

ETUDE D'IMPACT

PROJET DE RECONVERSION DU SITE DE L'HOPITAL DE SAINT-GERMAIN-EN-LAYE (78)

Étude air et santé
Mars 2021 – version 5



Sommaire

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Présentation du projet | 5 |
| 2 | Définition du domaine d'étude et de la bande d'étude | 7 |
| 2.1 | Domaine d'étude | 7 |
| 2.2 | Bande d'étude | 7 |
| 2.3 | Définition du niveau d'étude | 8 |
| 3 | PARTIE 1 : ÉTAT INITIAL | 11 |
| 3.1 | Documents cadres | 11 |
| 3.1.1 | Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie (SRCAE) | 11 |
| 3.1.2 | Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) | 12 |
| 3.1.3 | Plan National Santé Environnement (PNSE) | 12 |
| 3.1.4 | Plan Régional Santé Environnement (PRSE) | 12 |
| 3.2 | Réglementation française | 13 |
| 4 | IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'EMISSIONS ATMOSPHERIQUES | 16 |
| 4.1 | Inventaire des émissions | 16 |
| 5 | ANALYSE DES DONNEES SANITAIRES | 17 |
| 5.1 | Rappel des effets de la pollution sur la santé | 17 |
| 5.2 | Données sanitaires | 18 |
| 5.2.1 | Définition | 18 |
| 5.2.2 | Chiffres clés | 18 |
| 5.2.3 | Principales causes de mortalité | 19 |
| 5.2.4 | Cancers | 19 |
| 5.2.5 | Cancers du poumon | 19 |
| 5.2.6 | Maladies de l'appareil circulatoire | 19 |
| 5.2.7 | Maladies de l'appareil respiratoire | 20 |
| 6 | ANALYSE DU DOMAINE D'ETUDE | 21 |
| 6.1 | Composition du domaine géographique d'étude | 21 |
| 6.2 | Identification des sites sensibles | 22 |
| 6.1 | Analyse de la population - données INSEE | 23 |
| 6.1.1 | Évolution et structure de la population | 23 |
| 6.1.2 | Emploi et population active | 24 |
| 6.1.3 | Logements | 24 |
| 6.1.4 | Synthèse | 25 |
| 7 | DONNEES EXISTANTES SUR LA QUALITE DE L'AIR | 26 |
| 7.1 | Mesures des stations permanentes AIRPARIF | 26 |
| 7.2 | Réseau de surveillance | 26 |
| 7.3 | Résultats des mesures AIRPARIF | 27 |
| 7.3.1 | Dioxyde d'azote (NO ₂) | 27 |
| 7.3.2 | Particules fines PM10 et PM2,5 | 29 |
| 7.3.3 | Particules PM2,5 | 31 |
| 7.3.4 | Ozone (O ₃) | 32 |
| 7.3.5 | Benzène (C ₆ H ₆) | 33 |
| 7.3.6 | Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM) | 34 |
| 7.3.7 | Benzo(a)pyrène (BaP) | 34 |
| 7.3.8 | Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel | 34 |
| 7.3.9 | Monoxyde de carbone (CO) | 35 |
| 7.3.10 | Dioxyde de soufre (SO ₂) | 35 |
| 7.3.11 | Aldéhydes | 35 |

| | | | | | |
|--------|---|----|--------|---|----|
| 7.3.12 | 1,3-butadiène..... | 36 | 10.7 | Répartition du parc automobile | 49 |
| 7.4 | Indice général CITEAIR | 36 | 10.7.1 | Définition des facteurs d'émissions unitaires | 49 |
| 7.4.1 | Répartition annuelle des indices pour le département des Yvelines 37 | | 11 | Calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique..... | 51 |
| 7.4.2 | Répartition annuelle des indices pour la commune de Saint-Germain- en-Laye 37 | | 11.1 | Méthodologie | 51 |
| 8 | Diagnostic de la qualité de l'air – Campagne de mesures | 38 | 11.2 | Bilan des émissions trafic sur le domaine d'étude | 52 |
| 8.1 | Matériels et méthodes | 39 | 11.2.1 | Bilan de la consommation de carburant et des émissions de CO ₂ sur le domaine d'étude | 54 |
| 8.1.1 | Les tubes passifs à dioxyde d'azote (NO ₂)..... | 39 | 11.3 | Émissions de la chaufferie de l'hôpital | 55 |
| 8.1.2 | Tubes passifs à benzène | 39 | 12 | Calculs des coûts collectifs | 56 |
| 8.1.3 | Les capteurs PM10 | 40 | 12.1 | Méthodologie | 56 |
| 8.2 | Conditions météorologiques | 40 | 12.2 | Valeurs de référence | 56 |
| 8.3 | Résultats des mesures de dioxyde d'azote (NO ₂)..... | 41 | 12.2.1 | Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à la pollution de l'air 56 | |
| 8.4 | Résultats des mesures de benzène | 42 | 12.2.2 | Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à l'effet de serre additionnel | 57 |
| 8.5 | Résultats des mesures des PM10 | 43 | 12.3 | Application au projet | 57 |
| 8.6 | Comparaison des résultats de la campagne de mesures avec les stations AIRPARIF | 45 | 12.3.1 | Calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air | 57 |
| 9 | Conclusions..... | 45 | 12.3.2 | Calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel | 58 |
| 10 | Modélisations des impacts de la pollution air..... | 46 | 13 | Modélisation de la dispersion des polluants dans l'atmosphère | 59 |
| 10.1 | Domaine d'étude..... | 46 | 13.1 | Présentation du modèle de dispersion..... | 59 |
| 10.2 | Réseau routier | 46 | 13.2 | Paramétrages du modèle | 60 |
| 10.3 | Relief..... | 46 | 13.3 | Caractéristiques des polluants..... | 61 |
| 10.4 | Description des conditions météorologiques | 47 | 13.4 | Pollution de fond retenue pour chaque polluant étudié..... | 61 |
| 10.4.1 | Données météorologiques du site | 47 | 13.5 | Résultats des simulations | 62 |
| 10.5 | Les obstacles..... | 48 | 14 | Évaluation de l'exposition avec l'Indice Pollution-Population (IPP) | 69 |
| 10.6 | Détermination du trafic | 49 | 14.1 | Définition de la zone prise en compte..... | 69 |

| | | | | | |
|--------|---|-----|--------|--|-----|
| 14.2 | Choix du polluant indicateur | 69 | 16.1 | Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques | 105 |
| 14.3 | Méthode de calcul | 70 | 16.1.1 | Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées 105 | |
| 14.4 | Calcul de l'IPP du projet..... | 70 | 16.1.2 | Quantification des émissions en substance des véhicules..... | 105 |
| 14.5 | IPP cumulé | 71 | 16.2 | Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques..... | 106 |
| 14.6 | Distribution du nombre d'habitants pour différentes classes de concentration | 71 | 16.2.1 | Chrome | 106 |
| 15 | Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) | 73 | 16.3 | Incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable) | 106 |
| 15.1 | Méthodologie | 73 | 16.3.1 | Mélanges de substances | 106 |
| 15.2 | Description des enjeux sanitaires sur la zone d'étude et voies d'exposition à étudier..... | 73 | 16.3.2 | Taux d'exposition journalier | 106 |
| 15.3 | Étape 1 : Identification des dangers | 75 | 16.3.3 | Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques 107 | |
| 15.4 | Étape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence | 76 | 16.3.4 | Durée d'exposition..... | 107 |
| 15.4.1 | Méthode | 76 | 16.3.5 | Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci) . | 107 |
| 15.4.2 | Sources de données | 76 | 16.3.6 | Modélisation de la dispersion des concentrations | 107 |
| 15.5 | Étape 3 : Évaluation des expositions | 80 | 16.3.7 | Incertitude intrinsèque aux VTR | 108 |
| 15.5.1 | Voies et vecteurs d'exposition..... | 80 | 17 | Mesures de lutte contre la pollution de proximité | 109 |
| 15.5.2 | Scénario d'exposition retenu | 80 | 18 | Appréciation des impacts du projet en phase chantier..... | 110 |
| 15.5.3 | Synthèse des scénarios sélectionnés par typologies de risque d'exposition..... | 81 | 19 | CONCLUSIONS | 111 |
| 15.5.4 | Estimation des concentrations en substances dans l'air | 81 | 20 | Annexes | 114 |
| 15.5.5 | Prise en compte du bruit de fond local..... | 82 | 20.1 | Mesures qualité de l'air | 114 |
| 15.5.6 | Concentrations retenues pour l'ERS | 83 | | | |
| 15.6 | Étape 4 : Caractérisation des risques sanitaires | 90 | | | |
| 15.6.1 | Méthode | 90 | | | |
| 15.6.2 | Résultats | 93 | | | |
| 16 | Analyses et incertitudes | 105 | | | |

1 PRÉSENTATION DU PROJET

Dans le cadre du projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye, une étude air et santé en phase travaux et exploitation est à réaliser : objet du présent document.

Le déménagement d'une partie de l'hôpital entraîne la libération de parcelles sur lesquelles la Commune de Saint-Germain-en-Laye a choisi de développer un projet urbain d'envergure qui prendra la forme d'un écoquartier en continuité du centre-ville.

Le programme vise à créer un nouveau centre urbain avec la réalisation de plusieurs bâtiments à vocation de logement, commerces, services, équipements et pôle médical.

Ce projet passera par la mise en œuvre de différentes interventions sous des maîtrises d'ouvrages différentes :

- Des démolitions réalisées par l'Établissement Public Foncier Ile de France (EPFIF)
- Des aménagements de voiries et espaces publics portés par la Ville de Saint-Germain-en-Laye
- Des constructions sous maîtrise d'ouvrage par le groupement de promoteurs OGIC – Marignan et le bailleur social Résidence Yvelines Essonne
- Des réhabilitations de bâtiments existants réalisées par le groupement de promoteurs OGIC – Marignan.

Les cartes suivantes présentent la situation actuelle du secteur et la situation projetée.

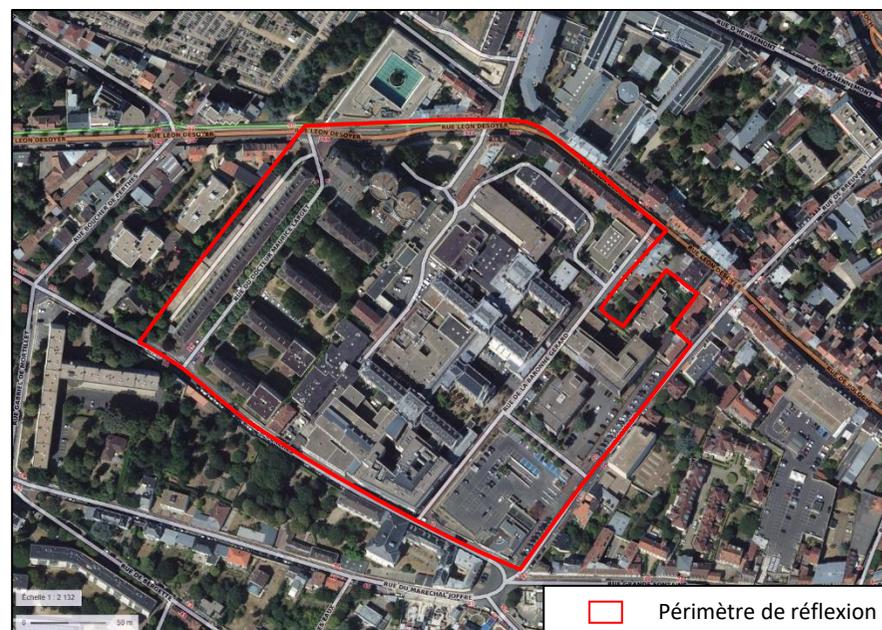


Figure 1 : périmètre du projet

2 DÉFINITION DU DOMAINE D'ÉTUDE ET DE LA BANDE D'ÉTUDE

2.1 Domaine d'étude

Le domaine d'étude est composé du projet et de l'ensemble du réseau routier subissant une modification (augmentation ou diminution) des flux de trafic de plus de 10 % du fait de la réalisation du projet.

Cette modification de trafic doit être évaluée en comparant les situations AVEC et SANS aménagement au même horizon.

En milieu urbain : la variation de trafic sera examinée à l'heure de pointe la plus chargée (HPS ou HPM). Elle sera également calculée à partir du trafic moyen journalier annuel (TMJA) dans le cas où l'on dispose des données correspondantes ;

En milieu interurbain : la variation de trafic sera évaluée à partir du TMJA.

2.2 Bande d'étude

En termes de qualité de l'air et de santé, la bande d'étude est centrée sur chaque section étudiée qui subit, du fait de la réalisation du projet, une hausse (ou une baisse) significative de son niveau trafic (variation de $\pm 10\%$, comme pour le domaine d'étude).

Pour la pollution particulaire (métaux lourds...), la largeur globale de la bande d'étude est théoriquement fixée à 100 m, quel que soit le trafic, en attendant les résultats de recherches complémentaires des autorités compétentes en la matière.

Pour la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe médian du tracé le plus significatif du projet est défini dans le tableau ci-après. Il est fonction du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) prévu à terme, ou, en milieu urbain, du trafic à l'heure de pointe la plus chargée.

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

Tableau 1 : Largeur de la bande d'étude en fonction du trafic (source : guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019)

2.3 Définition du niveau d'étude

L'importance de l'étude à mener s'évalue en fonction de la charge prévisionnelle de trafic qui devra être supportée à terme par le projet.

Quatre niveaux d'études sont distingués, en fonction de deux paramètres principaux qui sont les suivants : la charge prévisionnelle de trafic et le nombre de personnes concernées par le projet.

| Trafic à l'horizon d'étude et densité (hab/km ²) dans la bande d'étude | > 50 000 véh/j ou 5 000 uvp/h | De 25 000 véh/j à 50 000 véh/j ou de 2 500 uvp/h à 5 000 uvp/h | De 10 000 à 25 000 véh/j ou de 1 000 à 2 500 uvp/h | ≤ 10 000 véh/j ou 1 000 uvp/h |
|--|-------------------------------------|---|--|--|
| G I Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km ² | I | I | II | II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km |
| G II Bâti avec densité 2 000 à 10 000 hab/km ² | I | II | II | II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km |
| G III Bâti avec densité < 2000 hab/km ² | I | II | II | II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km |
| G IV Pas de Bâti | III | III | IV | IV |

Tableau 2 : Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de longueur du projet (source : guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019)

Selon les données trafics modélisés par Iris conseil à l'horizon de mise en service en 2027, le trafic le plus important relevé autour du périmètre du projet est d'environ **13 000 véh/j sur rue Raymond Vidal**.

Les données de répartition de la population sur la zone d'étude ont été acquises auprès de l'INSEE.

Sur le périmètre du projet, la **densité de population est supérieure à 10 000 hab/km²**.

Dans ce cas, en considérant un trafic inférieur à 25 000 véh/j et une densité supérieure à 10 000 hab/km², l'étude air à réaliser est de niveau 2.

Cette étude sera remontée au niveau 1 aux droits des sites sensibles de la bande d'étude

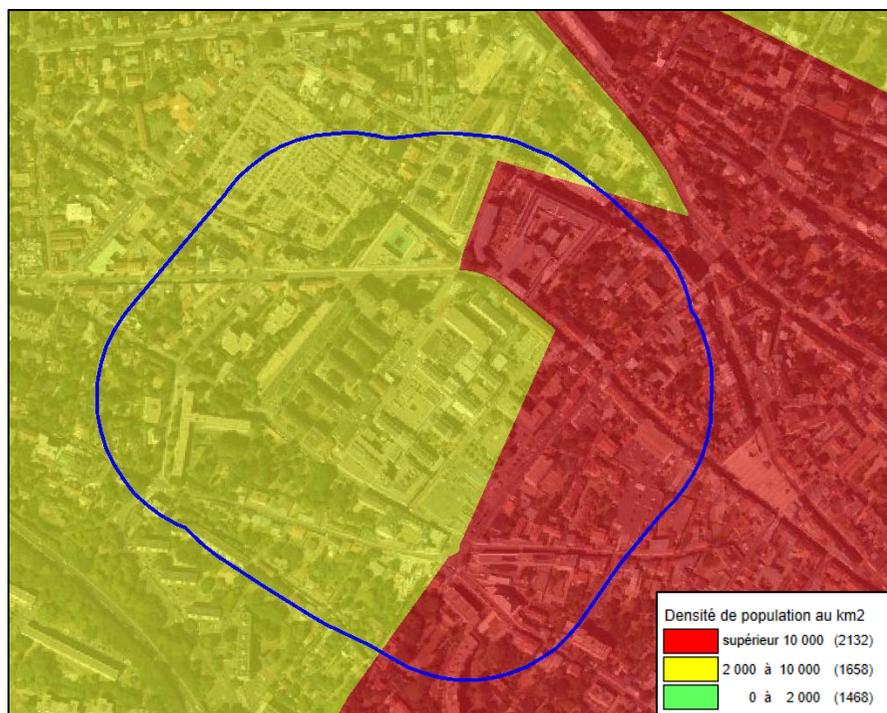


Figure 3 : Densité de population (source : INSEE)

Selon le niveau de l'étude, les exigences réglementaires diffèrent également.

Ainsi, d'après 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, les études de niveau 2 requièrent :

- Qualification de l'état initial par des mesures in situ ;
- Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude ;
- Estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet ;
- Comparaison des variantes et de la solution retenue sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié indice pollution – population (IPP) ;

- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au niveau des lieux vulnérables.

Les polluants étudiés sont :

- Les oxydes d'azote ($\text{NO}_x = \text{NO}_2 + \text{NO}$),
- Les particules PM10 (particules en suspension avec diamètre inférieur à 10 micromètres),
- Les particules PM2,5 (particules en suspension avec diamètre inférieur à 2,5 micromètres),
- Le monoxyde de carbone (CO),
- Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM),
- Le benzène (C_6H_6),
- Le dioxyde de soufre (SO_2),
- L'arsenic (As),
- Le nickel (Ni),
- Le benzo(a)pyrène (BaP),
- Le 1,3-butadiène (C_4H_6),
- Le chrome (Cr),
- 15 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

La liste des 15 HAP à considérer est la suivante :

- Acénaphène
- Acénaphylène
- Anthracène
- Benzo[a]anthracène
- Benzo[b]fluoranthène
- Benzo[k]fluoranthène
- Benzo[ghi]pérylène
- Chrysène
- Dibenz[ah]anthracène

- Fluorène
- Fluoranthène
- Indéno[123-cd]pyrène
- Phénanthrène
- Pyrène
- Benzo[j]fluoranthène

3 PARTIE 1 : ÉTAT INITIAL

L'état initial dans l'étude « Air » permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air – avant la mise en œuvre du projet d'aménagement – cela afin d'établir un « état initial ». Cet état initial servira de référence pour le suivi de la qualité de l'air en ce qui concerne les années à venir. Cet état est également appelé « état zéro » et porte sur les polluants atmosphériques réglementés.

Cette phase consiste à caractériser la qualité de l'air actuelle dans le domaine d'étude. Elle sera faite par le biais :

- D'une analyse des moyens politiques et stratégiques mise en place à différentes échelles pour encadrer les actions contre le problème de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations
- D'une analyse des résultats des mesures des stations AIRPARIF (association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Ile-de-France) ;
- Des mesures in situ des concentrations des polluants dans l'air.

3.1 Documents cadres

3.1.1 Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie (SRCAE)

La loi dite « Grenelle 2 », promulguée le 12 juillet 2010 prévoit par son article 68 la mise en place de Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE).

Le SRCAE, révisable tous les 5 ans, est régi par les articles L. 222-1, 2 et 3 du Code de l'Environnement.

D'une part, le SRCAE doit contenir :

- Des orientations permettant de réduire les émissions des gaz à effet de serre ;
- Des objectifs régionaux de maîtrise de demande en énergie ;
- Des objectifs de valorisation du potentiel d'énergies renouvelables ;

- Des orientations d'adaptation au changement climatique ;
- Des orientations concernant la pollution atmosphérique.
- Et, plus spécifiquement, des orientations permettant, pour atteindre les normes de qualité de l'air mentionnées à l'article L.221-1 du code de l'environnement, de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets.

À ce titre, le SRCAE définit des normes de qualité de l'air propres à certaines zones lorsque leur protection le justifie.

D'autre part, ce schéma est concerné par :

- Un bilan régional de consommation et production énergétiques ;
- Un bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
- Un bilan des émissions de polluants atmosphériques et de la qualité de l'air ;
- L'évaluation du potentiel d'économies d'énergie par secteur ;
- L'évaluation du potentiel de développement des énergies renouvelables ;
- L'analyse de la vulnérabilité de la région aux effets du changement climatique.

Le SRCAE d'Île-de-France a été approuvé à l'unanimité par le Conseil Régional le 23 novembre 2012, puis arrêté par le Préfet de Région le 14 décembre 2012.

Compte tenu des critères de densité de population et des teneurs en particules PM10 et en oxydes d'azote, la commune de Saint-Germain-en-Laye fait partie de la « zone Sensible » pour la Qualité de l'Air définie par le SRCAE.

En fin de compte, il ressort du SRCAE Île-de-France 17 objectifs et 58 orientations thématiques qui ont été élaborées de façon à permettre l'atteinte des objectifs définis pour la région à l'horizon 2020 en matière de réduction des consommations énergétiques et de gaz à effet de serre, de développement des énergies renouvelables, d'amélioration de la qualité de l'air et d'adaptation au changement climatique.

Le SRCAE définit trois grandes priorités régionales pour 2020 :

- Le **renforcement de l'efficacité énergétique des bâtiments** avec un objectif de doublement du rythme des réhabilitations dans le tertiaire, et de triplement dans le résidentiel ;
- Le développement du chauffage urbain alimenté par des **énergies renouvelables** et de récupération, avec un objectif d'augmentation de 40 % du nombre d'équivalents logements raccordés ;
- La **réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre du trafic routier**, combinée à une forte baisse des émissions de polluants atmosphériques (particules fines, dioxyde d'azote).

3.1.2 Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)

Introduit par le Code de l'Environnement (Partie législative, Section 2 : Plans de protection de l'atmosphère) et mis en application par le décret du 25 mai 2001, le PPA fixe des objectifs de réduction de polluants atmosphériques pouvant nécessiter la mise en place de mesures contraignantes spécifiques à la zone couverte par le plan (à la différence du SRCAE qui fixe seulement des orientations et recommandations pour atteindre les objectifs de qualité).

Le PPA vise à ramener les concentrations en polluants à un niveau inférieur aux valeurs limites fixées sur la base des connaissances scientifiques. Le but étant d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

Le PPA, approuvé en janvier 2018, **ambitionne de réduire très fortement**, entre 40 et 70% selon les polluants, le nombre de franciliens exposés à des dépassements de valeurs limites de qualité de l'air.

Pour atteindre cet objectif, le PPA est construit autour de 25 défis déclinés en 46 actions concrètes.

3.1.3 Plan National Santé Environnement (PNSE)

Le troisième PNSE (période 2015-2019) témoigne de la volonté du gouvernement de réduire autant que possible et de façon la plus efficace les impacts des facteurs

environnementaux sur la santé afin de permettre à chacun de vivre dans un environnement favorable à la santé.

Le PNSE 3 comporte une centaine d'actions à mettre en place, notamment concernant la qualité de l'air :

- Action n°42 : cartographier la qualité de l'air des zones sensibles ;
- Action n°50 : élaborer un nouveau Programme de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques nocifs pour la santé et ayant un impact sur le climat (PREPA);
- Action n°51 : réduire les émissions liées aux secteurs résidentiel et agricole ;
- Action n°52 : améliorer les connaissances liées à la qualité de l'air à différentes échelles et mieux caractériser les sources ;
- Action n°99 : développer la diffusion de l'information visant à favoriser la prise en compte de la qualité de l'air et de ses impacts sanitaires, notamment sur les personnes vulnérables (jeunes enfants, ...), dans les projets d'aménagement et d'urbanisme (installation de crèches, écoles à proximité d'axes à fort trafic routier), notamment dans le cadre du porter à connaissance de l'État lors de l'élaboration des documents d'urbanisme ;
- Action n°100 : donner aux communes et aux intercommunalités le pouvoir de mettre en œuvre des zones de restriction de circulation sur leur territoire afin de réduire notamment les émissions de particules et d'oxydes d'azote.

3.1.4 Plan Régional Santé Environnement (PRSE)

Le troisième PRSE (période 2017-2021) décline de manière opérationnelle les actions du PNSE 3 tout en veillant à prendre en compte des problématiques locales et à promouvoir des actions propres au territoire Francilien.

Le PRSE 3 comporte 18 actions déclinés en fiches actions transsectorielles. Ainsi sur la thématique Air, pas moins de 12 actions sont mise en place.

3.2 Réglementation française

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes.

La directive européenne n° 96/62/CE du 27 Septembre 1996 a été transcrite en droit français par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996, aujourd'hui codifiée. Cette loi a notamment institué le « droit de respirer un air qui ne nuise pas à la santé », ainsi que « le droit à l'information sur la qualité de l'air et ses effets »

Le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air définit la liste des polluants à suivre ainsi que seuils réglementaires.

Les polluants réglementés pour la qualité de l'air sont :

- Le dioxyde d'azote (NO₂) ;
- Les particules en suspension (PM10 et PM2,5) ;
- Le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- L'ozone (O₃) ;
- Le monoxyde de carbone (CO) ;
- Les composés organiques volatils (COV) ;
- Le benzène ;
- Les métaux lourds (plomb, arsenic, cadmium, nickel) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (le traceur du risque cancérigène utilisé est le Benzo(a)pyrène).

Les seuils réglementaires pour la qualité de l'air sont définis selon les différentes typologies dont la définition est donnée ci-dessous.

Objectif de qualité, un 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 cible, un 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.

Valeur limite, un 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.

Seuil d'information et de recommandation, un 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, un 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.

