1	Rue de Basse Allemagne	874	13	887	50
2	Rue quadrant	5 340	107	5 447	50
3	Avenue d'Harcourt (RD562A)	12 946	1 031	13 977	50
4	Chemin perdu	400	0	400	30
5	Bd périphérique (RN814)	52 490	5 510	58 000	90
Total		72 050	6 661	78 711	

Tableau 9 : données de trafic à l'état actuel

IV.2 Résultats du calcul des émissions polluantes

IV.2.1) Emissions polluantes globales

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

	CO	C ₆ H ₆	BaP	As	SO ₂	Ni	COVNM	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
Unités	kg/j	g/j	mg/j	mg/j	kg/j	mg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j
Emissions	12,0	9,1	45,2	0,51	0,11	2,7	0,37	16,0	1,0	1,5

Tableau 10 : bilan des émissions de PES

	Consommation	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Unités	Tep/j	t/j	g/j	g/j
Emissions	3,1	9,9	0,45	0,18

Tableau 11 : bilan des émissions de GES

IV.2.2) Cartographie des émissions

En retenant les NO_x comme les polluants les plus représentatifs de la pollution routière, la figure suivante permet de visualiser les émissions en gramme par jour et par mètre dans la zone d'étude à l'état initial (2024) :



Figure 15 : émissions de NO_x – scénario actuel

A l'état actuel, les émissions les plus importantes de la zone d'étude sont localisées au niveau du boulevard périphérique (RN814) situé à environ 60 mètres au sud de la zone de projet. Les émissions au droit des autres axes sont globalement faibles (chemin perdu, rue de la Basse Allemagne, rue quadrant) à modérées (avenue d'Harcourt).

V. SYNTHÈSE

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

- Le boulevard périphérique (RN814) au sud et l'avenue d'Harcourt à l'est constituent les principales sources d'émissions polluantes au niveau du projet, notamment en NO₂. L'urbanisation au nord-ouest constitue également une source d'émission de particules PM₁₀ et PM_{2.5} et de COVNM. En revanche aucune activité industrielle n'est recensée dans l'environnement du projet.
- 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 de projet et la proximité du boulevard périphérique justifie la réalisation d'une campagne de mesure *in-situ* du NO₂.
- Le projet se situe dans une zone où la densité de population est moyenne. Parmi les sites vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air (crèches, établissements scolaires, EHPAD) recensés dans la zone d'étude, l'établissement principal exposé est l'EHPAD Le Florilège situé à 300 m au nord de la zone de projet.
- Le projet s'inscrit dans une zone couverte par différents plans de lutte et de prévention de la pollution atmosphérique contenant des actions spécifiques de protection et d'amélioration de la qualité de l'air (PREPA, PNSE4 à l'échelle nationale, SCRAE, PRSE3, et PDU à l'échelle régionale, PCAET intercommunal à l'échelle locale).

En complément de l'étude documentaire, une campagne de mesure *in situ* a été réalisée dans le cadre de l'état initial afin de caractériser les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), principal traceur des émissions du trafic routier, à l'échelle locale. Cette campagne de mesure, effectuée du 13 au 27 février 2024, se caractérise par conditions météorologiques entraînant des concentrations en NO₂ plus faibles que la moyenne annuelle de l'année précédente (-25 %). En ramenant ces conditions à une situation annuelle, les résultats n'indiquent aucun dépassement de la valeur limite pour le NO₂ (40 µg/m³), aussi bien à proximité du boulevard périphérique qu'au niveau des points de fond urbain, plus caractéristiques de l'exposition chronique de la population à la pollution.

En cohérence avec les résultats de la campagne de mesure, l'estimation des émissions polluantes issues du trafic routier à l'état initial indique que les émissions de NO_x les plus importantes de la zone d'étude sont localisées au niveau de la RN814 située à environ 60 mètres au sud de la zone d'étude. Les émissions sur les autres axes sont globalement faibles à modérées.