La synthèse des seuils réglementaires pour la qualité de l'air sont synthétisés dans les tableaux suivants :

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

OMS / UE / FR = origines des valeurs

| DIOXYDE d'AZOTE (NO ₂) | | |
|--|--|---|
| Objectif de qualité | 40 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeurs limites pour la protection de la santé humaine | 200 µg/m ³ (UE) | en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an |
| | 40 µg/m ³ (UE) | en moyenne annuelle |
| Niveau critique pour la protection de la végétation (NO _x) | 30 µg/m ³ (UE) | en moyenne annuelle d'oxydes d'azote |
| Seuil d'information et de recommandation | 200 µg/m ³ (FR) | en moyenne horaire |
| Seuils d'alerte | 400 µg/m ³ (UE) | moyenne horaire pendant 3 heures consécutives |
| | ou si 200 µg/m ³ en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 µg/m ³ à J+1 (FR) | |

| OXYDES D'AZOTE (NO _x) | | |
|---|---|---------------------|
| Niveau critique pour la protection de la végétation | 30 µg eq NO ₂ .m ⁻³ | en moyenne annuelle |

| PARTICULES (PM ₁₀) | | |
|--|---------------------------|--|
| Objectif de qualité | 30 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeurs limites pour la protection de la santé humaine | 50 µg/m ³ (UE) | en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an |
| | 40 µg/m ³ (UE) | en moyenne annuelle |
| Seuil d'information et de recommandation | 50 µg/m ³ (FR) | en moyenne sur 24 heures |
| Seuil d'alerte | 80 µg/m ³ (FR) | en moyenne sur 24 heures |

| PARTICULES (PM _{2,5}) | | |
|---|---------------------------|---------------------|
| Objectif de qualité | 10 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeur cible pour la protection de la santé humaine | 20 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeur limite 2015 pour la protection de la santé humaine | 25 µg/m ³ (UE) | en moyenne annuelle |

Figure 4 : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur 1/3

| DIOXYDE de SOUFRE (SO ₂) | | |
|--|----------------------------|--|
| Objectif de qualité | 50 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeurs limites pour la protection de la santé humaine | 350 µg/m ³ (UE) | en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an |
| | 125 µg/m ³ (UE) | en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an |
| Niveau critique pour la protection des écosystèmes | 20 µg/m ³ (UE) | en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars |
| Seuil d'information et de recommandation | 300 µg/m ³ | en moyenne horaire |
| Seuil d'alerte | 500 µg/m ³ | en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives |

| OZONE (O ₃) | | |
|---|--|--|
| Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine | 120 µg/m ³ | pour le 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. | en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h |
| 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 sur 3 ans) |
| Valeur cible pour la protection de la végétation | 18 000 µg/m ³ .h. (UE) | en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h (en moyenne sur 5 ans) |
| Seuil d'information et de recommandation | 180 µg/m ³ | en moyenne horaire |
| Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population | 240 µg/m ³ | en moyenne horaire |
| Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence | 1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³ | moyenne horaire pendant 3 heures consécutives |
| | 2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³ | moyenne horaire pendant 3 heures consécutives |
| | 3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³ | en moyenne horaire |

| MONOXYDE de CARBONE (CO) | | |
|--|---|---|
| Valeur limite pour la protection de la santé humaine | 10 mg/m ³ soit 10 000 µg/m ³ (FR) | pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures |

| BENZÈNE (C ₆ H ₆) | | |
|--|--------------------------|---------------------|
| Objectif de qualité | 2 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeur limite pour la protection de la santé humaine | 5 µg/m ³ (UE) | en moyenne annuelle |

Figure 5 : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur 2/3

| MÉTAUX LOURDS | | | |
|--|--------------|-----------------------------|--|
| Objectif de qualité | Plomb (Pb) | 0.25 µg/m ³ (FR) | en moyenne annuelle |
| Valeur limite pour la protection de la santé humaine | | 0,5 µg/m ³ (UE) | |
| Valeur cible à compter de 2013 | Arsenic (As) | 6 ng/m ³ (UE) | en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀ |
| | Cadmium (Cd) | 5 ng/m ³ (UE) | |
| | Nickel (Ni) | 20 ng/m ³ (UE) | |

| BENZO(A)PYRÈNE (B[A]P) | | |
|--------------------------------|--------------------------|--|
| Valeur cible à compter de 2013 | 1 ng/m ³ (UE) | en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀ |

Figure 6 : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur 3/3

4 IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHERIQUES

4.1 Inventaire des émissions

En 2014, Airparif a réalisé un inventaire des émissions de polluants atmosphériques sur commune de Saint-Germain-en-Laye pour l'année 2012.

Les émissions sont calculées pour plusieurs polluants selon plusieurs secteurs.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition sectorielle des émissions de polluants de Saint-Germain-en-Laye en 2014.

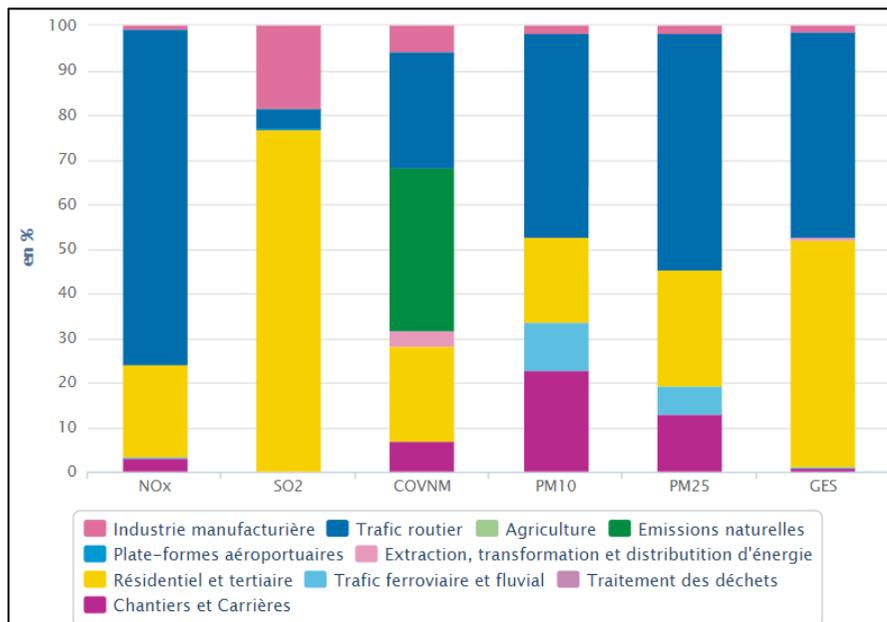


Figure 7 : Contribution en % des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants pour la commune de : de Saint-Germain-en-Laye (source : Airparif)

Le tableau suivant représente les émissions totales de l'ensemble des secteurs sur la commune de Saint-Germain-en-Laye

| Polluants : | NOx | SO ₂ | COVNM | PM10 | PM2,5 | GES |
|-------------------|-------|-----------------|-------|------|-------|--------|
| Émissions totales | 408 t | 10 t | 314 t | 55 t | 38 t | 160 kt |

Tableau 3 : Bilan des émissions annuelles pour la commune de Saint-Germain-en-Laye en 2014 (source : Airparif)

5 ANALYSE DES DONNEES SANITAIRES

5.1 Rappel des effets de la pollution sur la santé

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude¹ de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) estime qu'en Europe (41 pays) 518 000 personnes décèdent prématurément chaque année à cause de la pollution de l'air (422 000 décès attribués aux expositions des PM_{2,5}, 79 000 décès attribués aux expositions de NO₂ et 17 7000 décès aux expositions d'O₃).

En France, plus de 47 000 décès prématurés par an ont pour cause l'exposition aux PM_{2,5}, NO₂ et O₃, ce qui correspond à une perte d'espérance de vie estimée à 548 700 années de vie perdu.

Une étude² de l'agence Santé publique France de 2016 a estimé sur tout le territoire de la France Métropole le gain moyen en espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans avec le scénario « sans pollution anthropique » en particules fines PM_{2,5}.

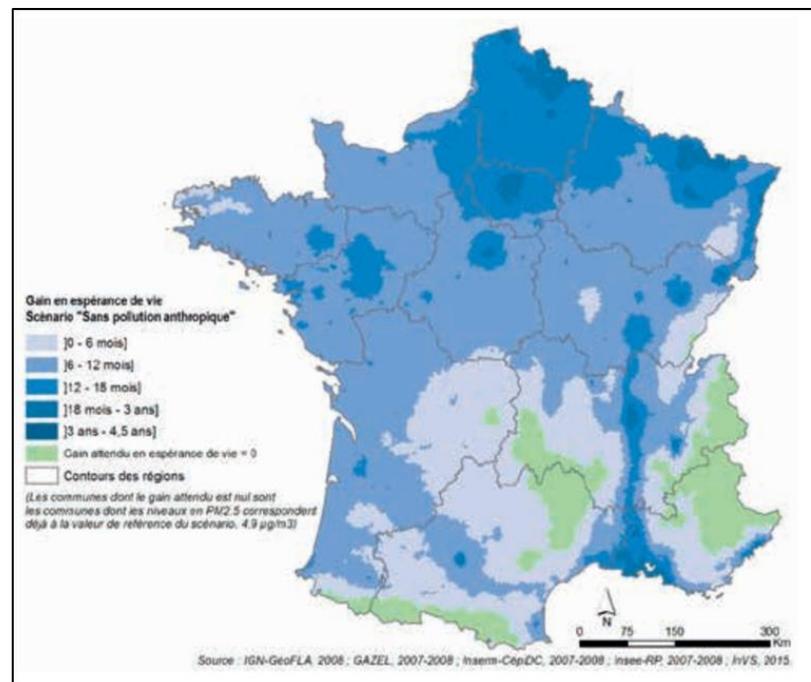


Figure 8 : Gain moyen en espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans dans le scénario « sans pollution anthropique » (sources : Santé publique France)

Sur le département des Yvelines, le gain moyen en espérance de vie avec le scénario « sans pollution anthropique » est de 18 mois à 3 ans.

¹ EEA - « Air quality in Europe – 2018 report » - Décembre 2018

² Santé publique France – « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique » - Juin 2016

Globalement, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Une augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhinopharyngites, etc. ;
- Une dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme ;
- Une hypersécrétion bronchique ;
- Une augmentation des irritations oculaires ;
- Une augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines) ;
- Une dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes ;
- Une incidence sur la mortalité à court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
- Une incidence sur la mortalité à long terme par effets mutagènes et cancérigènes (particules fines, benzène).

Concernant la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable³ estime les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an ;
- Les bronchites chroniques estimées à 72 millions €/an ;
- Les bronchites aiguës estimées à 171 millions €/an ;
- L'asthme estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an ;
- Les cancers estimés entre 50 et 131 millions €/an ;
- Les hospitalisations estimées à 155 millions €/an.

³ CGDD - « Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air » - Avril 2015

5.2 Données sanitaires

Les données présentées dans cette section proviennent de l'institut Paris Région, l'Inserm (Institut national de santé et de la recherche médicale), du CépiDc (Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès), et de la Drees (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques).

5.2.1 Définition

Le taux standardisé de mortalité : il est défini comme le taux que l'on observait si les populations étudiées avaient la même structure d'âge qu'une population de référence. Ainsi, les taux standardisés éliminent les effets de structure d'âge et autorisent les comparaisons entre les périodes, les sexes et les territoires.

5.2.2 Chiffres clés

Les habitants de la Région d'Ile de France ont une espérance de vie à la naissance de 80,1 années pour les hommes et 85,8 années pour les femmes.

Cette espérance de vie est supérieure à celle observée sur l'ensemble de la France : 78,6 années pour les hommes et 85,0 années pour les femmes.

L'Ile de France présente, en 2011-2013, le taux standardisé de mortalité toutes causes le plus bas de France métropolitaine pour les hommes et pour les femmes.

De même pour la mortalité prématurée (avant 65 ans), le taux mortalité standardisé de la région d'Ile de France est le plus bas en France pour les hommes ; et pour les femmes, seules deux régions ont un taux de mortalité prématurée inférieur (Auvergne- Rhône-Alpes et Pays de la Loire).

5.2.3 Principales causes de mortalité

- Cancers
- Maladies de l'appareil circulatoire
- Maladies de l'appareil respiratoire

5.2.4 Cancers

Les cancers occupent une place de plus en plus importante en termes de morbidité en France.

Dans le département des Yvelines le taux standardisé de mortalité par cancers pour la période 2012-2015 est de 198,99 pour 100 000 habitants, soit 2 698 personnes.

Dans le canton de Saint-Germain-en-Laye⁴, ce taux est de 170,16 pour la période 2012-2015 pour 100 000 habitants, soit 148 personnes.

5.2.5 Cancers du poumon

Entre 2012-2015, pour le département des Yvelines, le taux de mortalité est de 39,61 par 100 000 habitants, soit 538 personnes dont 69% sont des hommes.

Dans le canton de Saint-Germain-en-Laye, ce taux est de 31,5 pour la période 2012-2015 pour 100 000 habitants, soit 26 personnes dont 61% sont des hommes.

5.2.6 Maladies de l'appareil circulatoire

Les maladies de l'appareil circulatoire constituent la deuxième cause de décès en France.

Les maladies de l'appareil circulatoire comprennent les rhumatismes articulaires aigus, les cardiopathies rhumatismales chroniques, les maladies hypertensives, les cardiopathies ischémiques, les troubles de la circulation pulmonaire, d'autres formes de cardiopathies (myocardite aiguës, trouble du rythme cardiaque...), les maladies vasculaires cérébrales, les maladies des artères, artérioles et capillaires, les maladies des veines et des vaisseaux lymphatiques et autres maladies de l'appareil circulatoire.

Dans les Yvelines, (sur la période 2012-2015 pour 100 000 habitants) 2 036 personnes sont décédées par maladie de l'appareil circulatoire, soit 48% sont des hommes et 52 % sont des femmes.

Dans le canton de Saint-Germain-en-Laye, ce taux est de 121,43 pour la période 2012-2015 pour 100 000 habitants, soit 123 personnes dont 46 % sont des hommes.

5.2.6.1 Cardiopathies ischémiques

Les cardiopathies ischémiques sont la première cause de mortalité prématurée pour les maladies de l'appareil circulatoire.

Pour la période 2012-2015, sur le département des Yvelines, les cardiopathies ischémiques ont représenté 542 décès (60 % des décès sont des hommes et 40 % se sont des femmes).

⁴ Canton Saint-Germain-en-Laye: Aigremont, Chambourcy, L'Étang-la-Ville, Mareil-Marly, Le Pecq

Pour la période 2012-2015, sur le canton de Saint-Germain-en-Laye, les cardiopathies ischémiques ont représenté 30 décès (60 % des décès sont des hommes et 40 % se sont des femmes).

5.2.6.2 Maladies cérébro-vasculaires

Les maladies cérébro-vasculaires regroupent l'ensemble des maladies qui provoquent une altération de la circulation cérébrale. Ces affections se manifestent le plus souvent subitement, sous forme d'un accident vasculaire cérébral (AVC).

Pour la période 2012-2015, sur le département des Yvelines, les maladies cérébro-vasculaires ont été la cause initiale de 440 décès, soit 44 % de l'ensemble des décès cardio-vasculaires se sont des hommes et 56 % se sont des femmes.

Pour la période 2012-2015, sur le canton de Saint-Germain-en-Laye, les maladies cérébro-vasculaires ont représenté 25 décès (44 % des décès sont des hommes et 56 % se sont des femmes).

5.2.7 Maladies de l'appareil respiratoire

Les maladies respiratoires regroupent des affections très différentes et difficiles à classer, en particulier chez le sujet âgé.

Elles peuvent être aiguës, essentiellement d'origine infectieuse (bronchite aiguë, pneumonie, pathologies des voies respiratoires supérieures) ou d'évolution chronique comme la bronchite chronique ou encore l'asthme. Les maladies respiratoires les plus fréquentes sont l'asthme, les cancers broncho-pulmonaires et la broncho-pneumopathie chronique obstructive BPCO. Le principal facteur de risque de ces maladies est le tabagisme. Cependant, il existe une large variété d'autres causes incluant des facteurs génétiques, nutritionnels, environnementaux, professionnels et des facteurs liés à la pauvreté. De plus, l'appareil respiratoire humain est vulnérable vis-à-vis de nombreux agents infectieux.

5.2.7.1 Chiffres clés pour les maladies de l'appareil respiratoire

Entre 2012-2015, 556 décès par maladies respiratoires ont été enregistrés dans les Yvelines, soit 47 % sont des hommes et 50 % sont des femmes.

Sur le canton de Saint-Germain-en-Laye, 28 décès par maladies respiratoires ont été enregistrés pour la période 2012-2015 dont 57 % se sont des femmes.

5.2.7.2 Asthme

L'asthme est une maladie chronique causée par une inflammation des voies respiratoires et se caractérisant par la survenue de "crises" (épisodes de gêne respiratoire).

L'effet de la pollution sur l'asthme n'est aujourd'hui plus à démontrer : les polluants présents dans l'atmosphère irritent les voies respiratoires et augmentent les infections respiratoires.

Une étude menée dans plusieurs grandes villes françaises (Créteil, Reims, Strasbourg, Clermont-Ferrand, Bordeaux et Marseille) par des chercheurs de l'Inserm a ainsi démontré l'augmentation des manifestations respiratoires chez les enfants vivant depuis plus de huit ans dans des zones importantes de pollution, grâce à des capteurs installés dans 108 écoles, auprès de 5 300 enfants.

Plus précisément, un dépassement même minime des seuils de pollution recommandés par l'OMS (40 µg/m³ pour le NO₂ et 10 µg/m³ pour les particules) pendant huit ans provoque l'augmentation de façon significative de l'asthme allergique et de l'asthme à l'effort (1,5 fois) par rapport aux enfants vivant dans des zones où les concentrations sont inférieures (d'autres études montrent également le lien chez les enfants entre la densité du trafic automobile et les crises d'asthme).

En 2013, l'asthme a été la cause de 883 décès, soit 2,3 % des décès dus aux maladies de l'appareil respiratoire sur toute la France.

6 ANALYSE DU DOMAINE D'ÉTUDE

Après l'examen des données sanitaires disponibles sur la qualité de l'air, il convient de s'intéresser à la population et à la composition du domaine géographique d'étude.

Cette démarche a pour objectif principal d'identifier les lieux sensibles et de définir la sensibilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphérique, étant entendu que les enfants et les personnes âgées sont plus sensibles à ces effets.

6.1 Composition du domaine géographique d'étude

Le domaine d'étude s'inscrit sur la commune de Saint-Germain-en-Laye.

Sur la commune de Saint-Germain-en-Laye 7 % de l'occupation du sol en 2017 est l'habitat.

La figure ci-contre illustre la composition du domaine d'étude.

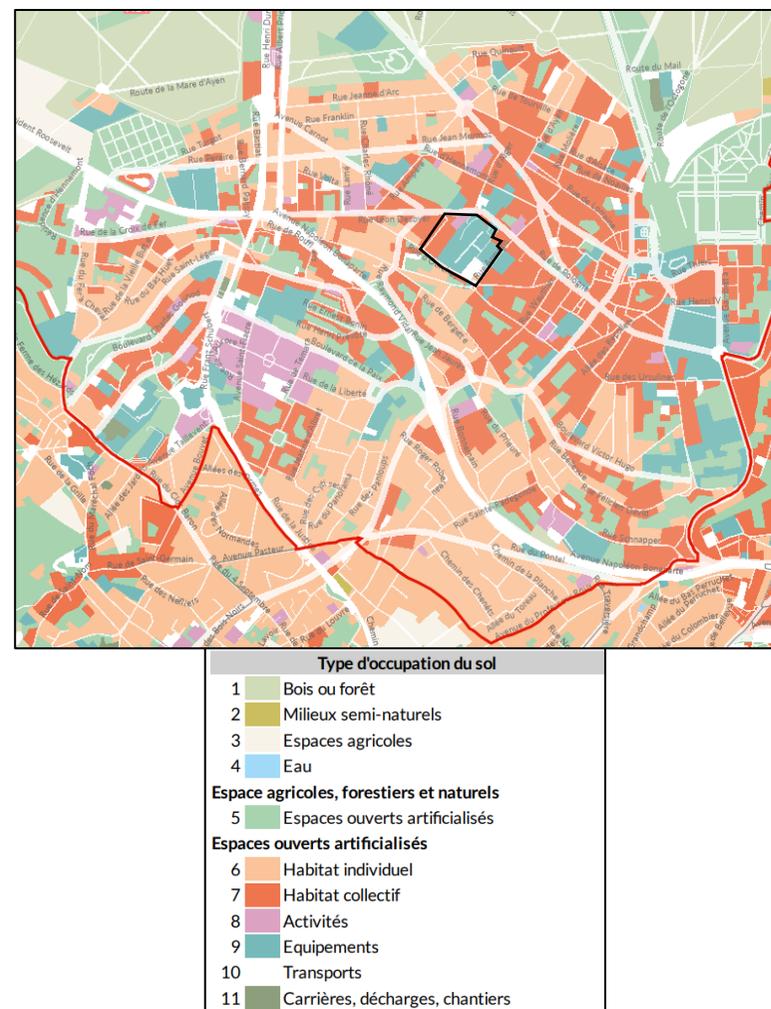


Figure 9 : Occupation du sol 2017 sur la commune de Saint-Germain-en-Laye (source : l'Institut Paris Région)

6.2 Identification des sites sensibles

Il a été recherché la présence de sites dits 'sensibles' à la pollution atmosphérique sur la zone d'étude. Par lieux 'sensibles', on entend toutes les structures fréquentées par des personnes plus particulièrement sensibles aux effets de la pollution atmosphérique, à savoir :

- Les crèches, les écoles maternelles et élémentaires
- Les hôpitaux ;
- Les résidences de personnes âgées.

Plusieurs sites sensibles ont été répertoriés dans la bande d'étude ou à proximité. Ils sont indiqués dans le tableau ci-après.

| Repère | Type | Nom | Adresse |
|--------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Maison de retraite | EHPAD RESIDENCE ST GERMAIN DOMUSVI | 89 AVENUE DU MARECHAL FOCH |
| 2 | Hôpital | CENTRE HOSPITALIER ST GERMAIN | 20 RUE ARMAGIS |
| 3 | Établissement de Soins | CLINIQUE SAINT GERMAIN | 12 RUE BARONNE GERARD |
| 4 | Maison de retraite | EHPAD LES DAMES AUGUSTINES | 1 PLACE LAMANT |
| 5 | École maternelle et élémentaire | ÉCOLE AMPÈRE | 19 RUE AMPERE |

Tableau 4 : Liste des sites vulnérables (source : Géoportail)

La carte ci-contre présente la localisation des sites sensibles listés dans le tableau.

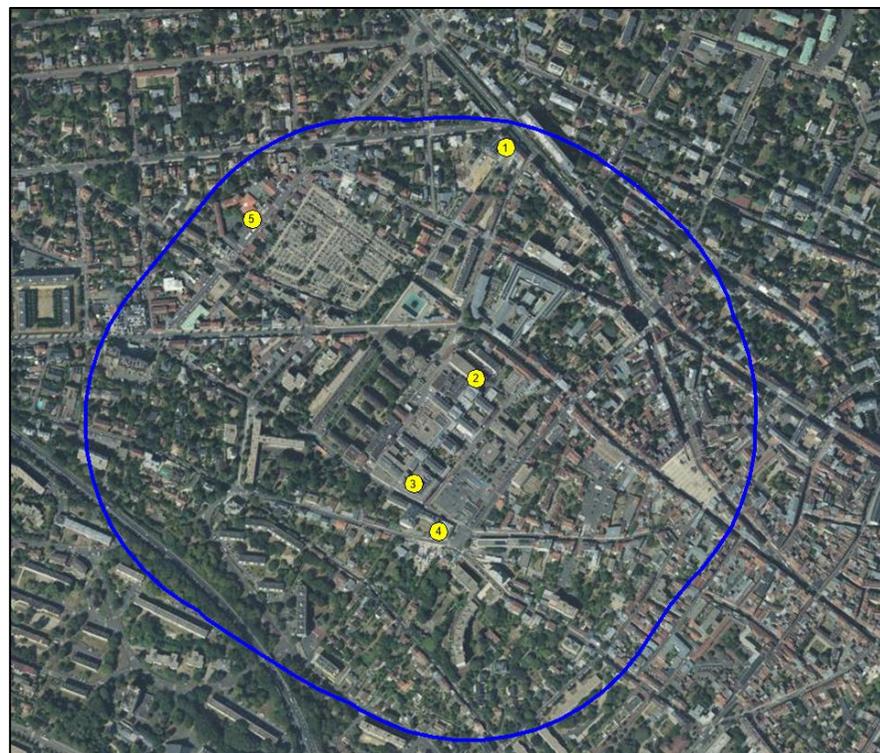


Figure 10 : Localisation des bâtiments vulnérables (source : Géoportail et sites internet des communes)

6.1 Analyse de la population - données INSEE

L'étude de la population permet de définir la sensibilité de celle-ci face à la pollution atmosphérique.

Les données ci-dessous proviennent toutes de l'INSEE pour la commune de Saint-Germain-en-Laye.