ANNEXES

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

1) Définitions

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

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

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

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

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

- Le caractère **primaire ou secondaire**. Les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant tandis que les polluants secondaires qui sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique par exemple).
- L'état **gazeux, particulaire ou semi-volatile**. L'impact des composés gazeux sur la santé est défini directement par des relations dose-effets. Les composés particulaires sont étudiés d'une part en prenant en compte leur nature chimique (ex : métaux lourds) mais également en fonction de leur granulométrie (PM_{10} , $PM_{2.5}$) 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 (CO_2) ou le méthane (CH_4).

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 12 : 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 annuel⁷ 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.

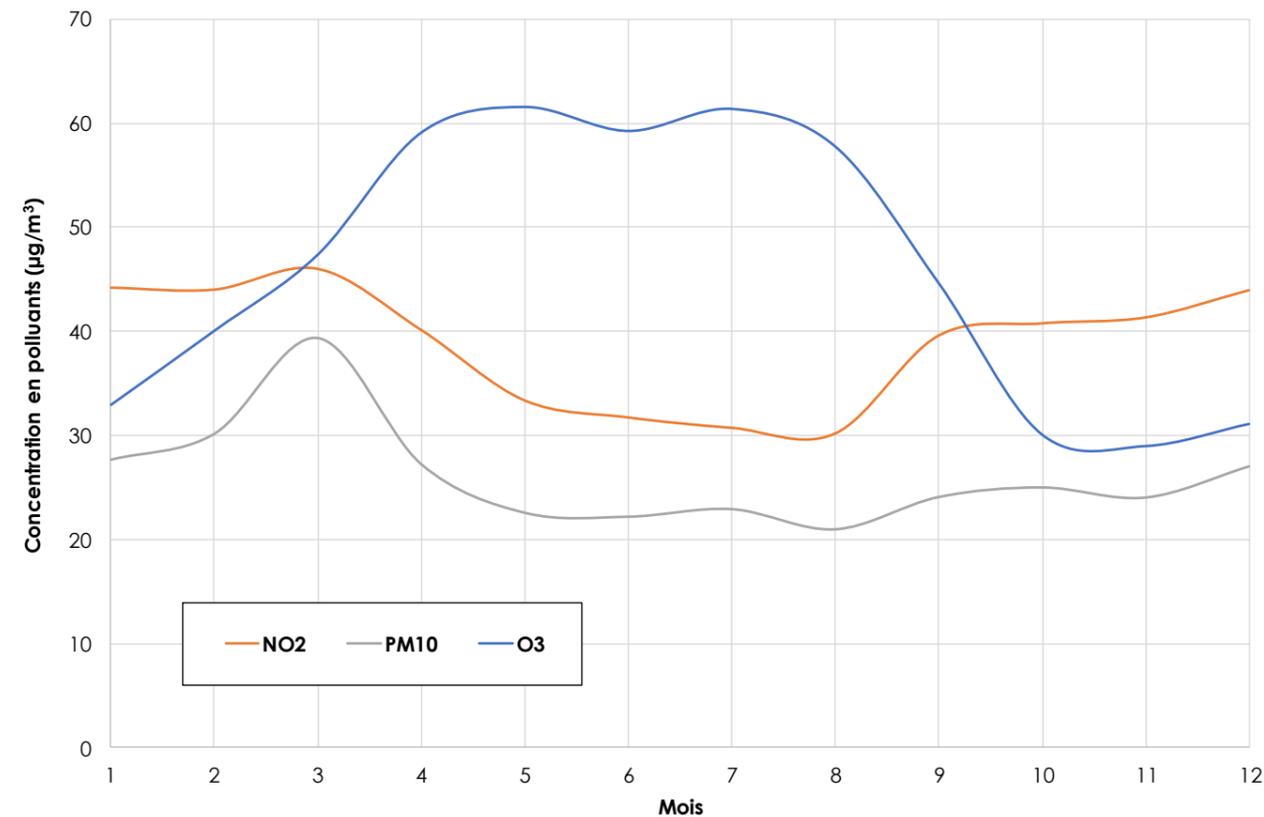


Figure 16 : profil annuel des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

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.