6.1.1 Évolution et structure de la population

Les recensements réalisés sur la période 1968-2016 montrent une augmentation de la population depuis plusieurs années. La variation moyenne annuelle entre 2011 et 2016 est de -0,3 %.

| Année | 1968 | 1975 | 1982 | 1990 | 1999 | 2006 | 2011 | 2016 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Germinois | 39 274 | 39 538 | 40 806 | 43 979 | 42 584 | 45 516 | 44 748 | 44 008 |

Tableau 5 : Évolution de la population depuis 1968 (source : INSEE)

La figure suivante illustre l'évolution de la population Saint-Germanoise

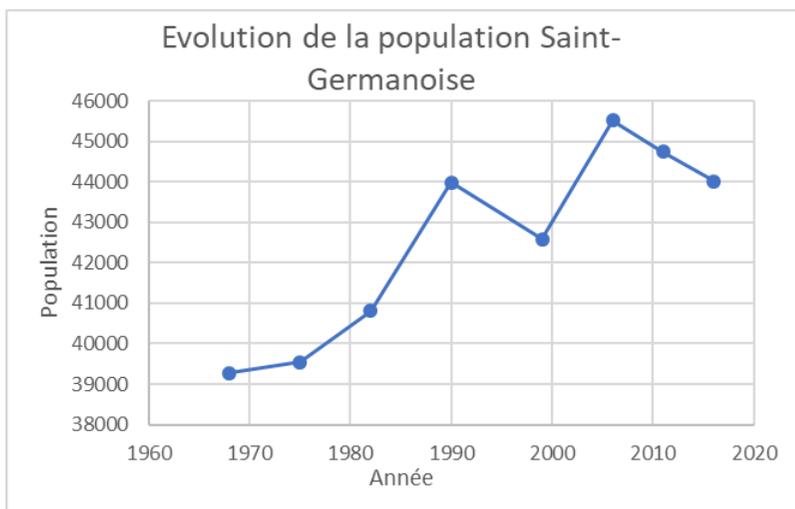


Figure 11 : Evolution de la population depuis 1968 (source : INSEE)

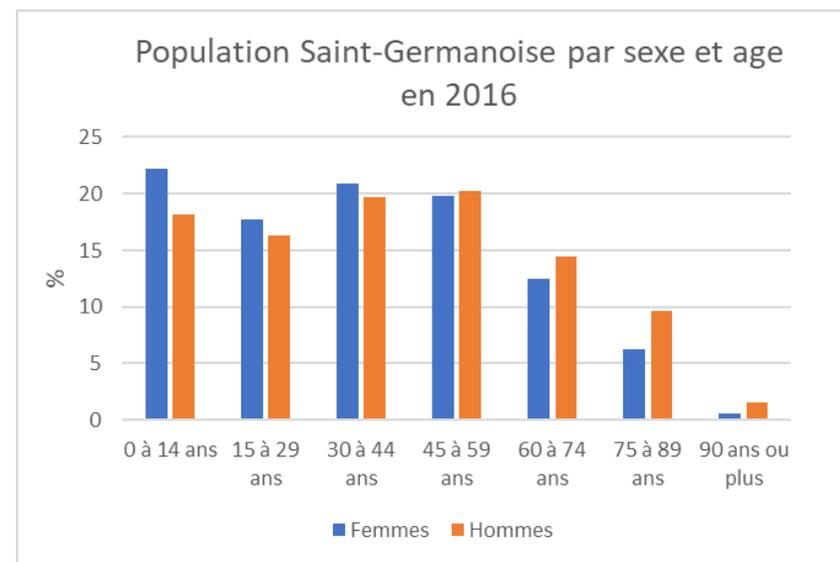


Figure 12 : Population par sexe et âge en 2016 (source : INSEE)

La tranche d'âge des « 0 à 14 ans » est la plus importante avec 20,1 % de la population.

Celle de « plus de 60 ans » représente 22,7 %, soit un total de 42,8 % de personnes figurant parmi les tranches d'âge les plus sensibles à la pollution.

6.1.2 Emploi et population active

Le tableau et la figure ci-après indiquent la répartition de la population de 15 à 64 ans ou plus par type d'activité.

| | Population Saint-Germainoise en 2016 |
|--|--------------------------------------|
| Ensemble | 27 485 |
| Actifs en % | 74,9 |
| Actifs ayant un emploi en % | 67,5 |
| Chômeurs en % | 7,4 |
| Inactifs en % | 25,1 |
| Élèves, étudiants et stagiaires non rémunérés en % | 13,3 |
| Retraités ou préretraités en % | 3,7 |
| Autres inactifs en % | 8,1 |

Tableau 6 : Population de 15 à 64 ans ou plus par type d'activité en 2016 à Saint-Germain-en-Laye (source : INSEE)

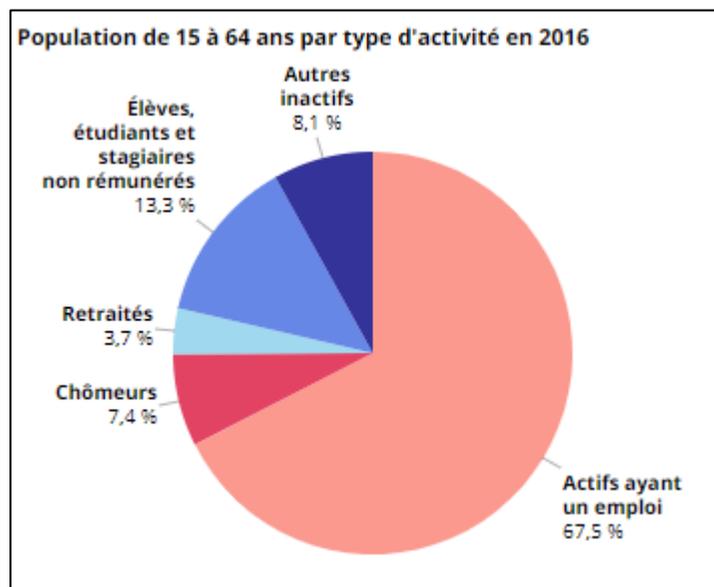


Figure 13 : Répartition de la population totale par type d'activité en 2016 (source : INSEE)

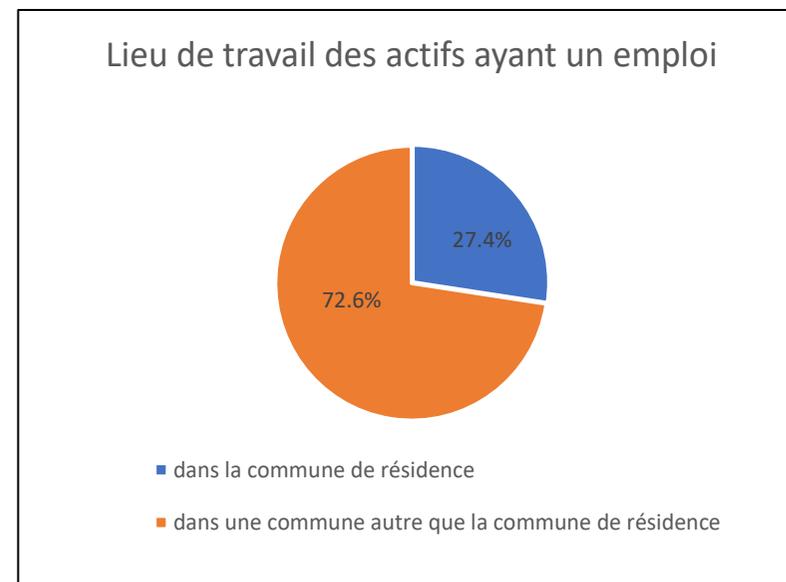


Figure 14 : Lieu de travail des actifs ayant un emploi en 2016 (source : INSEE)

6.1.3 Logements

Les logements de la zone sont majoritairement des résidences principales.

L'ancienneté moyenne d'emménagement à Saint-Germain-en-Laye est de 9 ans pour les locataires et de 18 ans pour les propriétaires.

Le tableau et la figure ci-dessous présentent les données relatives au logement à Saint-Germain-en-Laye.

| | 2016 | % |
|--|--------|------|
| Ensemble | 17 720 | 100 |
| Résidences principales | 16 641 | 93,9 |
| Résidences secondaires et logements occasionnels | 127 | 0,7 |
| Logements vacants | 952 | 5,4 |

Tableau 7 : Catégorie de logements en 2016 (source : INSEE)

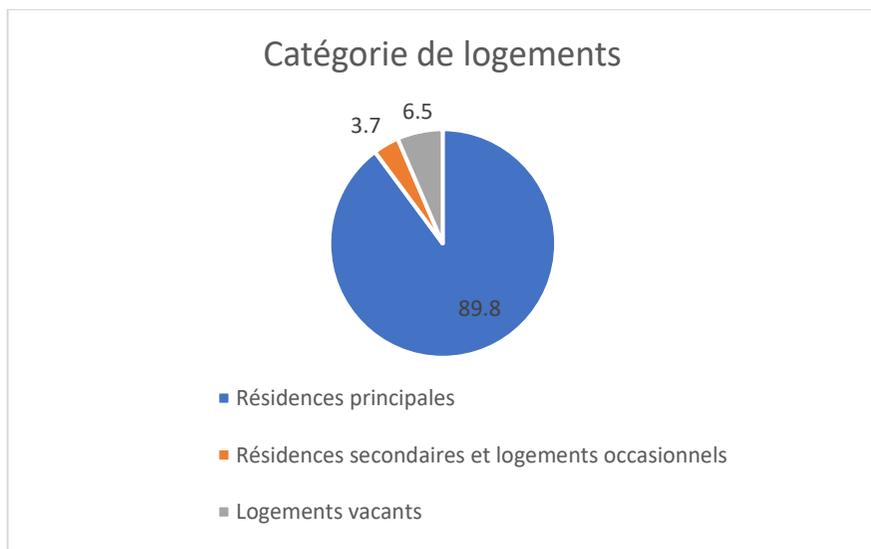


Figure 15 : Catégorie de logements en 2016 (source : INSEE)

6.1.4 Synthèse

Le domaine d'étude (figure 7 ci-dessus) se compose principalement de bâtiments d'habitation.

Trois sites sensibles sont répertoriés dans le domaine d'étude.

Au regard des statistiques de l'INSEE, presque la moitié de la population de Saint-Germain-en-Laye est dans les tranches d'âge les plus sensibles à la pollution atmosphérique (les moins de 15 ans et les plus de 60 ans).

Les habitants ont emménagé en moyenne entre 9 et 18 ans et une partie des actifs ayant un emploi travaillent sur leur commune de résidence, ce qui les expose à la pollution émise localement.

7 DONNEES EXISTANTES SUR LA QUALITE DE L'AIR

7.1 Mesures des stations permanentes AIRPARIF

Créée en 1979, l'association AIRPARIF, association loi 1901 agréée par le ministère chargé de l'Environnement, a mis en place un réseau de surveillance de la qualité de l'air en continu en application de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. Chaque station mesure heure par heure la concentration d'un certain nombre de polluants.

La carte ci-après présente la répartition des stations AIRPARIF en Ile-de-France.

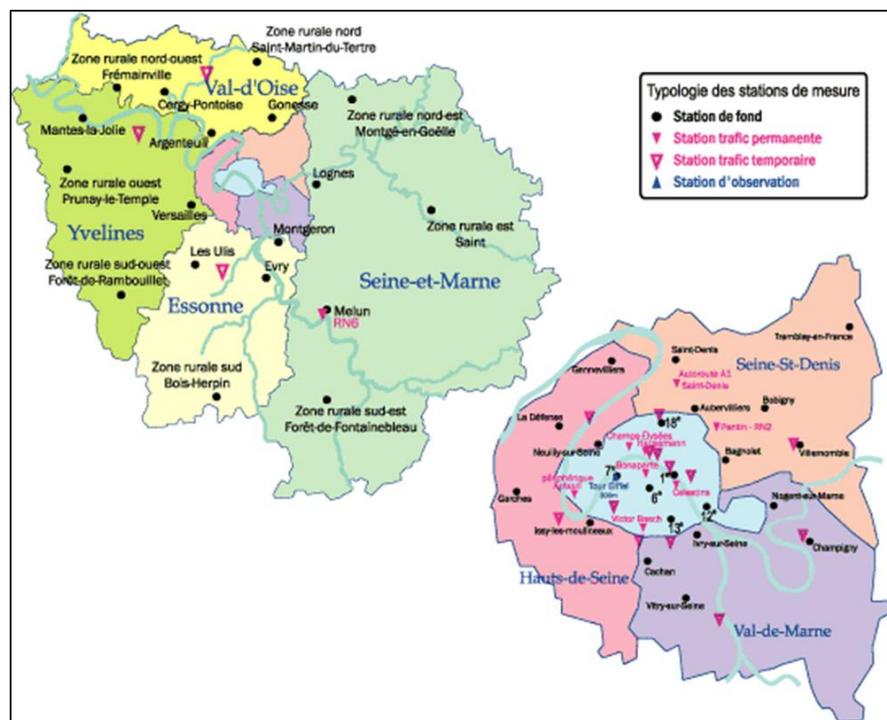


Figure 16 : Carte des stations AIRPARIF (source : AIRPARIF)

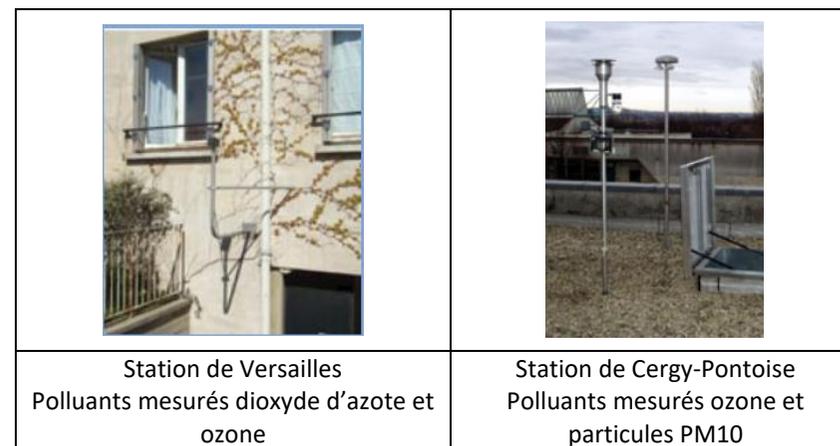
7.2 Réseau de surveillance

Le dispositif de surveillance, dont le réseau de mesure régional, est dimensionné pour répondre aux exigences réglementaires mais aussi aux problématiques de qualité de l'air liées au contexte local comme par exemple la présence d'un réseau routier dense dans une zone fortement peuplée.

Ce dispositif est composé d'un réseau de mesures fixes continues, complété de mesures discontinues et d'outils de modélisation. À l'aide de ces derniers, des cartes des niveaux moyens annuels, intégrant les résultats de mesure aux stations, sont réalisées chaque année pour les principaux polluants réglementés.

Les stations de mesures AIRPARIF les plus proches de la zone d'étude sont celles de Versailles et Cergy-Pontoise.

Les deux stations sont des stations de fond ; c'est-à-dire qu'elles ne sont pas influencées par une source polluante locale identifiée. Ces stations permettent donc une mesure d'ambiance générale de la pollution de fond, représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.



Les résultats présentés ci-après sont issus des relevés de ces stations et des études AIRPARIF, notamment le bilan de la qualité de l'air en 2018 (édité en avril 2019).

7.3 Résultats des mesures AIRPARIF

7.3.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un bon traceur de la pollution d'origine automobile.

Les émissions d'oxydes d'azote NO_x (=NO₂ + NO) apparaissent dans toutes les combustions à haute température de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole, ...).

Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur des activités de transport, notamment le trafic routier.

Il est en effet directement émis par les sources motorisées de transport, et dans une moindre mesure par le chauffage résidentiel.

À l'échelle de l'Île-de-France, ce secteur du trafic routier représente 50% des émissions.

Les moteurs diesel en émettent davantage que les moteurs à essence catalysés. Le monoxyde d'azote (NO) émis par les pots d'échappement est oxydé par l'ozone et des espèces radicalaires, puis se transforme en dioxyde d'azote (NO₂).

La station de Versailles mesure le dioxyde d'azote, les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

| Valeurs réglementaires NO ₂ (µg/m ³) | | | Concentration moyenne annuelle en 2018 (µg/m ³) |
|---|----------------------------|--------------------|---|
| Type de norme | Grandeurs caractéristiques | Valeur de la norme | Station de Versailles |
| Objectif de qualité | Moyenne annuelle | 40 | 21 |
| Valeur limite | Moyenne annuelle | 40 | |

Tableau 8 : Concentration de NO₂ mesurée à Versailles en 2018 (source : AIRPARIF)

La concentration de dioxyde d'azote relevée à la station de Versailles est inférieure à la valeur limite et également à l'objectif de qualité tous deux fixés à 40 µg/m³.

La carte ci-après présente la concentration moyenne annuelle du NO₂ en 2018 dans le département des Yvelines et dans le secteur d'étude (cf. zoom).

D'après les cartes ci-après, la valeur limite est dépassée au droit et au voisinage des grands axes routiers sur le secteur Est du département des Yvelines.

Sur la commune de Saint-Germain-en-Laye (cf. zoom), des dépassements de la valeur limite sont observés à l'Est de la zone du projet sur les routes départementales RD186, RD190.

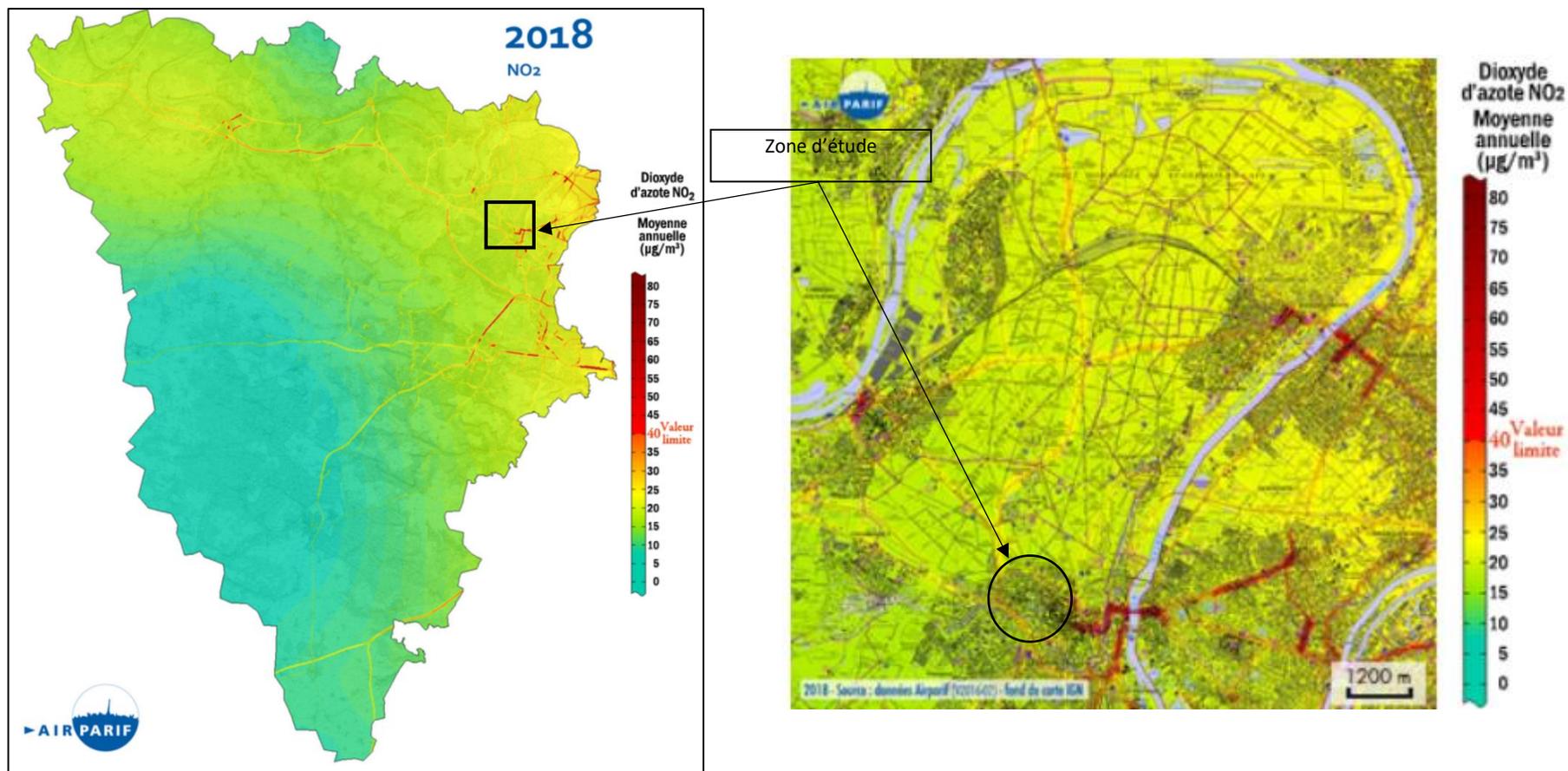


Figure 17 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO₂) dans les Yvelines et zoom sur la zone d'étude (source : AIRPARIF)

7.3.2 Particules fines PM10 et PM2,5

Les émetteurs de particules en suspension sont nombreux et variés : transport routier, combustion industrielle, chauffage urbain, incinérateurs des déchets.

En Ile-de-France, les principaux secteurs d'émissions des particules PM10 (particules de diamètre inférieur à 10µm) et des particules PM2,5 (particules de diamètre inférieur à 2,5µm) sont les secteurs du transport routier, du résidentiel-tertiaire, et de l'industrie, en proportions à peu près équivalentes (25 à 30%).

7.3.2.1 Particules PM10

La station de Cergy-Pontoise mesure ce polluant. La concentration moyenne annuelle des particules PM10 en 2018 est indiquée dans le tableau ci-dessous.

| Valeurs réglementaires PM10 (µg/m ³) | | | Concentration moyenne annuelle en 2018 (µg/m ³) |
|--|----------------------------|--------------------|---|
| Type de norme | Grandeurs caractéristiques | Valeur de la norme | Station de Cergy-Pontoise |
| Objectif de qualité | Moyenne annuelle | 30 | 17 |
| Valeur limite | Moyenne annuelle | 40 | |

Tableau 9 : Concentration de PM10 mesurée à Cergy-pontoise en 2018 (source : AIRPARIF)

La concentration des PM10 relevée à la station de Cergy-Pontoise est inférieure à la valeur limite (40 µg/m³) et également à l'objectif de qualité (30 µg/m³).

La carte ci-après présente la concentration moyenne annuelle des PM10 en 2018 dans le département des Yvelines et dans le secteur d'étude (cf.zoom).

D'après les cartes, le tracé des axes à forte circulation apparaît clairement sur la carte. C'est aux abords de ces axes que les concentrations sont les plus élevées, et que le dépassement des seuils est le plus fréquent.

Sur la zone d'étude (voir zoom), il n'y a ni dépassement de la valeur limite (40 µg/m³) ni de l'objectif de qualité (30 µg/m³).

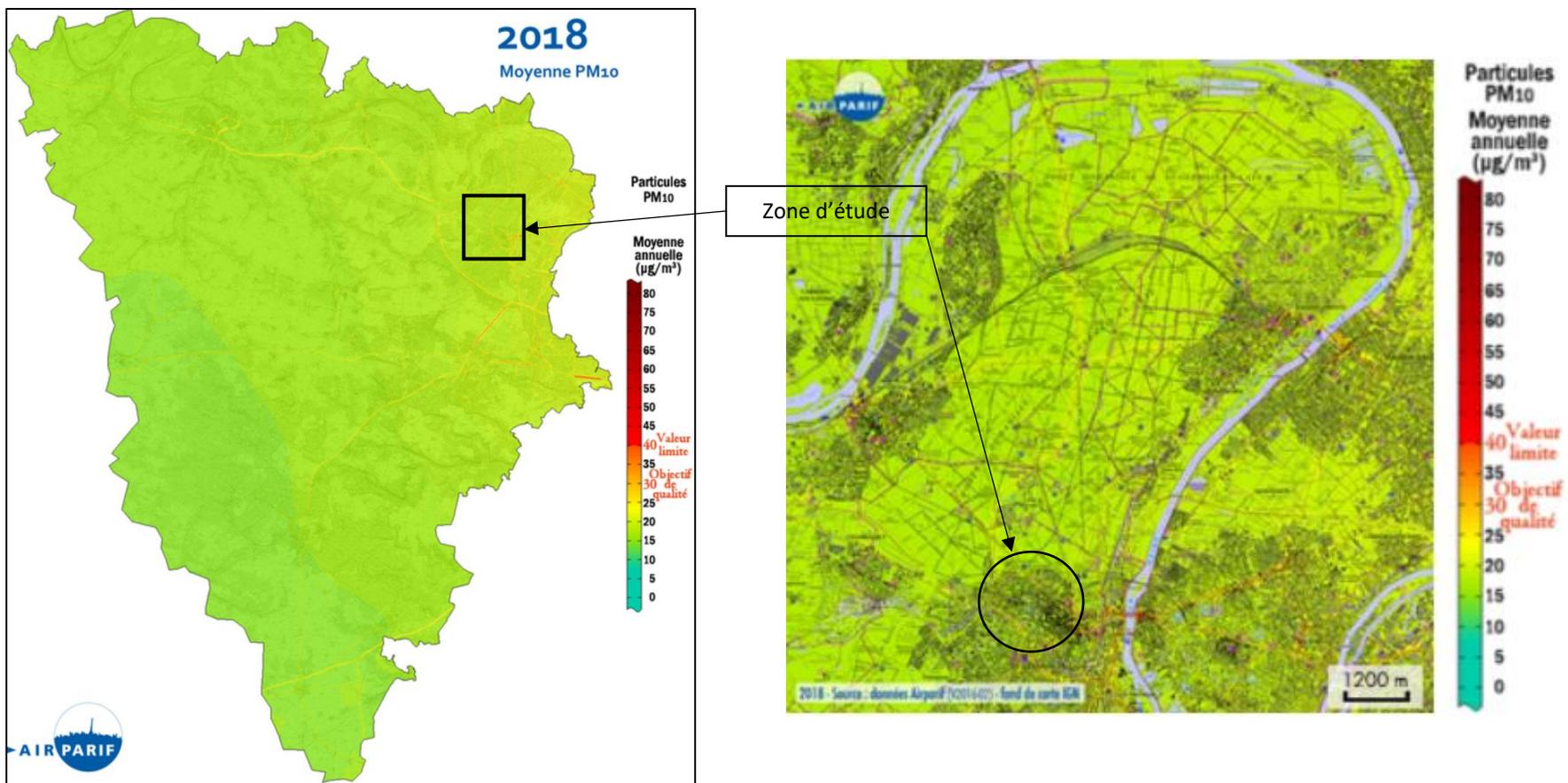


Figure 18 : Concentration moyenne annuelle des PM10 dans les Yvelines et zoom sur la zone d'étude (source : AIRPARIF)

7.3.3 Particules PM2,5

La station de Rambouillet mesure ce polluant. La concentration moyenne annuelle des particules PM2,5 en 2018 est indiquée dans le tableau ci-dessous.

| Valeurs réglementaires PM2,5 (µg/m³) | | | Concentration moyenne annuelle en 2018 (µg/m³) |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|--|
| Type de norme | Grandeurs caractéristiques | Valeur de la norme | Station de Rambouillet |
| Objectif de qualité | Moyenne annuelle | 10 | 11 |
| Valeur limite | Moyenne annuelle | 25 | |

Tableau 10 : Concentration de PM2,5 mesurée à Rambouillet en 2018 (source : AIRPARIF)

La concentration des PM2,5 relevée à la station de Rambouillet est inférieure à la valeur limite (25 µg/m³) mais supérieure à l'objectif de qualité (10 µg/m³).