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

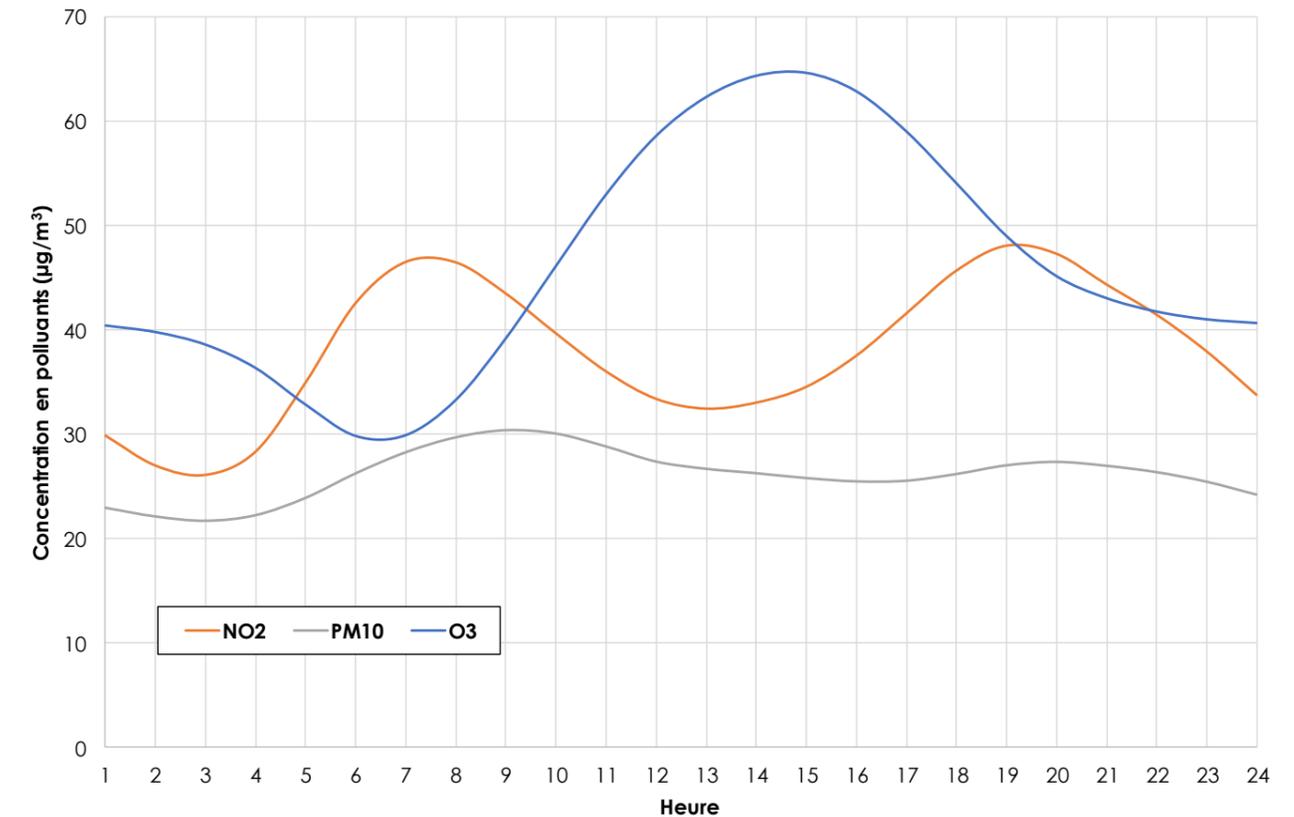


Figure 17 : profil journalier des concentrations de NO₂/PM₁₀/O₃ en Ile-de-France (données : Airparif)

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.

⁷ Le profil annuel est un graphique sur 12 mois où chaque tranche indique la moyenne des concentrations observées chaque année pendant le même mois. Le profil journalier est réalisé suivant le même principe par tranches horaires.