La carte ci-contre présente la concentration moyenne annuelle des PM2,5 en 2018 dans le département des Yvelines.

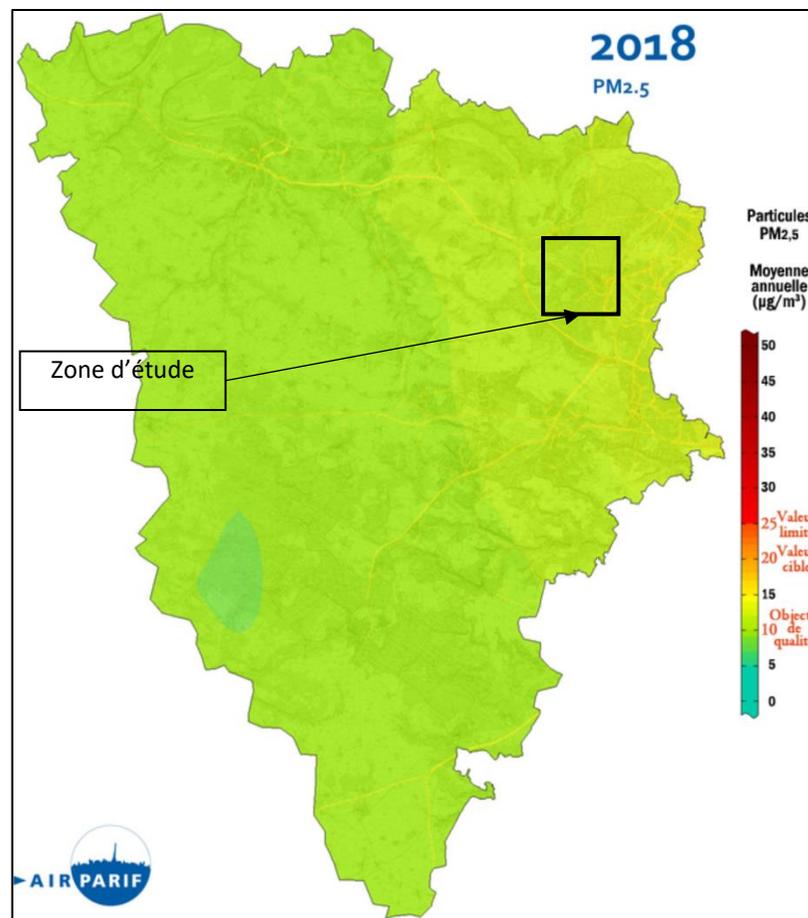


Figure 19 : Concentration moyenne annuelle des PM2,5 dans les Yvelines (source : AIRPARIF)

D'après la carte, la valeur limite n'est jamais atteinte mais en revanche l'objectif de qualité est dépassé sur une grande partie de l'Est du département des Yvelines.

7.3.4 Ozone (O₃)

L'ozone protège les organismes vivants en absorbant une partie des UV dans la haute atmosphère. Mais à basse altitude, ce gaz est nuisible si sa concentration augmente trop fortement. C'est le cas suite à des réactions chimiques impliquant le dioxyde d'azote et les hydrocarbures (polluants d'origine automobile).

L'ozone est un polluant secondaire : il est produit à partir des polluants dits primaires qui sont présents dans les gaz d'échappement. De plus, l'ozone est principalement produit lors de la période estivale car sa formation nécessite la présence des rayons solaires.

Les valeurs réglementaires pour la protection de la santé humaine ne se basent pas sur la moyenne annuelle du fait de son caractère saisonnier mais sur une moyenne sur 8 heures.

Pour l'ozone, l'objectif de qualité pour la santé humaine est aucun dépassement sur l'année de la valeur moyenne sur 8 heures fixée à 120 µg/m³.

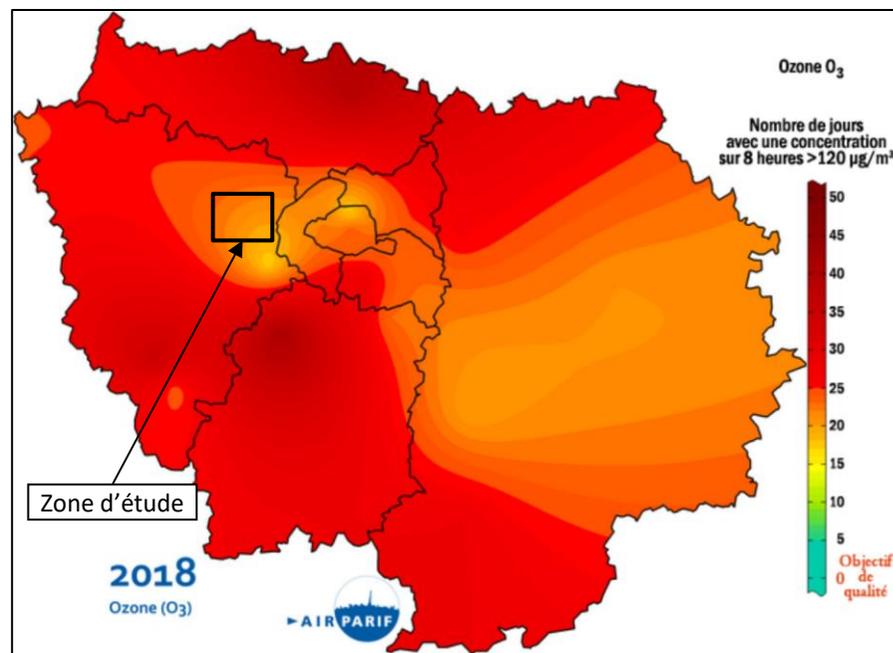


Figure 20 : Nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité de l'ozone en Ile-de-France (source : AIRPARIF)

D'après la carte, l'objectif de qualité (fixé à aucun dépassement de la concentration moyenne sur 8 heures supérieure à 120 µg/m³) est dépassé en tout point de la région Ile-de-France.

Sur la zone d'étude, il est observé sur l'année 2018, douze jours de dépassement de l'objectif de qualité.

7.3.5 Benzène (C₆H₆)

Le benzène est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Le benzène est essentiellement émis par la circulation automobile, l'évaporation des carburants et certaines activités industrielles.

Les stations de Versailles et Cergy-pontoise ne mesurent pas le benzène. La détermination de la concentration sur la zone d'étude est donc effectuée sur la carte suivante.

D'après la carte, aucun dépassement des seuils réglementaires n'est observé sur le département des Yvelines.

La concentration moyenne sur les Yvelines et sur la zone d'étude est inférieure à 1 µg/m³.

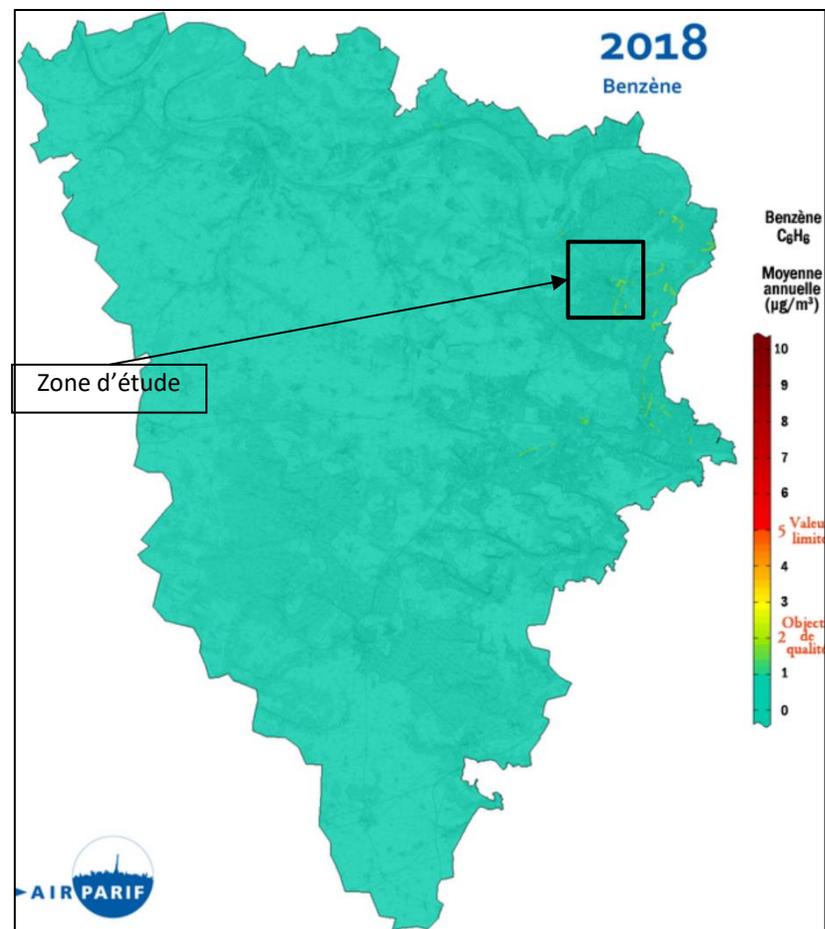


Figure 21 : Concentration moyenne annuelle de benzène dans les Yvelines (source : AIRPARIF)

7.3.6 Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM)

Outre le benzène, quatre HAM sont mesurés en routine par AIRPARIF : toluène, éthylbenzène, m+p-xylène et o-xylène

Ces composés sont principalement émis par le trafic routier, comme le benzène, mais également par leur utilisation comme solvant et des rejets de production. Le toluène est en particulier l'un des principaux constituants de l'essence sans plomb.

Ces composés ne font pas l'objet de seuils de qualité de l'air.

Les stations de Versailles et de Cergy-Pontoise ne mesurent pas les HAM. Seules les stations de fond de Paris Centre (4^{ème}), Gennevilliers et Vitry-sur-Seine, mesurent les HAM.

Dans le tableau ci-dessous, les concentrations moyennes de ces stations sont présentées.

| Concentrations moyennes des HAM mesurées aux stations de fond en 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | |
|---|---------|--------------|------------|----------|
| Benzène | Toluène | Ethylbenzène | m+p xylène | o-xylène |
| 0,9 | 2,7 | 0,6 | 1,9 | 0,8 |

Tableau 11 : Concentrations moyennes des HAM mesurées aux stations de fond en 2018
(source : AIRPARIF)

7.3.7 Benzo(a)pyrène (BaP)

Le benzo(a)pyrène (BaP) est l'un des douze Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) mesurés sur le réseau francilien. Le BaP est utilisé comme traceur du risque cancérigène lié aux HAP.

Les HAP se forment lors des combustions incomplètes, en particulier celle de la biomasse. Les HAP sont ainsi majoritairement émis par le chauffage au bois, par les combustions non maîtrisées (brûlage de déchets verts, barbecues) ainsi que par le trafic routier, en particulier par les véhicules diesel.

Les HAP sont toujours présents sous forme de mélanges complexes et peuvent se trouver sous forme gazeuse ou particulaire dans l'atmosphère. Une partie des HAP, notamment de benzo(a)pyrène, entrent donc dans la composition des particules PM10.

Les stations de Versailles et Cergy-Pontoise ne mesurent pas le benzo(a)pyrène (BaP). Seules les stations de fond de Paris 13^{ème}, Gennevilliers et Argenteuil, mesurent le BaP.

La concentration moyenne de BaP en 2018 est de **0,13 ng/m³** (nanogramme par mètre cube). Cette concentration est inférieure à la valeur cible fixée à 1 ng/m³.

7.3.8 Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel

Les métaux proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles, des ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels.

Le plomb (Pb) était principalement émis par le trafic routier jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée en 2000. Les principales sources actuelles sont la combustion du bois et du fioul, l'industrie, ainsi que le trafic routier (abrasion des freins).

L'arsenic (As) provient de la combustion des combustibles minéraux solides et du fioul lourd ainsi que de l'utilisation de certaines matières premières notamment dans la production du verre, de métaux non ferreux ou la métallurgie des ferreux.

Le cadmium (Cd) est essentiellement émis par l'incinération de déchets, ainsi que la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse.

Le nickel (Ni) est émis essentiellement par la combustion du fioul lourd.

En Ile-de-France seule la station de Paris 18^{ème} mesure les métaux. Les concentrations moyennes annuelles en 2018 sont :

Plomb : 0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite annuelle : 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, objectif de qualité : 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Arsenic : 0,32 ng/m³ (valeur cible : 6 ng/m³)

Cadmium : 0,12 ng/m³ (valeur cible : 5 ng/m³)

Nickel : 1,01 ng/m³ (valeur cible : 20 ng/m³)

Les concentrations observées pour ces quatre métaux sont très largement inférieures à l'objectif de qualité et aux valeurs cibles.

7.3.9 Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone est un polluant primaire qui se forme lors des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois). Les sources principales de CO en milieu extérieur sont le trafic routier et le chauffage résidentiel, notamment le chauffage au bois.

La concentration en monoxyde de carbone est très faible en Ile-de-France et est inférieure aux seuils réglementaires.

En Ile-de-France, la concentration moyenne annuelle en station de fond est de 300 µg/m³.

7.3.10 Dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est émis lors de la combustion des matières fossiles telles que le charbon, le pétrole et certains gaz, contenant des impuretés en soufre, ainsi que lors de certains procédés industriels.

La concentration en moyenne annuelle de SO₂ en Ile-de-France est inférieure est de l'ordre de 1 à 2 µg/m³ ce qui est très largement inférieure à l'objectif de qualité (50 µg/m³ en moyenne annuelle).

7.3.11 Aldéhydes

Les aldéhydes appartiennent à la famille des Composés Organiques Volatils (COV).

Ils sont présents dans l'air ambiant en faible concentration. Ce sont à la fois des polluants primaires, et secondaires.

Ils participent en effet, à la fois comme précurseurs et sous-produits, aux réactions photochimiques responsables de la formation de l'ozone troposphérique. Ils sont donc produits par oxydation des COV, en particulier du méthane pour le formaldéhyde.

Il s'agit d'une vaste famille de composés chimiques, mais les deux aldéhydes présents majoritairement dans l'atmosphère urbaine sont le formaldéhyde et l'acétaldéhyde.

Dans l'air ambiant, les principales sources d'aldéhydes sont le trafic routier, et, dans une moindre mesure, le secteur résidentiel et tertiaire.

Les aldéhydes sont utilisés dans la fabrication de certains matériaux de construction et d'isolation. Ils peuvent également être émis lors du stockage ou de l'utilisation de nombreux produits d'usage courant : matériaux d'ameublement et de décoration, enduits et colle, produits d'entretien et de désinfection, désodorisants et parfums d'intérieur, cosmétiques, produits d'hygiène corporelle.

Les sources d'exposition les plus fréquentes sont les gaz d'échappement des véhicules à moteur, les panneaux de particules agglomérées et autres matériaux de construction semblables, les moquettes, les peintures, colles et vernis, les aliments et la cuisson, la fumée de tabac, et l'utilisation de formaldéhyde comme désinfectant.

Les aldéhydes sont toxiques pour la santé humaine. Le formaldéhyde est classé cancérigène certain par le CIRC, et l'acétaldéhyde cancérigène probable.

Le formaldéhyde et l'acétaldéhyde sont mesurés, par AIRPARIF, depuis le 1er janvier 2014 par tubes passifs sur trois sites : un site de fond situé à « Paris

Centre 4^{ème} » et deux sites trafic situés « Boulevard Périphérique Est » et « Place Victor Basch ».

Les concentrations relevées sur la station de fond de Paris Centre (4^{ème}) sont données dans le tableau ci-après.

Il n'y a pas de seuil réglementaire pour les aldéhydes.

| Concentrations moyennes annuelles mesurées sur la station de fond en 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | |
|---|--------------|
| Formaldéhyde | Acétaldéhyde |
| 2,3 | 1,8 |

Tableau 12 : Concentrations moyennes de formaldéhyde et d'acétaldéhyde mesurées à la station de fond en 2018 (source : AIRPARIF)

7.3.12 1,3-butadiène

Le 1,3-butadiène appartient à la famille des Composés Organiques Volatils (COV).

Ce polluant est présent dans les gaz d'échappement des véhicules et dans la fumée de cigarettes.

L'Union européenne considère le 1,3-butadiène comme agent cancérigène et demande donc un suivi dans l'air par les États membres.

La mesure du 1,3-butadiène est réalisée depuis le siège d'AIRPARIF, rue Crillon dans le 4^{ème} arrondissement de Paris.

La concentration moyenne annuelle en 2018 du 1,3-butadiène est de **0,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

7.4 Indice général CITEAIR

L'indice CITEAIR a été développé sur l'initiative de réseaux de surveillance de la qualité de l'air, dans le cadre du projet européen du même nom. Il a été lancé en 2006 pour apporter une information au public :

- Simple et prenant en compte la pollution à proximité du trafic.
- Comparable à travers l'Europe.
- Adaptée aux méthodes de mesure de chaque réseau de surveillance.

7.4.1 Répartition annuelle des indices pour le département des Yvelines

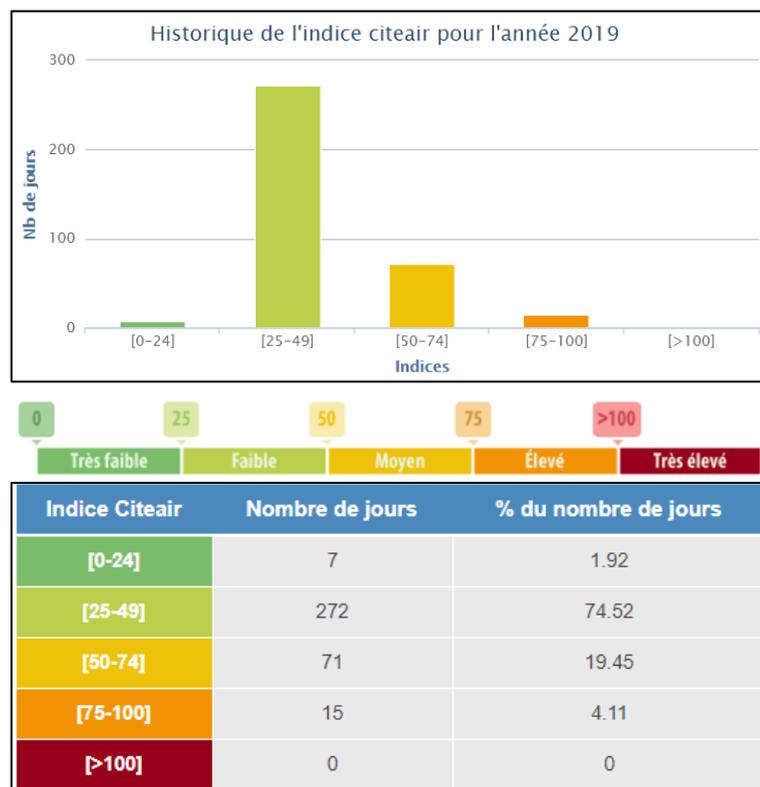


Figure 22 : Indices CITEAIR pour l'année 2019 dans les Yvelines (source : AIRPARIF)

7.4.2 Répartition annuelle des indices pour la commune de Saint-Germain-en-Laye

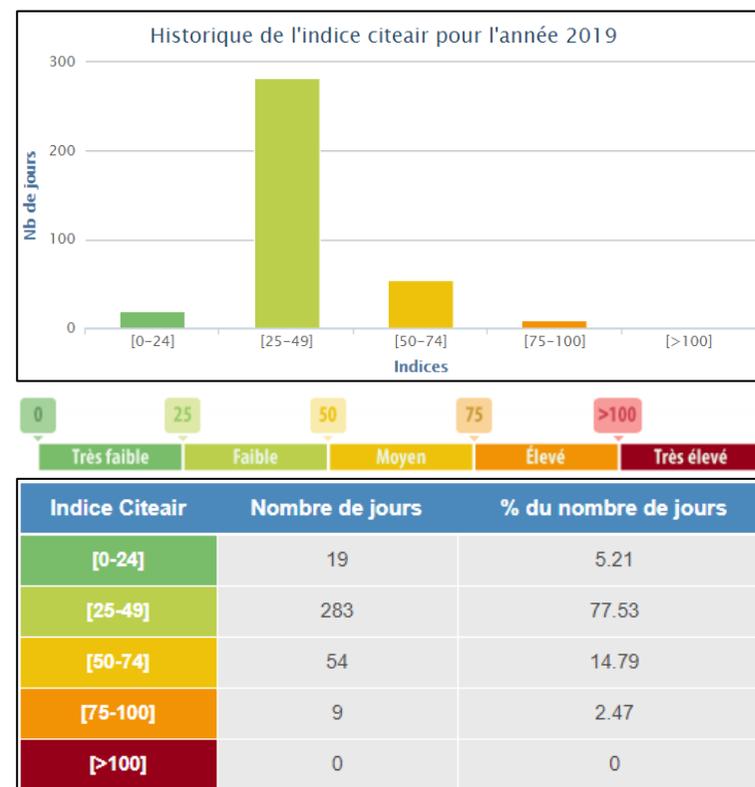


Figure 23 : Indices CITEAIR pour l'année 2019 à Saint-Germain-en-Laye (source : AIRPARIF)

À travers cet indice CITEAIR, la qualité de l'air peut être qualifiée de très bonne à bonne en 2019 :

- À 76 % de l'année pour les Yvelines ;
- À 83 % de l'année pour Saint-Germain-en-Laye.

La qualité de l'air sur la zone d'étude est donc plutôt bonne.

8 DIAGNOSTIC DE LA QUALITÉ DE L'AIR – CAMPAGNE DE MESURES

Pour compléter le diagnostic bibliographique de la qualité de l'air, une campagne de mesure par tubes passifs a été réalisée du 13 au 27 janvier 2020.

Les concentrations de dioxyde d'azote, du benzène et des PM10 sont relevées sur 5 sites. La localisation des sites est illustrée sur la carte suivante.

Les polluants mesurés, dioxyde d'azote et benzène, sont de bons indicateurs de la pollution automobile. Les concentrations des polluants sont mesurées à l'aide d'échantillonneurs passifs (ou tubes à diffusion passive) exposés sur une période de deux semaines.

La méthode d'échantillonnage par diffusion passive repose sur le prélèvement spécifique des polluants gazeux au moyen de tubes sélectifs. Ils sont placés à l'air libre sur une période d'exposition variable. La vitesse de captation est contrôlée par diffusion à travers une membrane. La masse de polluants prélevés, mesurée à l'analyse, est corrélée au gradient de concentration dans la zone de diffusion.

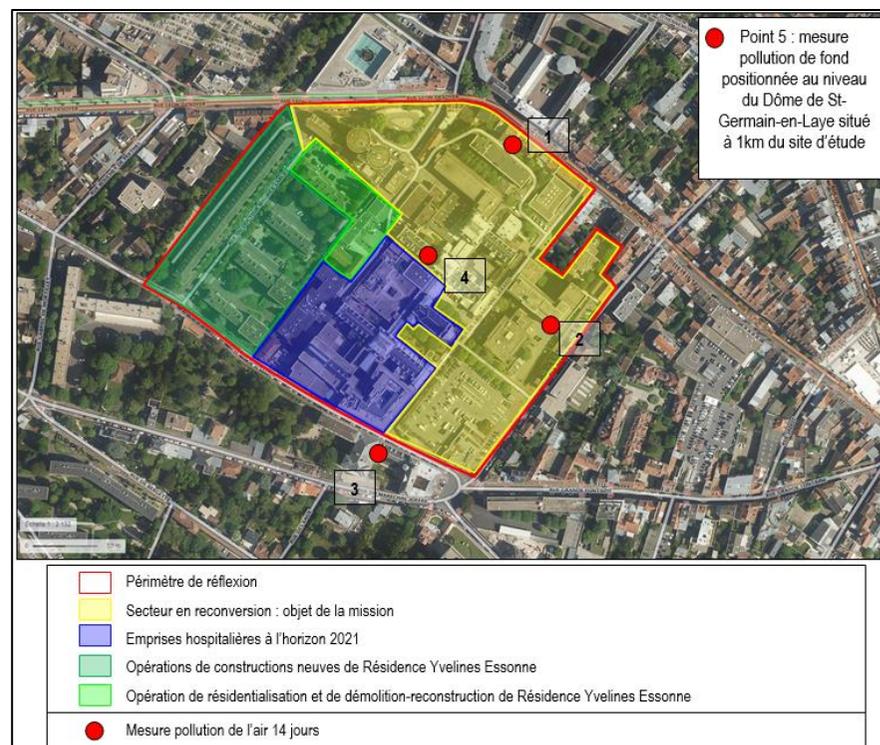


Figure 24 : Dispositif de la campagne de mesures de la qualité de l'air

Le dispositif est constitué de 4 sites de mesures dans et autour du périmètre projet pour évaluer les concentrations de la zone d'étude.

Un site de mesure est situé à environ 1km du périmètre de projet, son emplacement est éloigné de toutes sources de pollution pour estimer la pollution de fond sur Saint-Germain-en-Laye.

8.1 Matériels et méthodes

8.1.1 Les tubes passifs à dioxyde d'azote (NO₂)

Ce sont des tubes en polypropylène de 7,4 cm de longueur et de 9,5 mm de diamètre, exposés à l'air ambiant. Leur fonctionnement repose sur la diffusion passive des molécules de dioxyde d'azote sur un absorbant, le triéthanolamine (TEA). La quantité de NO₂ absorbée est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.

Après exposition, le NO₂ est extrait et dosé par colorimétrie selon une variante de la réaction Gries Saltzman (ISO 6768, 1985). Cette méthode fournit des estimations des concentrations assez précises, avec une erreur relative de 25% en moyenne pour des niveaux entre 20 µg/m³ et 40 µg/m³ et une limite de détection de 0,64 µg/m³ pour une exposition de 14 jours.

8.1.2 Tubes passifs à benzène

Ce sont des tubes de verre ouverts aux extrémités, contenant du tétrachloroéthylène, absorbant efficace du benzène. Après exposition, le benzène est extrait au sulfure de carbone et dosés par chromatographie en phase gazeuse. Cette méthode fournit des estimations moyennes des concentrations, avec une erreur relative de 32% en moyenne pour des niveaux entre 1 et 5 µg/m³ et une limite de détection de 0,4 µg/m³ pour une exposition de 14 jours.

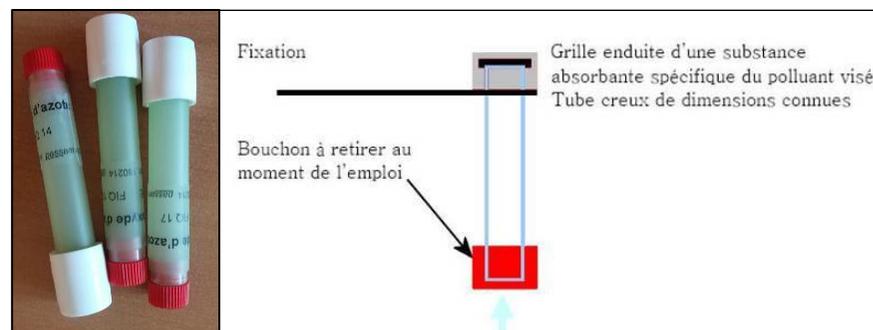


Figure 25 : Tubes passifs à dioxyde d'azote (NO₂)



Figure 26 : Tubes passifs à benzène

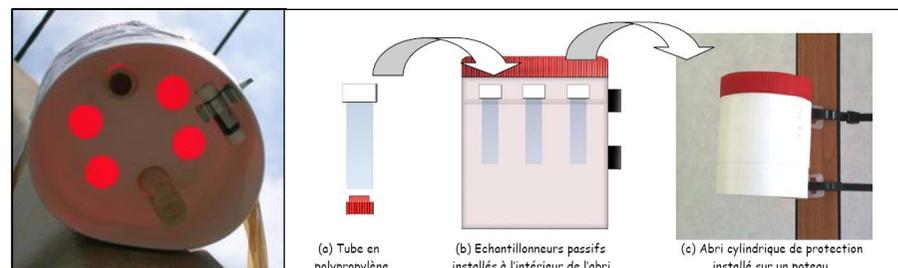


Figure 27 : Disposition des tubes passifs dans le boîtier anti-intempérie

8.1.3 Les capteurs PM10

Le capteur Sigma-2 se compose d'une part d'une zone de transfert de flux d'air (partie haute) et d'autre part d'une zone de réception des particules par sédimentation (partie basse). Le flux d'air traverse le capteur, au sein de la zone centrale, les particules sédimentent et s'impactent sur une surface de prélèvement adhésif disposée en partie basse.

La surface de prélèvement est ensuite analysée au microscope optique.

Il permet de mesurer des particules de diamètre 2,5 à 80 µm.



Figure 28 : Capteur Sigma-2 pour la mesure des PM10

8.2 Conditions météorologiques

La campagne a été réalisée du 13 au 27 janvier 2020, les conditions météorologiques observées durant cette période sur la station Météo France de Trappes sont données dans le tableau suivant :

| Date | Hauteur de précipitation (mm) | Température moyenne (°C) | Vitesse du vent (m/s) | Direction du vent (°N) |
|------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| 13/01/2020 | 0.0 | 9.1 | 3.3 | 210 |
| 14/01/2020 | 0.0 | 10.9 | 5.3 | 190 |
| 15/01/2020 | 0.2 | 9.5 | 3.5 | 220 |
| 16/01/2020 | 0.6 | 8.2 | 2.2 | 210 |
| 17/01/2020 | 0.6 | 8.4 | 3.4 | 260 |
| 18/01/2020 | 0.0 | 3.4 | 1.3 | 250 |
| 19/01/2020 | 0.0 | 2.6 | 2.4 | 30 |
| 20/01/2020 | 0.0 | 2.2 | 2.4 | 30 |
| 21/01/2020 | 0.0 | 0.3 | 1.3 | 40 |
| 22/01/2020 | 0.0 | -0.8 | 1.8 | 40 |
| 23/01/2020 | 0.0 | 0.8 | 1.8 | 50 |
| 24/01/2020 | 0.0 | 0.5 | 0.8 | 20 |
| 25/01/2020 | 0.0 | 1.2 | 0.5 | 30 |
| 26/01/2020 | 2.2 | 5.5 | 1.6 | 190 |
| 27/01/2020 | 6.4 | 9.0 | 3.4 | 180 |
| Moyenne | 0.7 | 4.7 | 2.3 | |

Tableau 13 : Conditions météorologiques observées à la station Météo France de Trappes

8.3 Résultats des mesures de dioxyde d'azote (NO₂)

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les résultats des concentrations de NO₂ relevées.

| N° du site | Durée d'échantillonnage (en h) | Concentration (en µg/m ³) | | |
|------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------|---------------------|
| | | Tube 1 | Tube 2 | Moyenne des 2 tubes |
| 1 | 338.1 | 35.9 | 35.9 | 35.9 |
| 2 | 338.2 | 38.4 | 35.8 | 37.1 |
| 3 | 338.2 | 39.6 | 37.7 | 38.7 |
| 4 | 337.7 | 31.7 | 37.7 | 34.7 |
| 5 | 337.8 | 26.3 | 26.0 | 26.1 |

Tableau 14 : Concentrations de dioxyde d'azote mesurées (source : IRIS conseil)

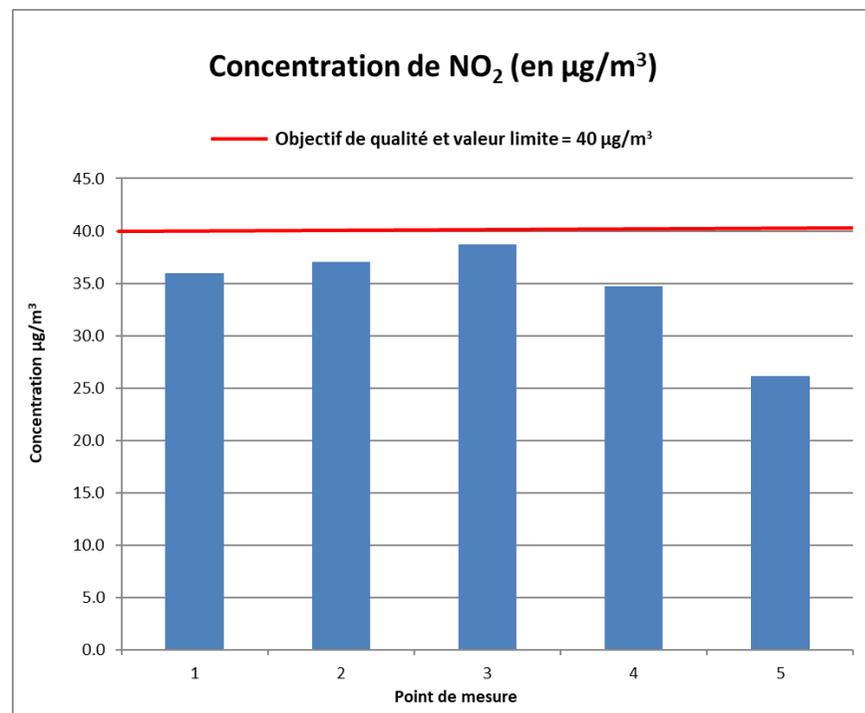


Figure 29 : Concentrations de dioxyde d'azote mesurées (source : IRIS conseil)

Toutes les concentrations relevées sont inférieures à la valeur limite et également à l'objectif de qualité fixés à 40 µg/m³.

Nous remarquons des teneurs de NO₂ de l'ordre de 35 µg/m³ sur la zone projet (points 1 à 4). En revanche, la concentration de fond (point 5) est d'environ 26 µg/m³.

8.4 Résultats des mesures de benzène

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les résultats des concentrations de benzène relevées.

| N° du site | Durée d'échantillonnage (en h) | Concentration (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|------------|--------------------------------|--|
| 1 | 338.1 | 1.5 |
| 2 | 338.2 | 1.5 |
| 3 | 338.2 | 1.8 |
| 4 | 337.7 | 1.5 |
| 5 | 337.8 | 1.0 |

Tableau 15 : Concentrations de benzène observées sur le site (source : IRIS conseil)

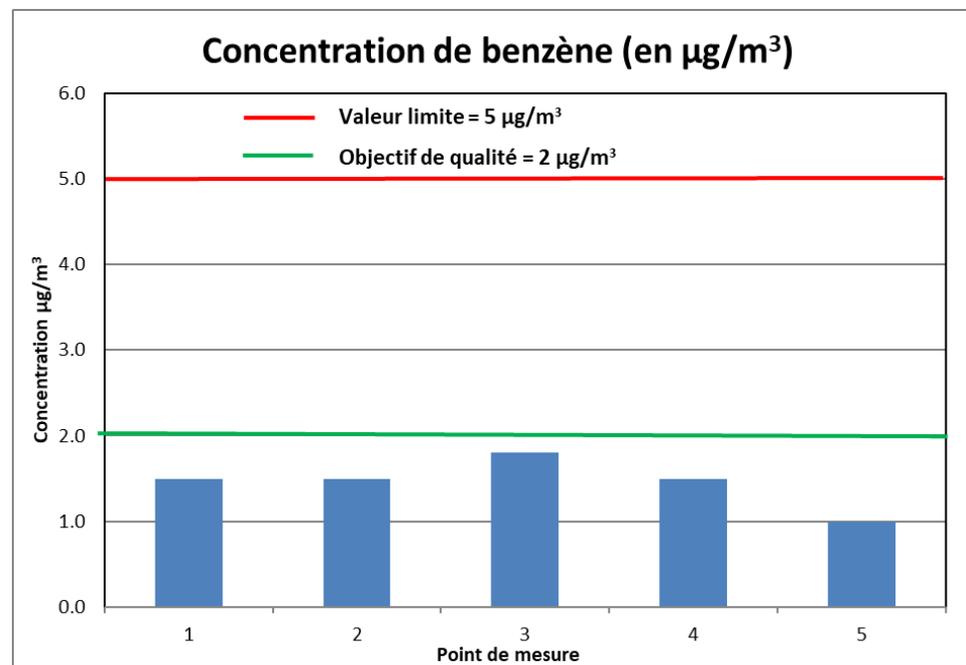


Figure 30 : Concentrations du benzène observées sur le site (source : IRIS conseil)

Les concentrations de benzène sont toutes inférieures à l'objectif de qualité et à la valeur limite.

Nous observons des concentrations d'environ $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la zone d'étude et une concentration plus faible d'environ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de fond.

8.5 Résultats des mesures des PM10

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les résultats des concentrations des PM10 relevées.

| N° du site | Durée d'échantillonnage (en h) | Concentration (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|------------|--------------------------------|--|
| 1 | 338.1 | 36.2 |
| 2 | 338.2 | 29.9 |
| 3 | 338.2 | 28.5 |
| 4 | 337.7 | 26.8 |
| 5 | 337.8 | 26.2 |

Tableau 16 : Concentrations des PM10 observés sur le site (source : IRIS conseil)

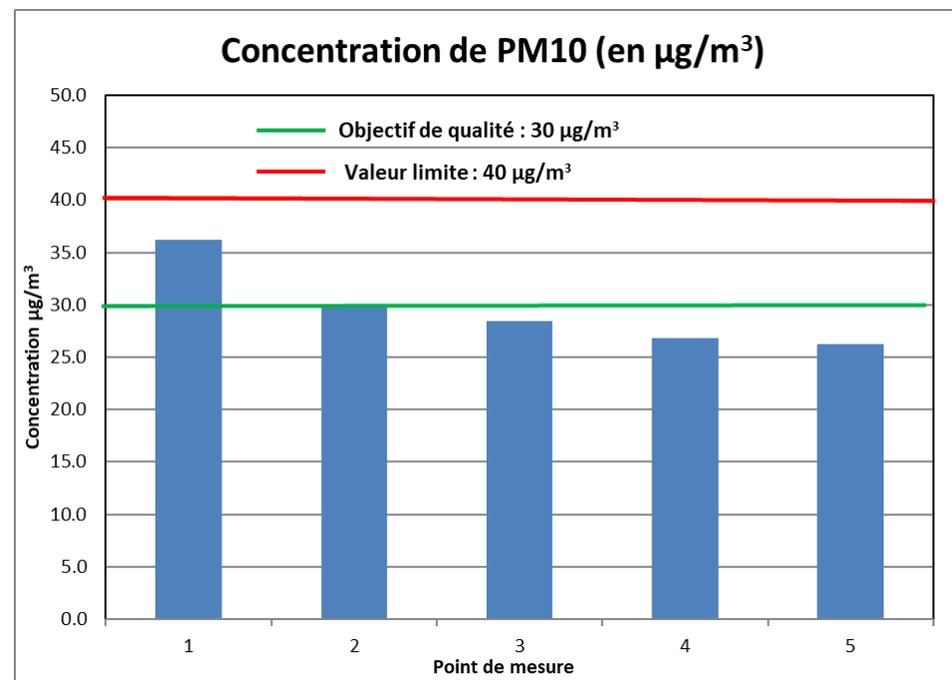


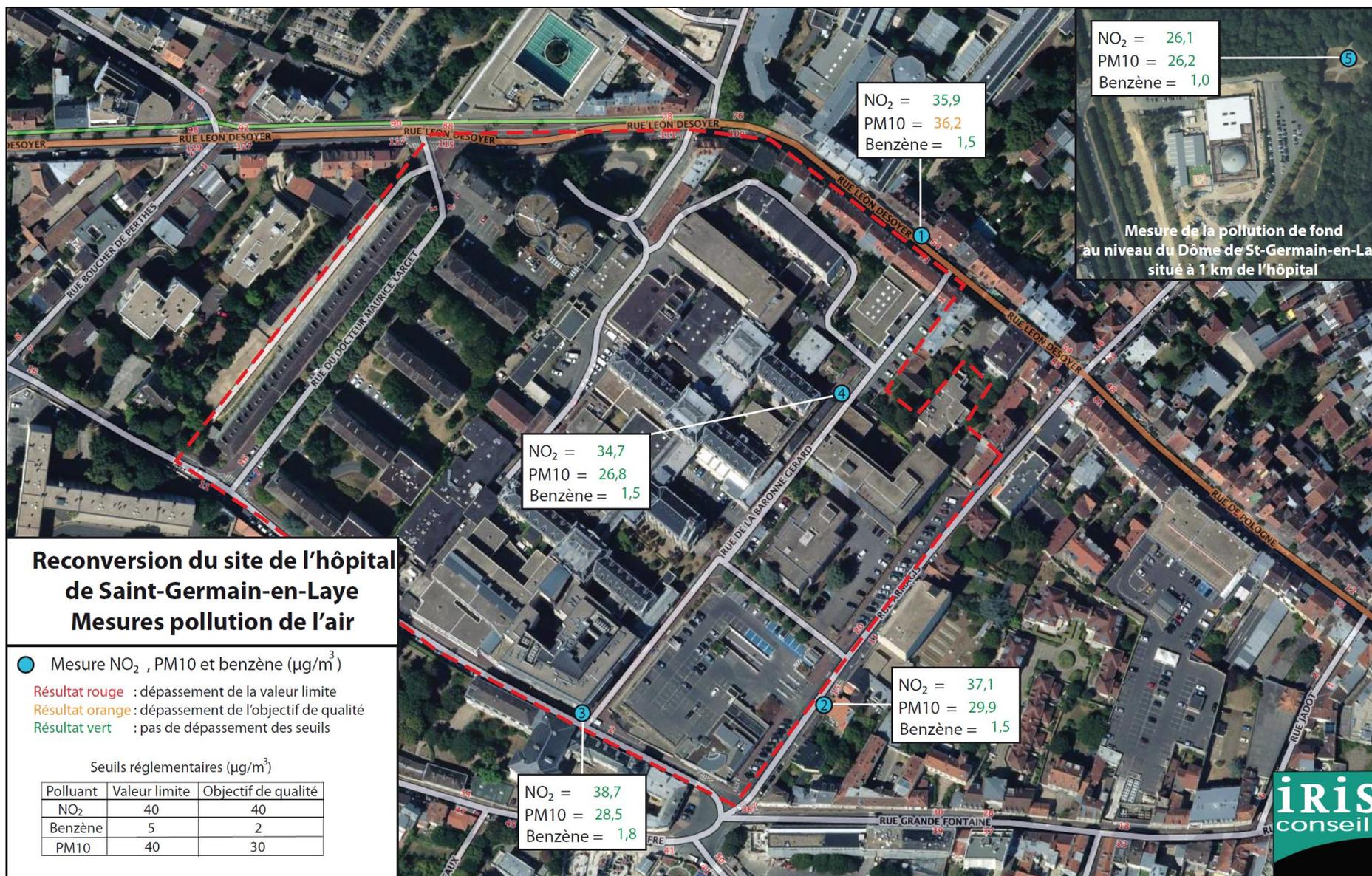
Figure 31 : Concentrations des PM10 observés sur le site (source : IRIS conseil)

Les concentrations des PM10 sont toutes inférieures à la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cependant, les points de mesures 1 et 2 atteignent ou dépassent l'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nous remarquons que la concentration des particules PM10 relevée au centre du périmètre d'étude (point 4) est équivalente à la concentration enregistrée en situation de fond.

Une carte de synthèse des résultats des mesures est proposée ci-après.



8.6 Comparaison des résultats de la campagne de mesures avec les stations AIRPARIF

Le tableau suivant présente les concentrations relevées lors de notre campagne de mesures et celles des stations AIRPARIF

| | NO ₂ (µg/m ³) | PM10 (µg/m ³) |
|---|--------------------------------------|---------------------------|
| Résultats mesurés au point 5 IRIS Conseil 13 au 27/01/2020 | 26,1 | 26,2 |
| Résultats stations AIRPARIF 13 au 27/01/2020 | 28,0 | 22,0 |
| Moyennes annuelles AIRPARIF année 2019 | 20,2 | 16,0 |
| Moyennes annuelles AIRPARIF année 2018 | 21,0 | 17,0 |

Tableau 17 : Comparaison des concentrations IRIS Conseil et AIRPARIF (source : IRIS conseil)

Ces résultats indiquent que :

Les concentrations mesurées au point 5 (mesure de la pollution de fond) durant notre campagne sont quasi-équivalentes aux mesures d'AIRPARIF (station de Versailles pour le NO₂ et station de Cergy-Pontoise pour les PM10) : nos mesures sont donc fiables ;

Les concentrations relevées sur la quinzaine (13 au 27 janvier) sont supérieures aux concentrations moyennes annuelles de 2019 et 2018 : durant la période hivernale les concentrations des NO₂ et PM10 sont supérieures au reste de l'année liées au chauffage résidentiel et tertiaire.

9 CONCLUSIONS

Cette campagne de mesure a pour but de caractériser la qualité de l'air dans le secteur concerné par l'étude. Si celle-ci représente l'essentiel des mesures qui permettent d'apprécier la qualité de l'air, il faut, cependant garder à l'esprit les contraintes et caractéristiques qui la définissent, notamment la faible durée de la campagne. Il convient de noter par ailleurs que l'exploitation des résultats des mesures est une opération délicate. En effet, les polluants de cette étude, ne sont pas exclusivement la conséquence de l'infrastructure routière.

Les concentrations mesurées en dioxyde d'azote sont toutes inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité.

Les concentrations mesurées en benzène sont aussi toutes inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité.

En ce qui concerne les particules PM10, les résultats des mesures indiquent que deux points de mesures atteignent ou dépassent l'objectif de qualité (niveau assurant une protection efficace de la santé humaine) fixé à 30 µg/m³. En revanche aucun dépassement de la valeur limite (niveau évitant les effets nocifs sur la santé humaine) n'est observé 40 µg/m³.

La comparaison des résultats des mesures (en pollution de fond) aux observations d'AIRPARIF révèle que les concentrations obtenues lors de la campagne de mesures sont quasi-équivalentes.

10 MODÉLISATIONS DES IMPACTS DE LA POLLUTION AIR

10.1 Domaine d'étude

Pour l'étude des impacts sur la pollution de l'air, nous retiendrons le domaine d'étude figurant ci-dessous.

10.2 Réseau routier

Le réseau routier modélisé est celui composé des routes pour lesquels nous disposons des trafics. Les axes routiers modélisés sont présentés ci-dessous en bleu.

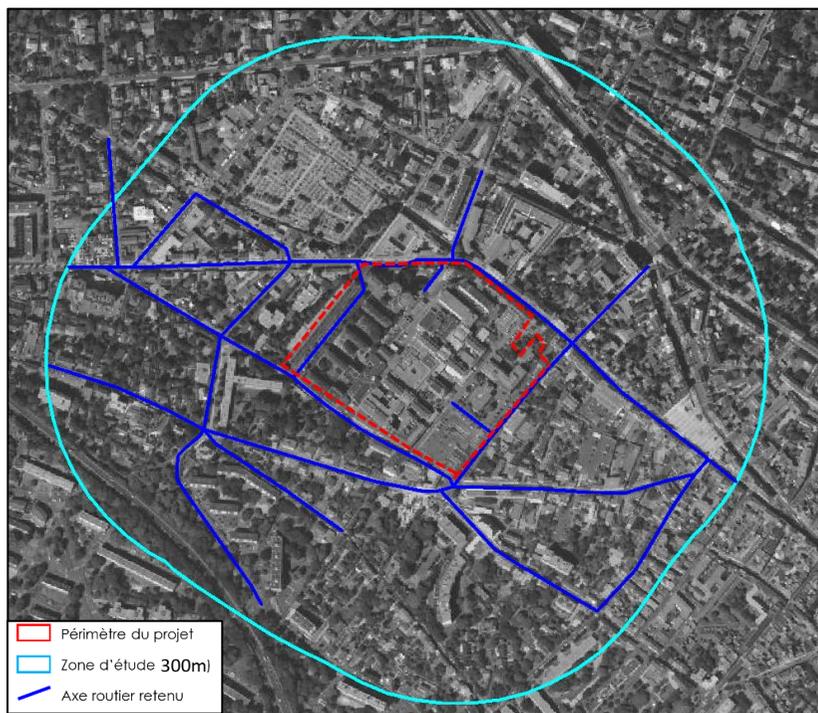


Figure 32 : domaine d'étude et réseau routier modélisé – source IRIS conseil

10.3 Relief

La figure ci-après représente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude.

L'altimétrie du site varie entre 10 et 100 m NGF.

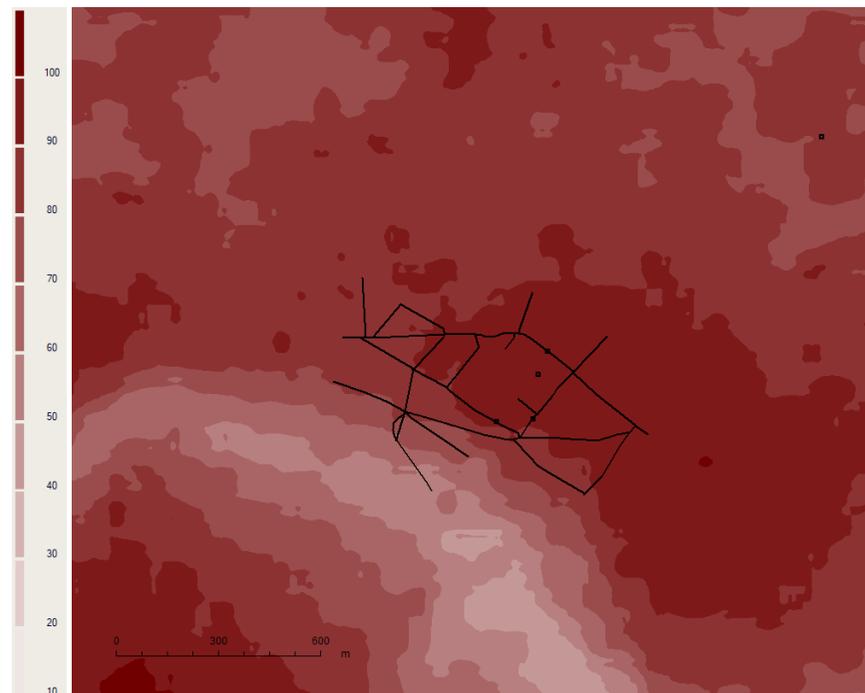


Figure 33 : relief du domaine d'étude – source IRIS conseil

10.4 Description des conditions météorologiques

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont :

- La direction du vent ;
- La vitesse du vent ;
- La température extérieure ;
- La pluviométrie ;
- La stabilité de l'atmosphère.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie).

C'est pourquoi, il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques :

- Suffisamment longues et complètes,
- Représentatives de la climatologie du site.

10.4.1 Données météorologiques du site

Pour les données météorologiques, nous avons fait une analyse de la rose des vents et de la fiche climatologique de la station de trappes (78) pour la période 1991-2010.

Nous avons choisi trois directions de vent les plus dominantes sur le secteur à savoir : **20°, 220° et 280°**.

D'après l'analyse de la fiche climatologique de la station de Trappes pour la période 1981 à 2010, les informations climatologiques sont les suivantes :

- La température moyenne est 11,2°C.
- Une vitesse de vent moyenne de 3 m/s
- Une hauteur de précipitation moyenne de 58 mm

La Figure 34 présente la rose des vents générale pris en compte pour la simulation.