3) Les effets de la pollution

Effets sur la santé

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

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

Les effets aigus ont été évalués au travers de plusieurs études françaises⁸ et internationales⁹ qui mettent en évidence une augmentation de la mortalité corrélée à l'augmentation des concentrations en polluants. Les résultats du projet européen Aphekom (2008-2011) indiquent que le non-respect de l'objectif de qualité OMS pour les PM_{2.5} dans les 25 villes étudiées, causerait 19 000 décès prématurés par an. En particulier, les résultats ont montré que si les niveaux de particules PM_{2.5} étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (cf. figure ci-dessous).

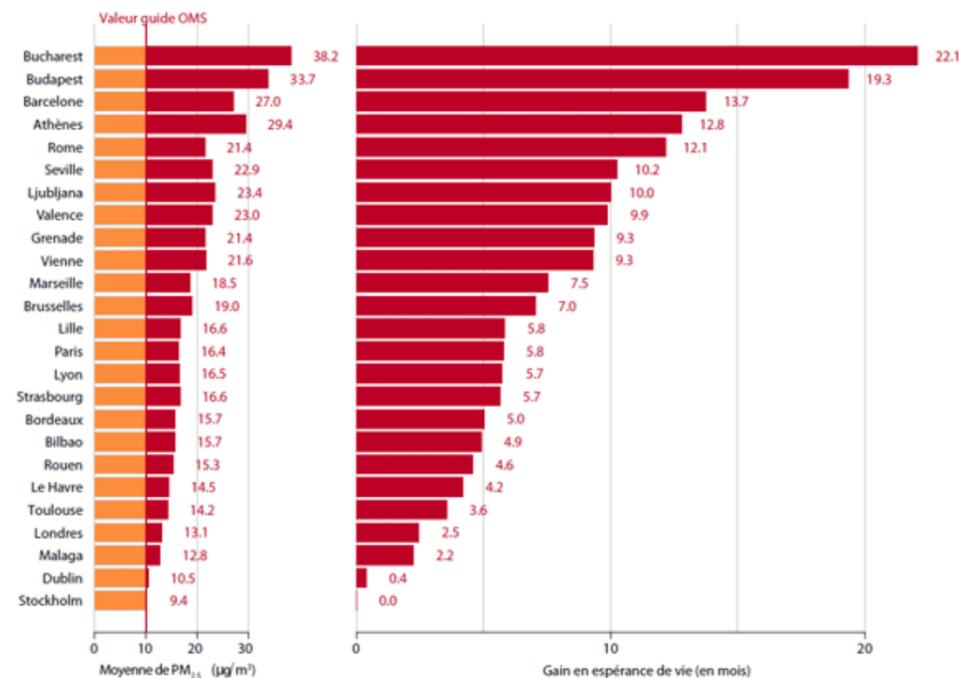


Figure 18 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en PM_{2.5} à 10 µg/m³

⁸Exemple : programme ERPURS (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé - ORS Ile-de-France) ; programme PSAS-9 (Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain- INVS).

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

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



Figure 19 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

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

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

Une étude¹⁰ plus récente réalisée en 2016 par Santé publique France confirme le poids sanitaire de la pollution par les particules fines PM_{2.5} en France. L'agence de santé estime au moyen d'une évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS) une perte d'espérance de vie pouvant dépasser 2 ans (pour une personne âgée de 30 ans) dans les villes les plus exposées. Elle estime également une perte d'espérance de vie de 15 mois dans les zones urbaines de plus de 100 000 habitants, de 10 mois en moyenne pour les zones comprenant entre 2 000 et 100 000 habitants et de 9 mois en moyenne dans les zones rurales. Au total, cela correspond en France à environ 48 000 décès prématurés par an, soit 9,6 % de la mortalité totale en France. Ces résultats actualisent la dernière estimation réalisée en 2005 dans le cadre du programme CAFE¹¹ de la Commission européenne (environ 42 000 décès prématurés avec une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois) et confirment le même ordre de grandeur.

Effets sur la végétation

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

Effets sur les matériaux

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

¹⁰ Rapport et synthèse – Impact de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyses des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique.

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

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

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

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

En avril 2015, une étude¹³ conjointe de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime que, pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.