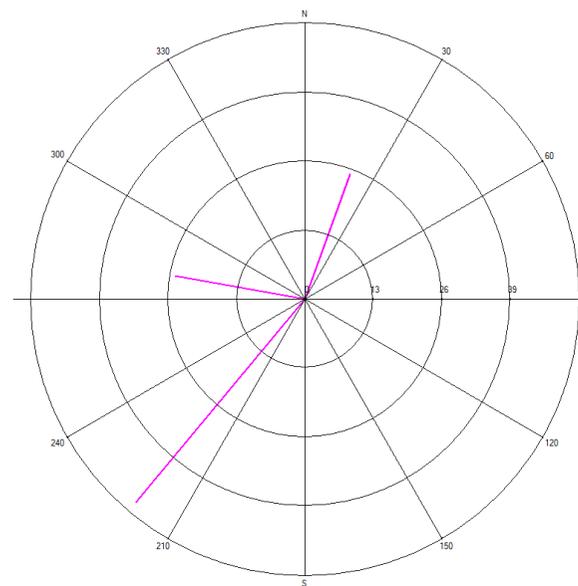


Figure 34 : rose des vents générale– source IRIS conseil

10.5 Les obstacles

Dans cette étude les obstacles pris en compte sont : les Bâtiments.

Les informations concernant les bâtiments sont issues de la BD TOPO® de l'IGN au format shape.

À partir de ces données, un maillage tridimensionnel fin représentant le domaine d'étude et intégrant les obstacles a été réalisé.

La figure suivante présente les obstacles de la zone d'étude tels qu'ils existent actuellement (bâtiments).



Figure 35 : Maquette des obstacles de la zone d'étude– source IRIS conseil

10.6 Détermination du trafic

Les données de trafic utilisées sont issues des modélisations réalisées par IRIS conseil. Quatre scénarios ont été étudiés pour évaluer les impacts liés à divers aménagements.

Dans le cadre de cette étude air et santé relative à la reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye, les situations suivantes sont étudiées :

- Situation actuelle ;
- Situation SANS aménagement du site ;
- Situation APRES aménagement du site ;
- Situation durant la phase CHANTIER ;

Le tableau suivant présente pour chaque scénario le nombre total de kilomètres parcourus par l'ensemble des véhicules sur le réseau routier étudié.

| Scénario | Nombre véh.km/jour | %PL | Variation /actuel (%) | Variation AVEC/SANS (%) |
|---|--------------------|------|-----------------------|-------------------------|
| Situation actuelle en 2020 | 18 220 | 0.9% | | |
| Situation SANS aménagement du site en 2027 | 18 867 | 0.9% | 3.6% | |
| Situation durant la phase CHANTIER en 2025 | 18 085 | 1.3% | -0.7% | |
| Situation APRES aménagement du site en 2027 | 21 818 | 0.9% | 19.7% | 15.6% |

Tableau 18 : nombre de véh.km par jour sur les axes routiers modélisés – source IRIS conseil

D'après les résultats du tableau, nous observons :

Une augmentation du trafic de 3,6% entre la situation actuelle et la situation future sans projet et de 19,7% entre la situation actuelle et la situation future avec le projet.

Un trafic équivalent entre la situation actuelle et la situation future en phase chantier (variation de -0,7%) car en 2025 la partie nord sera livrée et la partie sud en travaux.

Une augmentation du trafic de 16% entre la situation future avec projet et la situation future sans projet.

10.7 Répartition du parc automobile

Pour les calculs d'émissions, il est nécessaire de connaître la répartition du parc roulant automobile sur chacun des brins. La répartition du parc automobile a été déterminée en fonction des deux principales catégories de véhicules :

- Véhicules légers (VP / VUL) ;
- Poids lourds (PL).

Au sein de chacune de ces catégories, plusieurs sous-classes de véhicules sont définies. Ces classes dépendent du type de carburant (essence/diesel) et de la date de mise en service du véhicule par rapport aux normes sur les émissions. Par ailleurs, une répartition par type de voie (urbain, route et autoroute) peut être également appliquée.

La répartition du parc pris en compte dans les calculs est issue d'une recherche IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux).

10.7.1 Définition des facteurs d'émissions unitaires

Les quantités de polluants, exprimées en g/km, rejetées par un véhicule sont appelées "facteur d'émission". Pour la consommation, les données sont fournies

en Tep/km (Tonne Equivalent Pétrole). Les facteurs d'émission proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles.

Ils dépendent :

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

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne (UE) c'est-à-dire ceux du programme COPERT 5. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. En France, son utilisation est par ailleurs préconisée par le CERTU pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

Pour les six horizons 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 introduction dans le parc.

Les données concernant les véhicules sont des paramètres d'entrée liés à la répartition du parc roulant prise en compte.

La distribution du parc et des classes de vitesse a été réalisée de manière à être compatible avec les données du programme de calcul d'émissions COPERT 5.

Pour chacun des parcs, les facteurs d'émissions sont déduits par interpolation linéaire sur les vitesses à partir des émissions calculées pour certaines vitesses à partir des formules polynomiales du programme COPERT 5.

11 CALCUL DES ÉMISSIONS POLLUANTES ET DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Ce paragraphe présente la méthodologie et les résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques et de la consommation énergétique.

11.1 Méthodologie

La note technique du 22 février 2019 prévoit un inventaire des émissions du réseau routier étudié. Les émissions ont été estimées à l'aide du logiciel TREFIC 5. Ce logiciel a été développé par ARIA Technologies. Ce logiciel calcule les émissions de polluants et la consommation énergétique en fonction : du trafic, de la vitesse, des projections IFSTTAR pour le parc roulant (motorisation essence ou diesel, cylindré, renouvellement du parc roulant en fonction des avancées technologiques) et des facteurs d'émissions COPERT 5 de chaque catégorie de véhicule.

COPERT (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport) est une méthodologie européenne permettant le calcul des émissions du transport routier.

La méthodologie utilisée dans cette étude est COPERT 5. C'est la méthodologie en vigueur qui propose des facteurs d'émissions pour les technologies Euro 5 et Euro 6.

Les calculs des émissions de polluants et des consommations énergétiques seront réalisés pour les quatre scénarios suivants :

- Situation actuelle ;
- Situation SANS aménagement du site ;
- Situation APRES aménagement du site ;
- Situation durant la phase CHANTIER ;

La situation en phase chantier correspond à l'année 2025, soit la phase intermédiaire de l'étude trafic. Cette phase a été choisie car c'est celle où les trafics engendrés sont les plus élevés car il y a de manière simultanée :

- Des constructions
- Les programmes nord qui ont déjà été livrés et qui génèrent donc des flux

11.2 Bilan des émissions trafic sur le domaine d'étude

Le bilan des émissions de polluants sur le domaine d'étude sont présentés dans le tableau et les graphiques suivants, pour les quatre scénarios étudiés.

| Résultats des émissions | Situation actuelle en 2020 | Phase chantier 2025 | Situation sans projet en 2027 | Situation avec projet en 2027 | Phase chantier / Situation actuelle (%) | Situation sans projet / Situation actuelle (%) | Situation avec projet / Situation actuelle (%) | Situation avec projet / Situation sans projet (%) |
|-------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|--|---|
| NOx (kg/j) | 6.2 | 4.6 | 4.2 | 4.9 | -25% | -32% | -21% | +16% |
| PM10 (kg/j) | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | -10% | -10% | 0% | +16% |
| PM2,5 (kg/j) | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | -16% | -17% | 0% | +16% |
| CO (kg/j) | 7.2 | 4.3 | 4.1 | 4.8 | -40% | -43% | -33% | +16% |
| COVNM (kg/j) | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -65% | -72% | -75% | +16% |
| Benzène (g/j) | 15.4 | 5.6 | 4.7 | 5.4 | -63% | -70% | -65% | +16% |
| SO ₂ (g/j) | 71.4 | 69.5 | 69.4 | 80.2 | -3% | -3% | 12% | +16% |
| Arsenic (mg/j) | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | -2% | -2% | 0% | +16% |
| Nickel (mg/j) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.3 | -3% | -3% | 15% | +16% |
| Benzo(a)pyrène (mg/j) | 18.9 | 15.7 | 15.2 | 17.6 | -17% | -19% | -7% | +16% |

Tableau 19 : résultats des émissions – source IRIS conseil

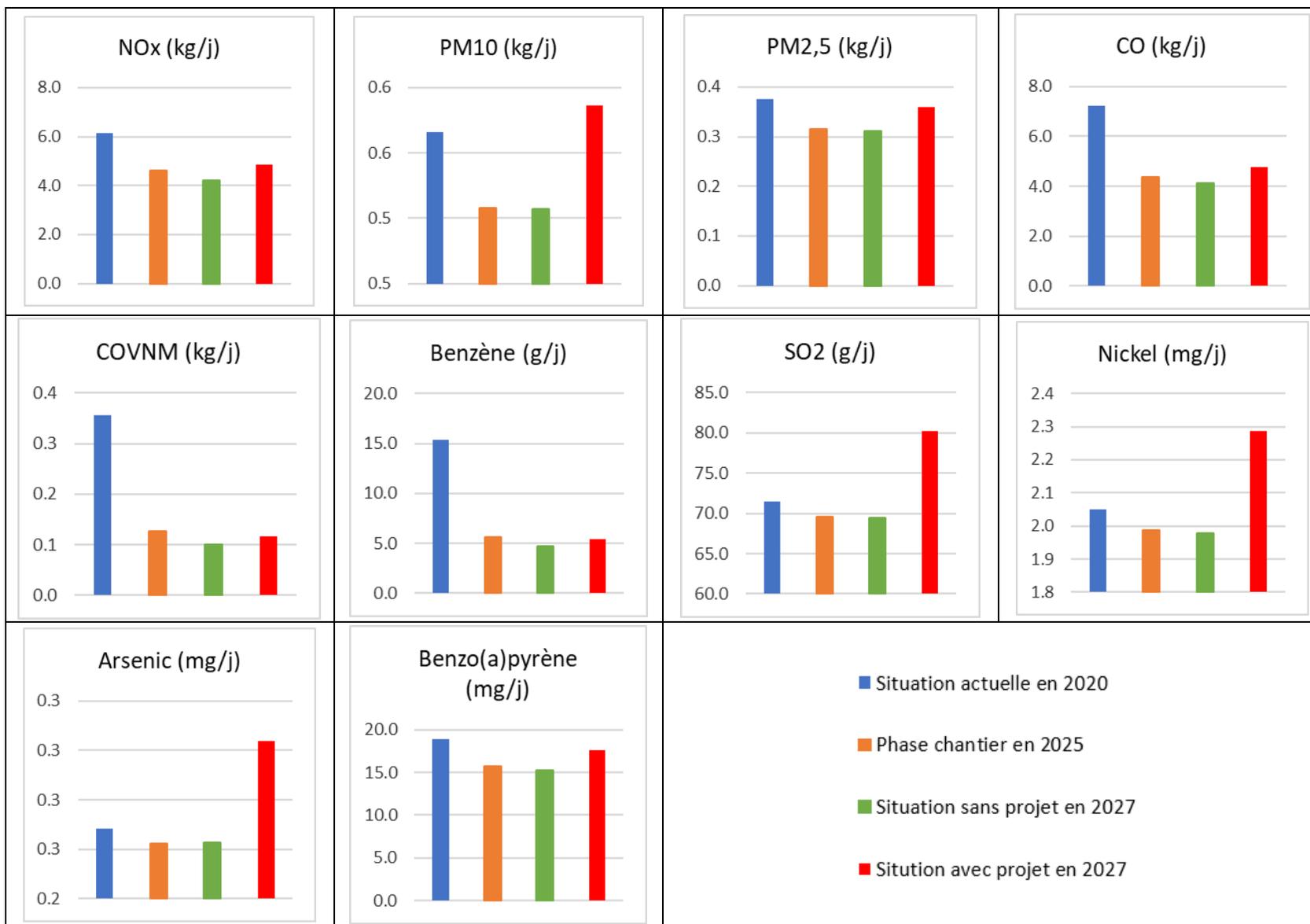
D'après les résultats du tableau nous observons :

- Une diminution des émissions pour tous les polluants entre la situation actuelle en 2020 et la situation future phase chantier en 2025
- Une diminution des émissions pour tous les polluants entre la situation actuelle en 2020 et la situation future sans projet en 2027.
- Une diminution des émissions pour la plupart des polluants entre la situation actuelle en 2020 et la situation future avec projet en 2027.

Ces diminutions sont liées à l'amélioration du parc automobile à l'horizon 2025 et l'horizon 2027 par rapport à l'horizon 2020.

Une forte baisse des émissions de polluants est observée pour : le monoxyde de carbone CO, benzène et COV. Cette diminution s'explique du fait que ces polluants seront plus réglementés dans le futur, car ils sont dangereux pour la santé (COV et benzène). Le monoxyde de carbone est le produit d'une mauvaise combustion, sa réduction dans le futur sera liée à l'amélioration de la combustion dans les moteurs : les moteurs seront plus performants grâce aux améliorations technologiques des motoristes.

Nous observons également une augmentation des émissions de polluants de 16% entre la situation future avec projet en 2027 par rapport à la situation future sans projet en 2027, cette augmentation est cohérente avec l'augmentation du nombre de véhicule sur le domaine d'étude entre ces deux scénarios (+16%).



11.2.1 Bilan de la consommation de carburant et des émissions de CO₂ sur le domaine d'étude

Le tableau suivant présente les résultats de la consommation de carburant et des émissions de dioxyde de carbone CO₂ journalière sur le domaine d'étude. La consommation de carburant est exprimée en tonnes équivalent pétrole (TEP), et les émissions de CO₂ en tonnes.

| | Situation actuelle en 2020 | Phase chantier en 2025 | Situation sans projet en 2027 | Situation avec projet en 2027 | Phase chantier / Situation actuelle (%) | Situation sans projet / Situation actuelle (%) | Situation avec projet / Situation sans projet (%) |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|---|
| CO ₂ (t/j) | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 3.4 | 0% | 1% | 16% |
| Consommation de carburant (tep/j) | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 0% | 1% | 16% |

Tableau 20 : résultats de la consommation de carburant et émissions de CO₂ – source IRIS conseil

Ce même bilan est présenté de façon graphique ci-dessous.

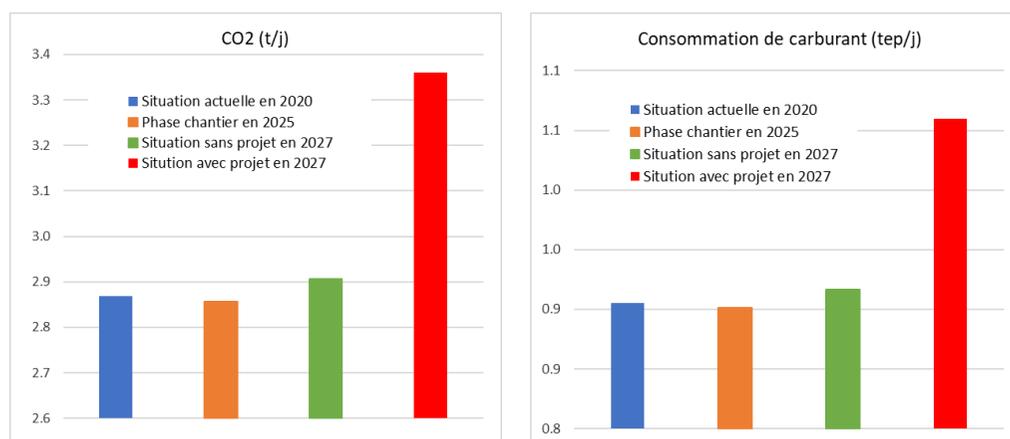


Figure 36 : résultats de la consommation de carburant et émissions de CO₂ – source IRIS conseil

D'après les résultats du tableau nous observons :

- La consommation énergétique et les émissions de CO₂ sont équivalentes entre la situation actuelle, la situation future en phase chantier et la situation future sans projet car la variation de trafic entre ces scénarios est très faible.
- Une augmentation de la consommation énergétique et donc des émissions de CO₂ en situation future avec projet par rapport à la situation future sans projet car ces dernières sont directement liées au nombre de véhicules sur la zone d'étude qui est plus importante en situation avec projet (16%).

12 CALCULS DES COÛTS COLLECTIFS

12.1 Méthodologie

Les émissions de polluants atmosphériques issues du trafic routier sont à l'origine d'effets variés. Les études distinguent principalement les effets sanitaires de l'impact sur les bâtiments et des atteintes à la végétation.

Les connaissances ont profondément évolué depuis quelques années, tant en ce qui concerne les études épidémiologiques que la dispersion. Les études réalisées ont, ainsi, mis en évidence, depuis les travaux de Dockery et Pope, l'impact des effets de la pollution atmosphérique à long terme. Il en résulte que les coûts sanitaires de la pollution, toutes choses égales par ailleurs, devront désormais être évalués avec des montants plus élevés qu'au début des années 1990 ou 2000.

L'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport a défini un cadre général pour l'évaluation socio-économique des grands projets d'infrastructures de transport. Ce document propose l'utilisation de nouvelles valeurs de référence pour le calcul des indicateurs socio-économiques dont :

- La monétarisation de la pollution de l'air
- La monétarisation des émissions de gaz à effet de serre.

En termes de quantification, les effets sur la santé de la pollution de l'air dépendent de la concentration en polluants et de la densité de la population dans les zones polluées. Ceci conduit à retenir des valeurs unitaires différentes pour la valorisation des coûts de pollution selon le milieu traversé par le projet.

Nota Bene : depuis la publication de l'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014, les valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique font l'objet de mise à jour périodiquement en fonction des évolutions des connaissances.

Pour les calculs ci-après, les valeurs de références en vigueur depuis le 3 mai 2019 sont utilisées. Ces valeurs de références sont exposées dans les tableaux ci-contre et ci-après.

12.2 Valeurs de référence

12.2.1 Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à la pollution de l'air

Les valeurs de la pollution atmosphérique pour le mode routier sont données dans le tableau ci-dessous et sont exprimées en €₂₀₁₀ pour 100 véhicules et par km (€₂₀₁₀/100véh.km) :

| € ₂₀₁₀ /100 véh.km | Urbain très dense | Urbain dense | Urbain | Urbain diffus | Interurbain |
|-------------------------------|-------------------|--------------|--------|---------------|-------------|
| VP | 11,6 | 3,2 | 1,3 | 1,1 | 0,8 |
| VP diesel | 14,2 | 3,9 | 1,6 | 1,3 | 1 |
| VP essence | 4,4 | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| VP GPL | 3,7 | 1 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |
| VUL | 19,8 | 5,6 | 2,4 | 2 | 1,7 |
| VU diesel | 20,2 | 5,7 | 2,5 | 2 | 1,8 |
| VU essence | 6,3 | 1,8 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| PL diesel | 133 | 26,2 | 12,4 | 6,6 | 4,4 |
| Deux roues | 6,7 | 1,9 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Bus | 83,7 | 16,9 | 8,3 | 4,5 | 3,1 |

Tableau 22 : Coût de pollution atmosphérique en €/100 véh.km pour le mode routier

Le choix du milieu traversé est fonction de la densité de population du site à l'étude. Le tableau ci-dessous donne la correspondance entre type de milieu et densité de population.

| € ₂₀₁₀ /100 véh.km | Urbain très dense | Urbain dense | Urbain | Urbain diffus | Interurbain |
|--|-------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Fourchette (hab/km ²) | > 4 500 | 1 500 – 4 500 | 450 – 1 500 | 37 - 450 | < 37 |
| Densité moyenne (hab/km ²) | 6 750 | 2 250 | 750 | 250 | 25 |

Tableau 23 : Densité de population des zones traversées par l'infrastructure

Dans le cas de la présente étude, la densité de population du secteur est supérieure à 4 500 hab/km² : la zone d'étude est donc de type urbain très dense.

Dans ce cas, les coefficients pris en compte pour le calcul des coûts liés à la pollution de l'air sont :

Pour les VP : 11,6 €/100 véh.km

Pour les PL : 133 €/100 véh.km

12.2.2 Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à l'effet de serre additionnel

Les coûts liés à l'effet de serre sont fonction du coût de la tonne de CO₂. Ces coûts sont présentés dans le tableau suivant :

| Prix de la tonne de carbone en € ₂₀₁₀ | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|
| 2018 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
| 54 € | 87 € | 250 € | 500 € | 775 € |

Tableau 24 : Coût de l'effet de serre en €/tonne de carbone

Pour la situation actuelle, 2020, nous retiendrons le prix de : 87 € la tonne de carbone.

Pour l'année 2025 et 2027, nous retiendrons le prix de l'année 2030 : 250 € la tonne de carbone.

12.3 Application au projet

12.3.1 Calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air

Le calcul du coût des nuisances liées à la pollution de l'air, du fait de la réalisation du projet, est présenté dans le tableau suivant :

| Scénarios | Coût VL en €/jour | Coût PL en €/jour | Coût TOTAL en €/jour | Variation/actuel en €/jour | Variation avec et sans projet en €/jour |
|---|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|---|
| Situation actuelle en 2020 | 2 095 | 211 | 2 306 | | |
| Situation SANS aménagement du site en 2027 | 2 170 | 219 | 2 388 | 3.6% | |
| Situation durant la phase CHANTIER en 2025 | 2 070 | 318 | 2 388 | 3.6% | |
| Situation APRES aménagement du site en 2027 | 2 509 | 254 | 2 763 | 19.8% | 15.7% |

Tableau 25 : Coûts collectifs liés à la pollution de l'air sur la zone d'étude en €/jour (source : IRIS conseil)

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique augmentent entre la situation actuelle et les situations futures (chantier en 2025, avec et sans projet en 2027). Cette augmentation est due à la hausse du trafic dans la zone d'étude.

La variation entre le scénario SANS projet et le scénario AVEC projet est liée à l'augmentation du trafic entre ces deux scénarios (15,7%)

De même à l'horizon 2027, les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel augmentent entre la situation avec et sans le projet car le trafic augmente entre ces deux scénarios.

12.3.2 Calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel

Le calcul du coût des nuisances liées à l'effet de serre additionnel, du fait de la réalisation du projet, est présenté dans le tableau suivant :

| Scénarios | Coût €/jour | Variation/actuel | Variation avec /sans |
|---|-------------|------------------|----------------------|
| Situation actuelle en 2020 | 250 | | |
| Situation SANS aménagement du site en 2027 | 714 | 465 | |
| Situation durant la phase CHANTIER en 2025 | 726 | 477 | |
| Situation APRES aménagement du site en 2027 | 840 | 590 | 113 |

Tableau 26 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel sur la zone d'étude en €/jour

Les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel augmentent fortement entre la situation actuelle et les situations futures (chantier en 2025, avec et sans projet en 2027) du fait de la hausse du prix du CO₂ à l'horizon futur.

13 MODÉLISATION DE LA DISPERSION DES POLLUANTS DANS L'ATMOSPHÈRE

Une modélisation de la dispersion des effluents émis par les véhicules circulant sur le domaine d'étude a été réalisée avec le modèle de dispersion ARIA IMPACT 3D, afin d'évaluer les concentrations moyennes annuelles dans l'air en situation actuelle.

13.1 Présentation du modèle de dispersion

Pour étudier la dispersion de rejets liés au trafic automobile dans des conditions où la modélisation gaussienne n'est pas suffisante (notamment en présence d'obstacles), nous mettons en œuvre le modèle MSS. Il est fondé sur des moteurs de calcul lagrangien à vocation généraliste et utilisé dans des applications civiles et militaires. Il est utilisé par plusieurs bureaux d'études en France ainsi que par le CEA-DAM, Thalès, la COGEMA, SAIC (pour l'armée américaine des Etats-Unis).

Deux mécanismes sont prépondérants dans la dispersion des polluants atmosphériques :

- Le transport du polluant par le vent ;
- La diffusion du polluant par la turbulence.

Pour simuler le transport et la diffusion des polluants, le logiciel ARIA IMPACT 3D a été utilisé. Ce dernier met en œuvre, entre autres, deux modèles numériques complémentaires prenant notamment en compte l'influence du relief et des bâtiments, et constituant la chaîne MSS :

Micro SWIFT : modèle de calcul de champs tridimensionnels de vent et de température prenant notamment en compte l'influence du relief, de l'occupation des sols et des bâtiments. Il a été validé sur de nombreuses campagnes de mesures réalisées notamment par le US Department of Defence (Defence and Threat Response Agency) ainsi que sur des mesures en soufflerie atmosphérique ;

Micro-SPRAY : modèle lagrangien à particules tridimensionnel permettant de calculer la dispersion de polluant à partir du champ de vent tridimensionnel calculé par Micro SWIFT, en utilisant un grand nombre de particules virtuelles.

L'acronyme MSS (Micro SWIFT SPRAY) désigne l'emploi de cette séquence de modèles.

ARIA Impact 3D permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques à partir des résultats de MSS. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site.

Le schéma ci-dessous présente la méthodologie mise en œuvre dans cette étude.

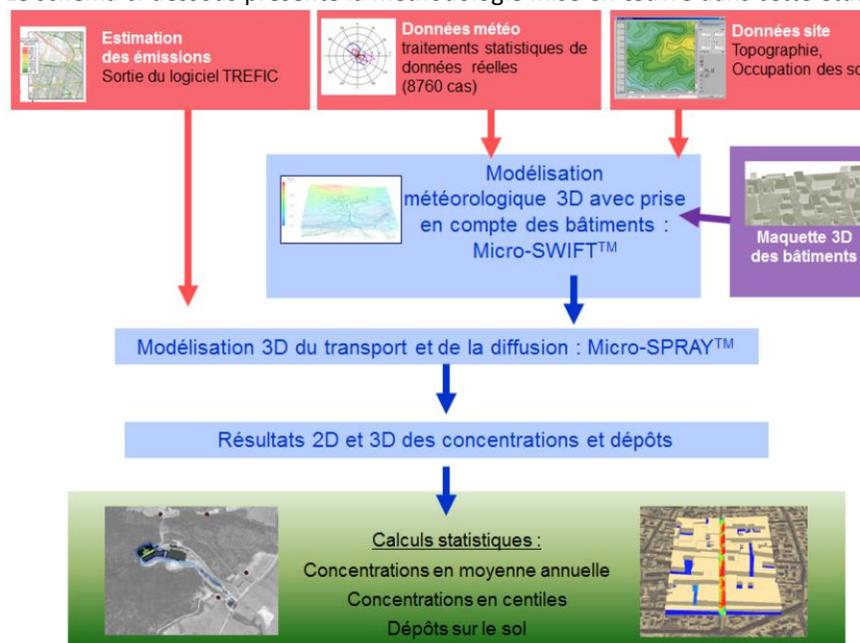


Figure 38 : Méthodologie pour le calcul des concentrations – source IRIS conseil

13.2 Paramétrages du modèle

Les hypothèses retenues pour les simulations sont les suivantes :

- Une prise en compte de la topographie au pas de 30 m sur la zone d'étude ;
- Les émissions calculées en considérant l'étude trafic réalisés par Iris conseil ;
- Les émissions de la chaufferie de l'hôpital ;
- La prise en compte des obstacles sur le site d'étude (bâtiment) ;
- Les données météorologiques de la station de Trappes pour la période 1991-2010.
- Prise en compte de la pollution de fond

13.3 Caractéristiques des polluants

Le tableau suivant résume les caractéristiques des polluants utilisés dans le cadre de cette étude.

| N° | Polluants | Phase du polluant | Diamètre des particules (µm) | Vitesse de dépôt (cm/s) |
|----|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 | Particules PM10 | Particules | 10 | 1,3 |
| 2 | Particules PM2,5 | Particules | 2,5 | 0,6 |
| 3 | Dioxyde d'azote NO ₂ | Gaz | - | - |
| 4 | Dioxyde de soufre SO ₂ | Gaz | - | 0,6 |
| 5 | 1_3_butadiène | Gaz | - | - |
| 6 | Benzo(a)pyrène BaP | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 7 | Arsenic As | Particules | 5 | 0,22 |
| 8 | Chrome Cr | Particules | 5 | 0,5 |
| 9 | Nickel Ni | Particules | 5 | 0,45 |
| 10 | Benzène | Gaz | - | - |
| 11 | Monoxyde de carbone CO | Gaz | - | - |
| 12 | COVNM | Gaz | - | - |
| 13 | Acénaphthène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 14 | Acénaphthylène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 15 | Anthracène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 16 | Benzo[a]anthracène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 17 | Benzo[b]fluoranthène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 18 | Benzo[k]fluoranthène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 19 | Benzo[ghi]pérylène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 20 | Chrysène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 21 | Dibenzo[ah]anthracène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 22 | Fluorène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 23 | Fluoranthène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 24 | Indéno[123-cd]pyrène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 25 | Phénanthrène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 26 | Pyrène | Particules | 1,3 | 0,05 |
| 27 | Benzo[j]fluoranthène | Particules | 1,3 | 0,05 |

Tableau 27 : caractéristiques des polluants étudiées - source : IRIS conseil

Les résultats des simulations seront exprimés en concentration moyenne annuelle pour tous les polluants.

13.4 Pollution de fond retenue pour chaque polluant étudié

Les concentrations en pollution de fond retenues pour la modélisation des trois scénarios sont les suivantes :

| Polluants | Concentration en pollution de fond | unité | Source |
|-------------------|------------------------------------|-------------------|--|
| CO | 300 | µg/m ³ | AIRPARIF – Moyenne Ile-de-France |
| NO ₂ | 21 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Versailles |
| COV | 11 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Paris 4ème |
| SO ₂ | 1 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| PM10 | 17 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Cergy-Pontoise |
| PM2,5 | 11 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Rambouillet |
| 1_3_butadiene | 0.09 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Paris 4ème |
| Benzène | 0.9 | µg/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Chrome | 0.006 | µg/m ³ | CERTU – Fourchettes de concentration de polluants dans l'air en fonction des typologies de sites |
| Nickel | 1.01 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Paris 18ème |
| Arsenic | 0.32 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Paris 18ème |
| Acénaphthylène | 0 | ng/m ³ | Non mesuré |
| Acénaphthène | 0 | ng/m ³ | Non mesuré |
| Anthracène | 0 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Benzo_a_anthracen | 0.1 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Benzo_a_pyrene | 0.13 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Benzo_b_fluoranth | 0.22 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Benzo_ghi_perylen | 0.19 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Benzo_j_fluoranth | 0.12 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Benzo_k_fluoranth | 0.09 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Chrysene | 0 | ng/m ³ | Non mesuré |
| Dibenzo_ah_anthra | 0.02 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Fluoranthène | 0 | ng/m ³ | Non mesuré |
| Fluorene | 0 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Indeno_1_2_3_cd_p | 0.16 | ng/m ³ | AIRPARIF – Station Gennevilliers |
| Phénanthrène | 0 | ng/m ³ | Non mesuré |
| Pyrène | 0 | ng/m ³ | Non mesuré |

Tableau 28 : concentration de la pollution de fond

13.5 Résultats des simulations

Les résultats sont présentés sous la forme suivante :

- Cartes des concentrations en moyenne annuelle pour le NO₂ et les particules PM10 et PM2,5.
- Tableaux des concentrations moyennes maximales sur la bande d'étude et sur le site sensible le plus impacté.

Les concentrations en pollution de fond ont été intégrées au modèle ; ces concentrations sont définies au chapitre ci-dessus.

Les concentrations des polluants sur le périmètre du projet sont la somme des concentrations de la pollution de fond et celles émanant des axes routiers.

Pour le scénario actuel en 2020 et futur sans projet en 2027, nous ajoutant les concentrations des polluants émis par la chaufferie de l'hôpital à savoir : NO₂, PM10, COV, CO et SO₂.

En général, les cartographies des polluants sont similaires en termes de zones impactées. Les cartes mettent en évidence des concentrations en polluants plus élevées aux abords des rues : Desoyer, Boucher de Perthes, Gabrielle de Mortillet, rue Armagis, rue d'Alger et rue Raymond Vidal.

Nous remarquons également que :

Pour le NO₂, les seuils réglementaires à savoir la valeur limite et l'objectif de qualité (40 µg/m³) sont dépassés pour les quatre scénarios au niveau des axes à forte circulation.

Pour les particules PM10, les seuils réglementaires ne sont jamais dépassés pour les quatre scénarios (valeur limite 40 µg/m³ et objectif de qualité 30 µg/m³)

Pour les PM2,5, la valeur limite de 25 µg/m³ n'est jamais dépassée. L'objectif de qualité de 10µg/m³ quant à lui est dépassé pour les quatre scénarios, ce dépassement est lié à la pollution de fond qui est de 11 µg/m³.

La comparaison entre la situation actuelle et les situations futures montre une diminution des concentrations moyennes annuelles. Cette diminution est liée d'une part :

-À l'amélioration du parc automobile à l'horizon futur : les véhicules de demain seront plus propres qu'aujourd'hui.

-À la suppression de la chaufferie de l'hôpital (uniquement en phase chantier et en situation future avec projet).

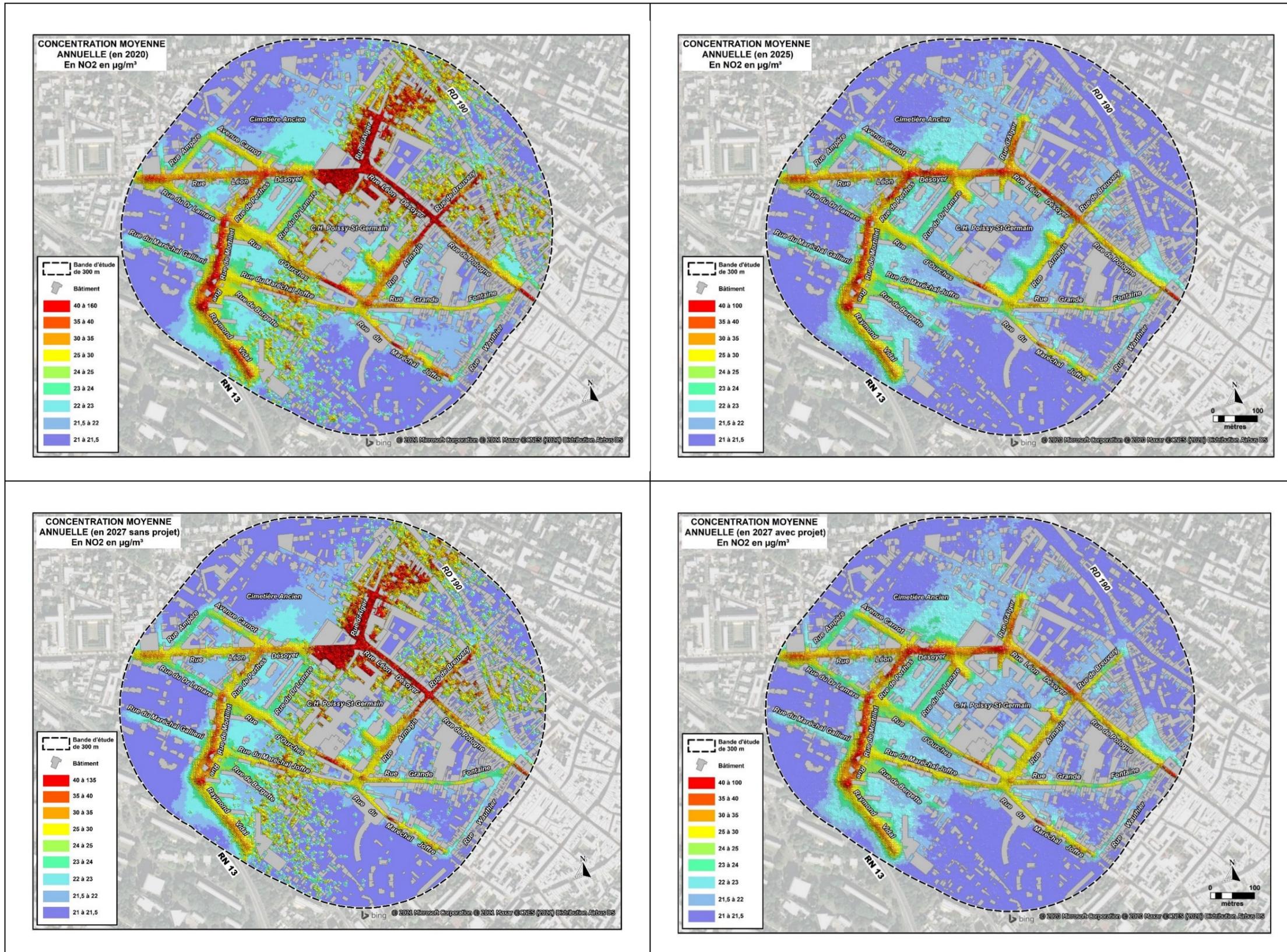
La comparaison entre la situation future avec et sans projet à même horizon montre une augmentation des concentrations moyennes annuelles en polluant (PM10 et PM2,5) en situation future avec projet. Cette augmentation est liée au trafic qui est plus important en situation future avec projet.

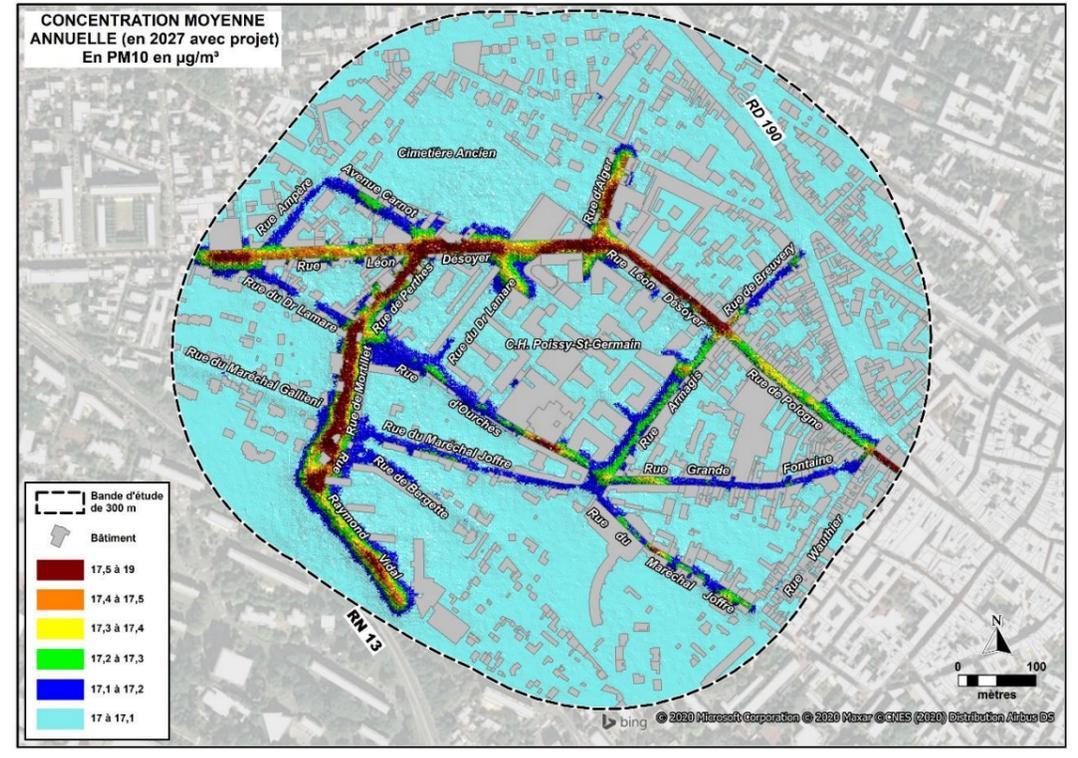
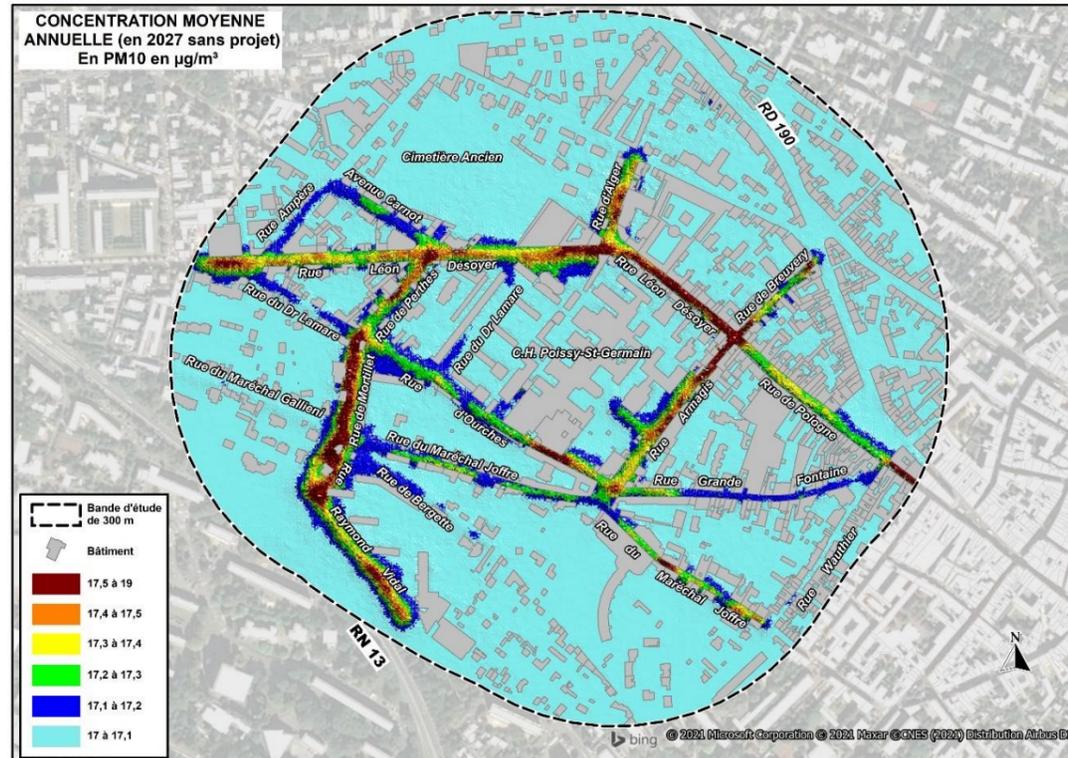
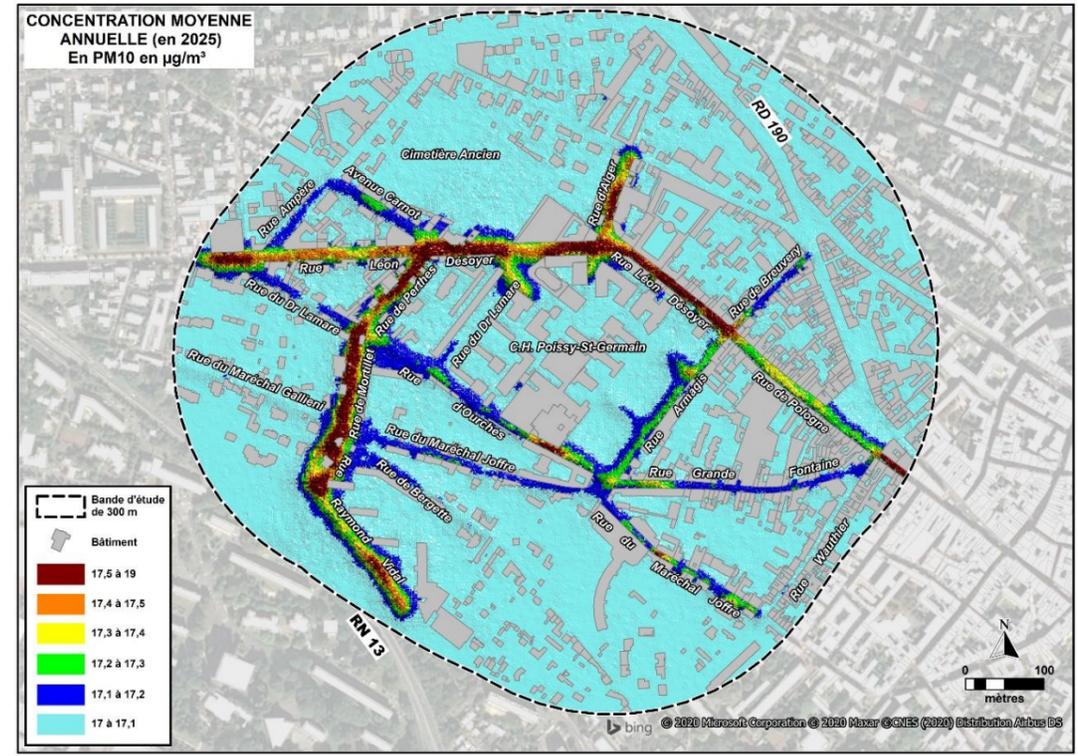
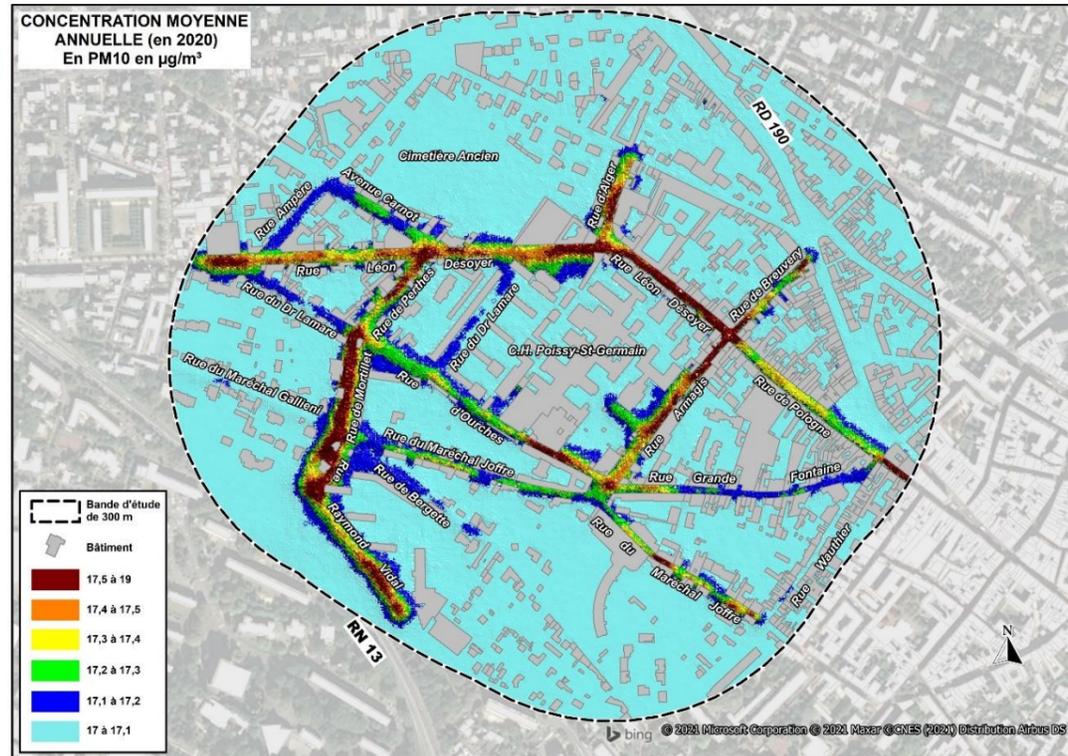
Cependant, certains axes comme rue Armagis et rue d'Ourches vont voir leurs concentrations diminuées. Cette diminution est liée à la modification du plan de circulation en phase exploitation.