Un rapport¹⁴ du Sénat publié en juillet 2015 reprend les données du programme CAFE et estime que le coût total de l'impact sanitaire (mortalité et morbidité) de la pollution atmosphérique (particules et ozone) pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an. Par ailleurs, ce rapport met en évidence que le montant de certaines actions de lutte contre la pollution atmosphérique est inférieur aux bénéfices attendus de la prévention des impacts sanitaires, et donc que ces mesures de prévention engendrent des économies pour le pays. Par exemple, le projet Aphekom a permis de montrer que les politiques européennes de diminution du taux de soufre dans les carburants dans les années 1990 se sont traduites par une baisse du niveau de dioxyde de soufre (SO₂) ambiant et une réduction de la mortalité dans 14 villes européennes ; environ 2 200 décès par an, soit une économie estimée à 192 millions d'euros.

D'après une étude réalisée conjointement par la Banque Mondiale et l'Université de Washington et parue en septembre 2016¹⁵, le coût des décès prématurés liés à la pollution de l'air s'élève à environ 199 milliards d'euros pour l'année civile 2013, et cette pollution est le 4^e facteur de décès prématuré dans le monde.

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

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

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 les principaux 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
Arrêté	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
	Arrêté du 17 août 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant
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
Document technique	Instruction technique du 24/09/14 relative au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant.
	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.

Tableau 13 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

¹² Commissariat Général au Développement Durable. Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement - Santé et qualité de l'air extérieur. Juin 2012.

¹³ OMS & OCDE. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. 2015.

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

¹⁵ Banque Mondiale & Université de Washington (IHME). The Cost of Air Pollution: Strengthening the economic case for action [Le coût de la pollution atmosphérique : Renforcer les arguments économiques en faveur de l'action]. Septembre 2016.

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

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 ¹⁷ calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m ³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³	Moyenne tri-horaire
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m ³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 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 14 : 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 15 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant

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

Tableau 16 : définition des seuils réglementaires

¹⁷ AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs horaires mesurées quotidiennement entre 8 h et 20 h.

Annexe 2 : Fiches de point de mesure

P1			
Localisation : RN814		Coordonnées	
Typologie : <input checked="" type="checkbox"/> Trafic <input type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé		49°08'11,48"N	0°22'42,37"O
Photographies		Plan	
Polluant	Capteur	Début du prélèvement	Fin du prélèvement
NO ₂	65	13/02/2024 14:00	27/02/2024 14:33

P2			
Localisation : Chemin perdu - 25m au nord de la RN814		Coordonnées	
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé		49°08'12,26"N	0°22'41,18"O
Photographies		Plan	
Polluant	Capteur	Début du prélèvement	Fin du prélèvement
NO ₂	58	13/02/2024 13:59	27/02/2024 14:36

P3			
Localisation : Avenue d'Harcourt		Coordonnées	
Typologie : <input checked="" type="checkbox"/> Trafic <input type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé		49°08'15,57"N	0°22'34,57"O
Photographies		Plan	
Polluant	Capteur	Début du prélèvement	Fin du prélèvement
NO ₂	51	13/02/2024 13:38	27/02/2024 14:29

P4			
Localisation : Limite est de la zone de projet		Coordonnées	
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé		49°08'15,91"N	0°22'37,53"O
Photographies		Plan	
Polluant	Capteur	Début du prélèvement	Fin du prélèvement
NO ₂	59	13/02/2024 14:05	27/02/2024 14:30

P5					
Localisation : Rue du Mont Aval			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			49°08'21,10"N 0°22'42,92"O		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	89 / 74	13/02/2024	13:42	27/02/2024	14:37

P6					
Localisation : Rue de la Boussole			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			49°08'17,18"N 0°22'48,21"O		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	100	13/02/2024	13:47	27/02/2024	14:44

P7					
Localisation : Centre de la zone de projet			Coordonnées		
Typologie : <input type="checkbox"/> Trafic <input checked="" type="checkbox"/> Fond urbain <input type="checkbox"/> Influencé			49°08'16,96"N 0°22'40,79"O		
Photographies			Plan		
Polluant	Capteur	Début du prélèvement		Fin du prélèvement	
NO ₂	67	13/02/2024	13:49	27/02/2024	14:40