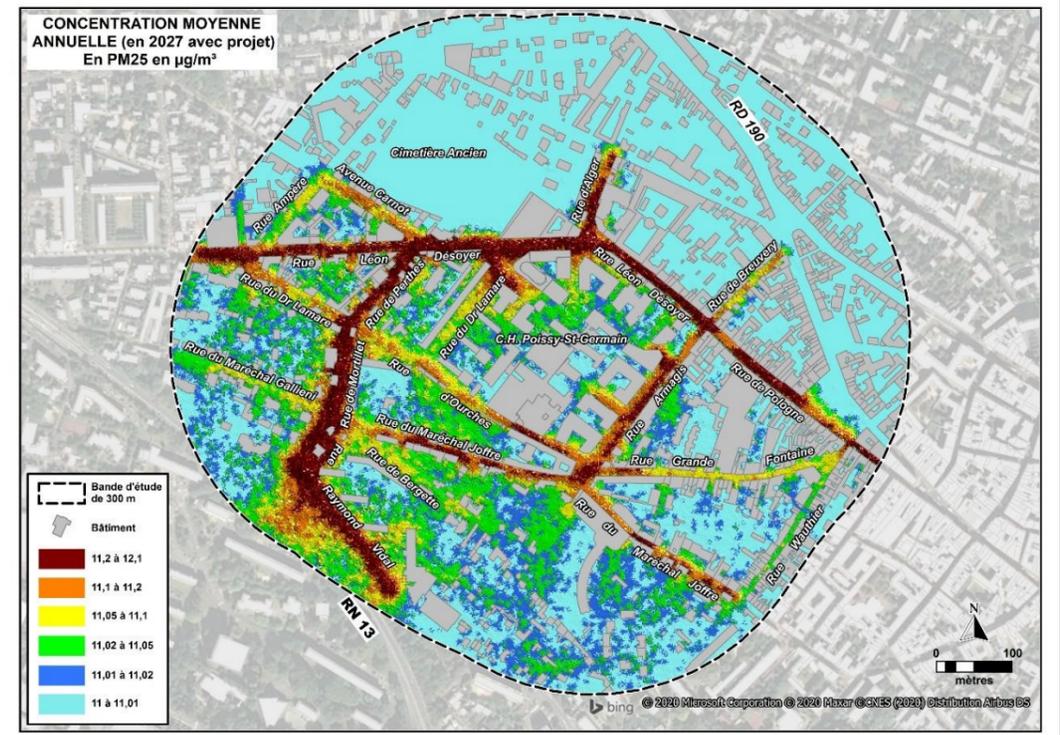
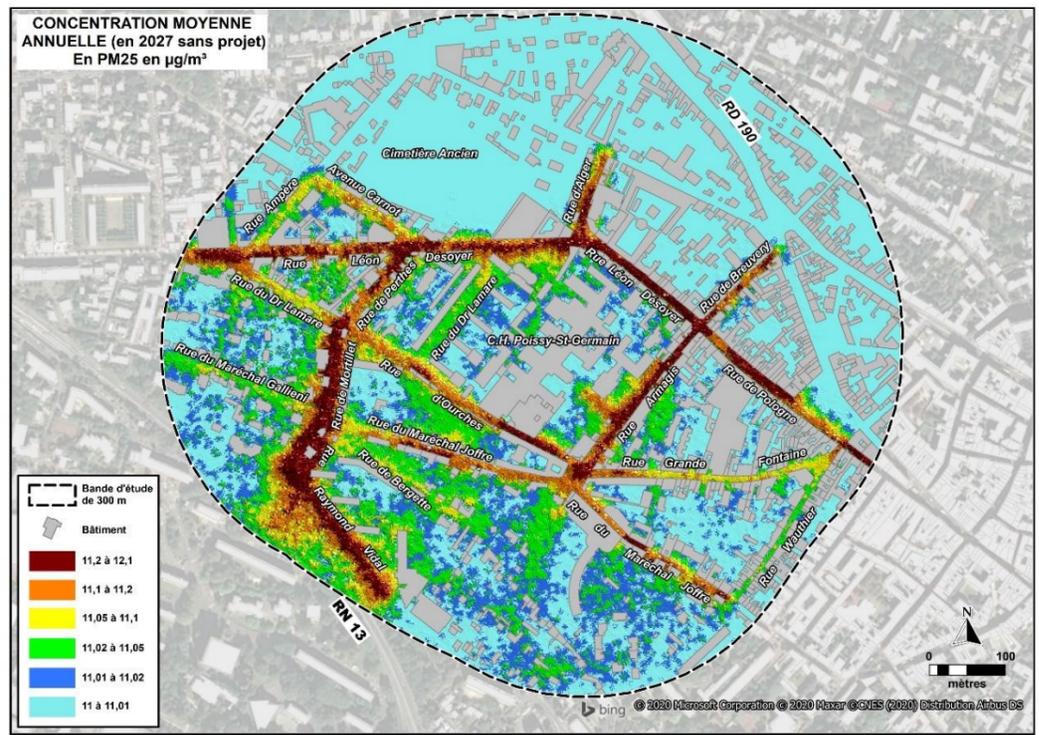
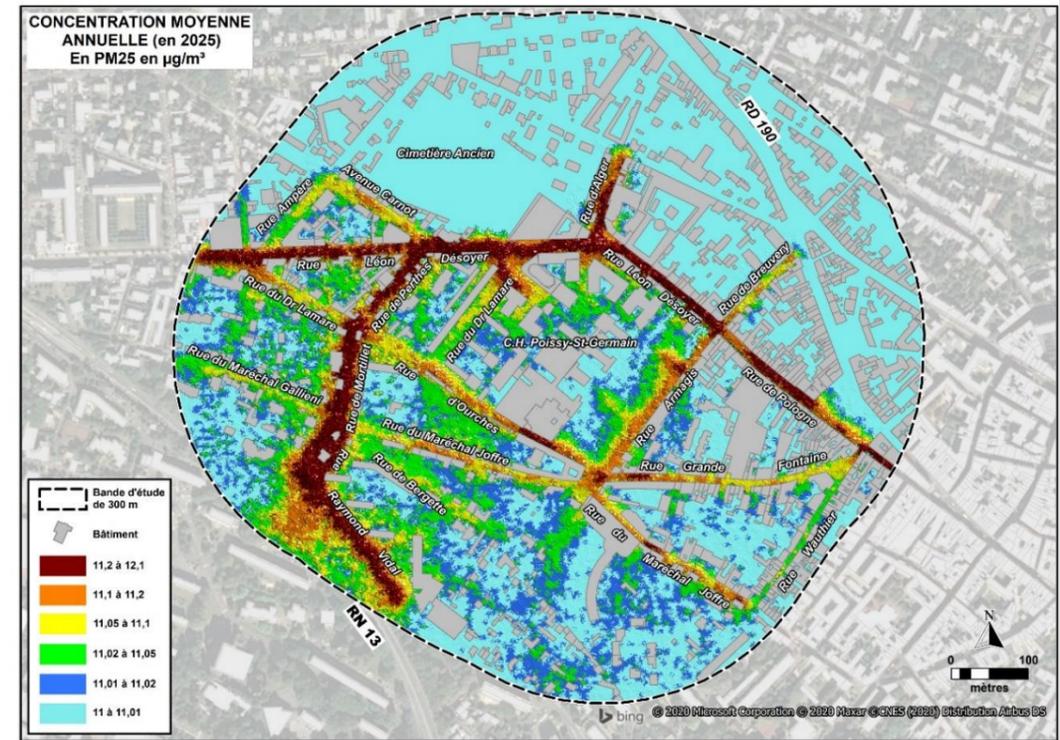
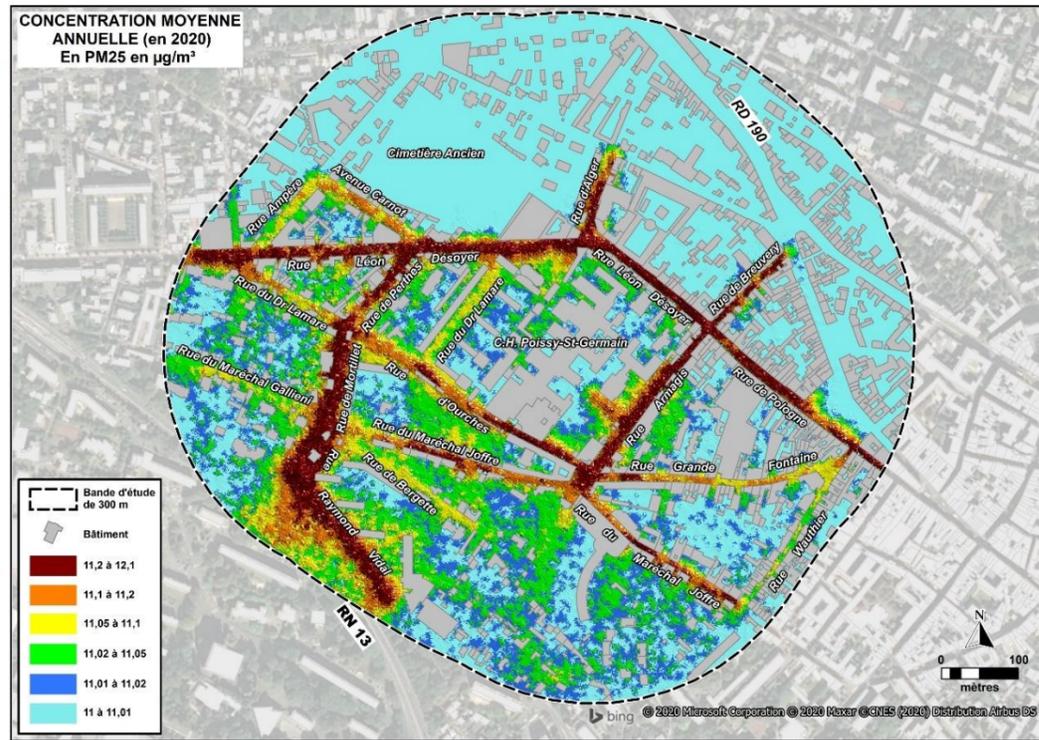
Pour le NO₂, les concentrations moyennes annuelles sont en baisses en situation future avec projet par rapport à la situation future sans

projet. Cette baisse s'explique par la suppression de la chaufferie de l'hôpital qui est une source d'émission des NO_x.

De manière globale, les scénarii futurs sont moins impactant que le scénario ACTUEL.







Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des concentrations au niveau du site sensible le plus impacté (clinique de St-Germain), les concentrations maximales sur la bande d'étude.

| Polluants | Unités | Concentrations sur le site le plus impacté (clinique de St-Germain) | | | | | | Concentrations maximales sur la bande d'étude | | | | | | Seuils réglementaires | |
|-----------------------------------|--------|---|------------------|------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|------------------|------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | ACTUEL 2020 | SANS PROJET 2027 | AVEC PROJET 2027 | Phase chantier 2025 | Variation chantier 2025/actuel 2020 | Variation 2027 avec/2027sans | ACTUEL 2020 | SANS PROJET 2027 | AVEC PROJET 2027 | Phase chantier 2025 | Variation chantier 2025/actuel 2020 | Variation 2027 avec/2027sans | Valeur limite | Objectif de qualité |
| Particules PM10 | µg/m³ | 1.79E+01 | 1.78E+01 | 1.75E+01 | 1.76E+01 | -1.7% | -1.5% | 1.85E+01 | 1.84E+01 | 1.85E+01 | 1.83E+01 | -1.0% | 0.5% | 40 | 30 |
| Particules PM2,5 | µg/m³ | 1.17E+01 | 1.15E+01 | 1.15E+01 | 1.15E+01 | -1.1% | 0.5% | 1.21E+01 | 1.19E+01 | 1.20E+01 | 1.20E+01 | -1.0% | 0.5% | 25 | 10 |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | µg/m³ | 5.34E+01 | 4.45E+01 | 3.54E+01 | 3.83E+01 | -28.1% | -20.3% | 1.59E+02 | 1.34E+02 | 5.75E+01 | 5.77E+01 | -63.8% | -57.2% | 40 | 40 |
| Dioxyde de soufre SO ₂ | µg/m³ | 1.17E+00 | 1.45E+00 | 1.08E+00 | 1.09E+00 | -7.0% | -25.6% | 3.34E+01 | 2.95E+01 | 1.22E+00 | 1.20E+00 | -96.4% | -95.9% | - | 50 |
| 1_3_butadiène | µg/m³ | 9.66E-02 | 9.22E-02 | 9.14E-02 | 9.22E-02 | -4.5% | -0.9% | 1.00E-01 | 9.32E-02 | 9.35E-02 | 9.41E-02 | -5.9% | 0.3% | - | - |
| Benzo(a)pyrène BaP | µg/m³ | 1.68E-04 | 1.60E-04 | 1.50E-04 | 1.52E-04 | -9.6% | -6.5% | 1.86E-04 | 1.77E-04 | 1.82E-04 | 1.77E-04 | -5.0% | 3.1% | 1 | - |
| Arsenic As | µg/m³ | 3.21E-04 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 0.0% | -0.1% | 3.21E-04 | 3.21E-04 | 3.21E-04 | 3.21E-04 | 0.0% | 0.0% | 6 | - |
| Chrome Cr | µg/m³ | 1.80E-05 | 1.67E-05 | 1.30E-05 | 1.36E-05 | -24.6% | -22.1% | 1.73E-05 | 2.30E-05 | 2.48E-05 | 2.22E-05 | 28.1% | 8.0% | - | - |
| Nickel Ni | µg/m³ | 1.01E-03 | 1.01E-03 | 1.01E-03 | 1.01E-03 | -0.1% | -0.1% | 1.02E-03 | 1.02E-03 | 1.02E-03 | 1.02E-03 | 0.0% | 0.1% | 20 | - |
| Benzène | µg/m³ | 9.31E-01 | 9.10E-01 | 9.06E-01 | 9.08E-01 | -2.5% | -0.4% | 9.48E-01 | 9.14E-01 | 9.16E-01 | 9.18E-01 | -3.2% | 0.2% | 5 | 2 |
| Monoxyde de carbone CO | µg/m³ | 3.15E+02 | 3.06E+02 | 3.05E+02 | 3.06E+02 | -2.7% | -0.1% | 3.48E+02 | 3.37E+02 | 3.14E+02 | 3.14E+02 | -9.8% | -6.9% | - | - |
| COVNM | µg/m³ | 1.21E+01 | 1.12E+01 | 1.11E+01 | 1.12E+01 | -7.5% | -0.6% | 1.21E+01 | 1.13E+01 | 1.13E+01 | 1.14E+01 | -6.0% | 0.2% | - | - |
| Acénaphthène | µg/m³ | 6.18E-04 | 4.13E-04 | 2.75E-04 | 3.11E-04 | -49.7% | -33.5% | 9.49E-04 | 6.09E-04 | 6.79E-04 | 7.00E-04 | -26.3% | 11.6% | - | - |
| Acénaphthylène | µg/m³ | 4.60E-04 | 3.10E-04 | 2.05E-04 | 2.33E-04 | -49.4% | -34.1% | 7.00E-04 | 4.79E-04 | 5.48E-04 | 5.19E-04 | -25.9% | 14.4% | - | - |
| Anthracène | µg/m³ | 9.08E-05 | 1.06E-04 | 6.99E-05 | 7.31E-05 | -19.5% | -34.3% | 1.34E-04 | 1.55E-04 | 1.76E-04 | 1.54E-04 | 14.7% | 13.9% | - | - |
| Benzo[a]anthracène | µg/m³ | 1.65E-04 | 1.52E-04 | 1.33E-04 | 1.37E-04 | -16.8% | -12.2% | 1.98E-04 | 1.78E-04 | 1.89E-04 | 1.83E-04 | -7.7% | 6.1% | - | - |
| Benzo[b]fluoranthène | µg/m³ | 2.66E-04 | 2.58E-04 | 2.46E-04 | 2.49E-04 | -6.3% | -4.9% | 2.89E-04 | 2.80E-04 | 2.84E-04 | 2.80E-04 | -3.0% | 1.5% | - | - |
| Benzo[k]fluoranthène | µg/m³ | 1.24E-04 | 1.18E-04 | 1.08E-04 | 1.12E-04 | -9.9% | -8.0% | 1.43E-04 | 1.31E-04 | 1.37E-04 | 1.32E-04 | -8.2% | 4.9% | - | - |
| Benzo[ghi]pérylène | µg/m³ | 2.75E-04 | 2.65E-04 | 2.39E-04 | 2.43E-04 | -11.4% | -9.7% | 3.17E-04 | 3.03E-04 | 3.17E-04 | 3.06E-04 | -3.5% | 4.4% | - | - |
| Chrysène | µg/m³ | 1.03E-04 | 7.75E-05 | 5.03E-05 | 6.33E-05 | -38.4% | -35.1% | 1.59E-04 | 1.19E-04 | 1.29E-04 | 1.27E-04 | -20.3% | 8.9% | - | - |
| Dibenzo[ah]anthracène | µg/m³ | 2.78E-05 | 2.56E-05 | 2.37E-05 | 2.42E-05 | -13.1% | -7.4% | 3.16E-05 | 2.83E-05 | 2.96E-05 | 2.90E-05 | -8.0% | 4.5% | - | - |
| Fluorène | µg/m³ | 1.37E-05 | 1.40E-05 | 1.30E-05 | 2.46E-05 | 78.9% | -6.9% | 1.88E-05 | 1.89E-05 | 1.76E-05 | 2.98E-05 | 58.6% | -7.0% | - | - |
| Fluoranthène | µg/m³ | 6.30E-04 | 5.53E-04 | 3.49E-04 | 3.90E-04 | -38.1% | -36.9% | 9.69E-04 | 8.00E-04 | 9.01E-04 | 2.98E-05 | -96.9% | 12.6% | - | - |
| Indéno[123-cd]pyrène | µg/m³ | 2.00E-04 | 1.95E-04 | 1.83E-04 | 1.85E-04 | -7.5% | -5.8% | 2.22E-04 | 2.13E-04 | 2.17E-04 | 2.14E-04 | -3.7% | 2.1% | - | - |
| Phénanthrène | µg/m³ | 1.36E-03 | 1.28E-03 | 8.37E-04 | 8.80E-04 | -35.3% | -34.6% | 2.07E-03 | 1.87E-03 | 2.09E-03 | 1.94E-03 | -6.3% | 11.8% | - | - |
| Pyrène | µg/m³ | 5.21E-04 | 4.02E-04 | 2.53E-04 | 3.06E-04 | -41.3% | -37.1% | 7.79E-04 | 6.02E-04 | 6.96E-04 | 6.43E-04 | -17.4% | 15.6% | - | - |
| Benzo[j]fluoranthène | µg/m³ | 1.42E-04 | 1.51E-04 | 1.40E-04 | 1.45E-04 | 2.0% | -7.0% | 1.53E-04 | 1.66E-04 | 1.71E-04 | 1.65E-04 | 7.9% | 2.7% | - | - |

Concernant le site sensible le plus impacté, à savoir, la Clinique de Saint-Germain, nous observons :

Une forte diminution des concentrations des polluants en situations futures par rapport à la situation actuelle.

Une diminution des concentrations des polluants en situation future avec projet par rapport à la situation future sans projet.

Cette diminution des concentrations en polluants au niveau de la Clinique de Saint-Germain est liée d'une part : à l'amélioration du parc automobile et d'autre part à la modification du plan de circulation au droit du secteur d'étude.

Les diminutions des concentrations en NO₂, PM10, CO, COV et SO₂ en situation future avec projet et en phase chantier peuvent également s'expliquer par la suppression de la chaufferie de l'hôpital qui est une source d'émissions de ces polluants.

Concernant les concentrations maximales observées sur la bande d'étude, nous constatons :

Des concentrations plus faibles en situations futures (en phase chantier 2025, avec projet en 2027 ou sans projet en 2027) par rapport aux concentrations en situation actuelle 2020. Cette réduction des teneurs en polluants est liée aux améliorations technologiques des véhicules : les véhicules seront « plus propres » aux horizons futurs comparés à aujourd'hui.

Des teneurs en polluants plus élevés en situation future avec projet en 2027 par rapport à la situation future sans projet en 2027 ; l'augmentation varie entre 0% et 15%. Cette augmentation est liée à l'accroissement du trafic de l'ordre de 16% entre la situation avec projet comparativement à la situation sans projet.

Certains polluants comme le NO₂, CO et SO₂ sont en diminution en situation future avec projet par rapport à la situation future sans projet. Ces diminutions sont liées à la suppression de la chaufferie de l'hôpital.

D'autre part, il est a noté un dépassement des seuils réglementaires pour le dioxyde d'azote NO₂ et un dépassement de l'objectif de qualité pour les particules PM_{2,5} pour l'ensemble des scénarios.

14 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION AVEC L'INDICE POLLUTION-POPULATION (IPP)

L'indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet routier et aux voies impactées par celui-ci. Il ne doit en revanche pas être considéré comme un indicateur sanitaire à proprement parler.

L'IPP est le résultat du croisement des concentrations des polluants retenus et des populations exposées sur la zone d'étude.

L'IPP peut apporter deux types d'information :

Il permet avant tout de comparer des variantes d'un projet ou des scénarios (état actuel, scénario sans projet, scénario avec projet aux horizons d'étude) ;

Il peut également permettre d'apprécier ces variantes ou scénarios par rapport aux valeurs limites définies pour la surveillance de la qualité de l'air. Dans ce deuxième cas, on évalue le nombre de personnes exposées en deçà ou au-delà de valeurs limites pour les différentes configurations du projet

14.1 Définition de la zone prise en compte

L'IPP est calculé sur la bande d'étude.

14.2 Choix du polluant indicateur

Dans la mesure où l'on cherche à utiliser l'IPP pour comparer des scénarios ou des variantes d'un projet et, le cas échéant, pour apprécier le niveau de l'impact dû à l'infrastructure, il faudrait en théorie considérer tous les polluants réglementés liés au trafic routier (NO₂, benzène, particules, CO, etc.).

Toutefois, la progressivité des études ne permet pas de travailler de façon détaillée sur l'ensemble des polluants. Pour choisir le ou les polluants indicateurs, certains paramètres doivent être pris en compte :

La « signature routière » du polluant, qui doit être suffisamment claire (aspect « traceur » de la pollution automobile) : c'est le cas pour le NO₂ mais moins pour les particules ;

Les incertitudes de mesure (dans la gamme des valeurs rencontrées) ;

Les incertitudes de modélisation. Le NO₂ se prête mieux à la modélisation que les autres polluants. Si un biais systématique est observé dans la modélisation d'un polluant, il peut être, malgré tout, utilisé pour comparer des variantes. Cependant, l'appréciation par rapport aux valeurs limites relatives à la surveillance de la qualité de l'air doit être exclue.

Aussi, le polluant traceur retenu pour le calcul de l'IPP est le NO₂. C'est un polluant discriminant et bien maîtrisé (mesure/modélisation) et sa zone de dispersion (100 à 300 m par rapport à l'axe de la voie) englobe le plus souvent celle des autres polluants.

14.3 Méthode de calcul

L'IPP se calcule en effectuant le produit de la concentration avec les populations présentes en un lieu donné.

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

où

IPP_i : est l'IPP à l'échelle d'une maille i ou d'un bâtiment i,

C_i : est la concentration du polluant considéré pour la maille élémentaire i ou pour le bâtiment i, généralement calculée par la mise en œuvre de la chaîne de modélisation (utilisation successive des modèles d'émissions et de dispersion),

P_i : est la population présente sur la maille élémentaire i ou dans le bâtiment i.

14.4 Calcul de l'IPP du projet

Le nombre d'habitants dans chaque maille de calcul est estimé à partir des données INSEE définies à l'Ilot IRIS.

Ensuite, l'IPP est calculé en multipliant pour chaque maille le nombre d'habitants par la concentration de NO₂.

Les résultats de l'IPP sont présentés ci-dessous sous forme agrégée (IPP cumulé) et sous forme d'un histogramme qui rend compte de l'exposition de la population aux différentes classes de concentrations.

14.5 IPP cumulé

Dans le tableau ci-dessous, l'IPP cumulé pour chaque scénario est présenté. Le résultat fournit une indication de l'état sanitaire global sur la bande d'étude et permet de voir l'évolution de la situation attendue entre les scénarios étudiés.

Pour le calcul de l'IPP pour l'ensemble des scénarios, nous avons considéré la population fournie par l'INSEE soit 5 408 habitants sur la bande d'étude.

| Scénario | IPP cumulé | Variation / ACTUEL 2020 | Variation Avec/Sans |
|----------------------------|------------|-------------------------|---------------------|
| Situation actuelle 2020 | 131 885 | | |
| Phase chantier 2025 | 120 417 | -8.7 | |
| Situation sans projet 2027 | 128 494 | -2.6 | |
| Situation avec projet 2027 | 120 869 | -8.3 | -5.9% |

Tableau 29 : IPP cumulés des différents scénarios et variation (source IRIS conseil)

La comparaison de la situation actuelle et les situations futures montre :

Une diminution de l'IPP en situations futures (en phase chantier 2025 et 2027 avec et sans projet) par rapport à la situation actuelle.

Une diminution d'environ 6% entre la situation future avec projet et la situation future sans projet.

La baisse de l'IPP en situation future avec projet en 2027 par rapport à la situation sans projet en 2027 est liée à la baisse des concentrations de NO₂ suite à la démolition de la chaufferie de l'hôpital en situation avec projet.

14.6 Distribution du nombre d'habitants pour différentes classes de concentration

La représentation sous la forme d'histogramme ci-dessous à l'avantage d'indiquer la répartition de la population exposée selon différentes classes de concentrations en polluants.

| Scénario | Classe de concentration de NO ₂ (µg/m ³) | | | | | | | | TOTAL | |
|----------------------------|---|-----|----------------|----|----------------|----|--------------------------|----|-------|------|
| | Inférieure à 30 | | Entre 30 et 34 | | Entre 35 et 39 | | Supérieure ou égale à 40 | | | |
| | Hbts | % | Hbts | % | Hbts | % | Hbts | % | Hbts | % |
| Situation actuelle 2020 | 4 793 | 89% | 309 | 5% | 128 | 2% | 178 | 3% | 5 408 | 99% |
| Phase chantier 2025 | 5 236 | 97% | 109 | 2% | 50 | 1% | 13 | 0% | 5 408 | 100% |
| Situation sans projet 2027 | 4 940 | 91% | 254 | 5% | 82 | 2% | 132 | 2% | 5 408 | 100% |
| Situation avec projet 2027 | 5 217 | 96% | 129 | 2% | 47 | 1% | 15 | 0% | 5 408 | 100% |

Tableau 30 : Distribution du nombre d'habitants pour différentes classes de concentrations de NO₂ (source : IRIS conseil)

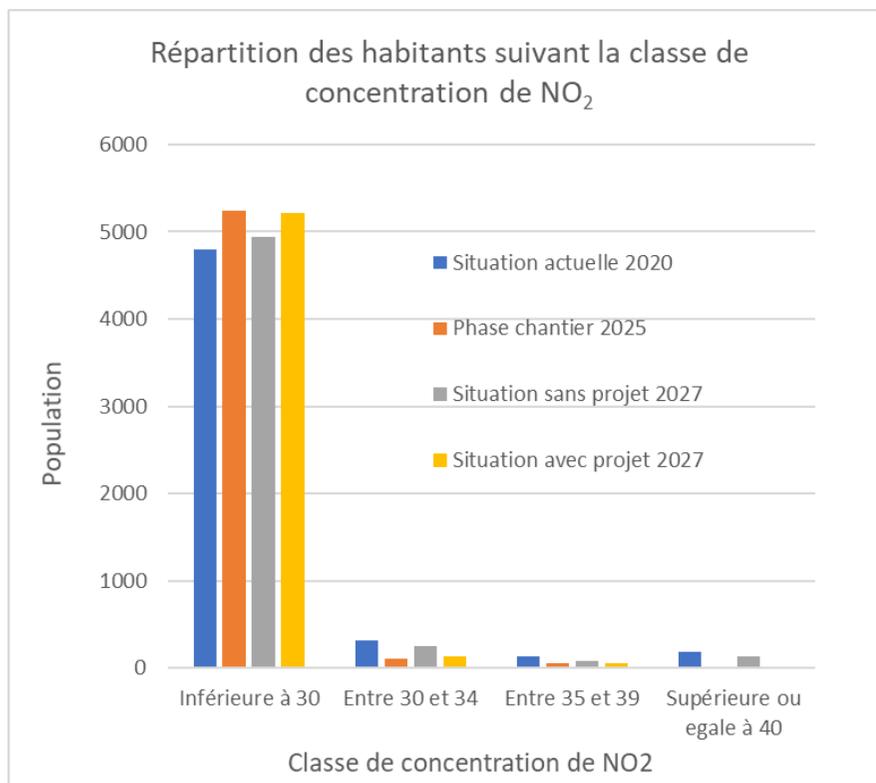


Figure 39 : Distribution du nombre d'habitants pour différentes classes de concentrations de NO₂ (source : IRIS conseil)

En situations futures avec le projet en 2027 et phase chantier en 2025, la population exposée à une concentration supérieure à la valeur limite de 40 µg/m³ est nulle.

En situation actuelle comme en situations futures, la population la plus importante est exposée à des concentrations inférieures à 30 µg/m³.

Nous remarquons que :

En situation actuelle, la population exposée à une concentration supérieure à la valeur limite de 40 µg/m³ est faible (3%).

En situation sans projet en 2027, la population exposée à une concentration supérieure à la valeur limite de 40 µg/m³ est faible (3%).

15 ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES (ERS)

15.1 Méthodologie

Conformément à la **note technique du 22 février 2019**, une Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) a été réalisée sur le périmètre du projet.

L'évaluation des risques sanitaires est basée sur la méthodologie définie en 1983 par l'académie des sciences américaine, retranscrite depuis par l'InVS dans son guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires se décompose en 4 étapes :

- **Etape 1 : Identification des dangers** qui consiste en l'identification la plus exhaustive possible des substances capables de générer un effet sanitaire indésirable.
- **Etape 2 : Définition des relations dose-réponse ou dose-effet** qui a pour but d'estimer le lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'apparition d'un effet toxique jugé critique. Cette étape se caractérise par le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour chaque toxique étudié.
- **Etape 3 : Évaluation des expositions** qui permet de juger le niveau de contamination des milieux, de caractériser les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci.
- **Etape 4 : Caractérisation du risque** qui est une étape de synthèse des étapes précédentes permettant de quantifier le risque encouru pour la/ou les population(s) exposées.

Cette 4^{ème} étape sera suivie d'un récapitulatif des hypothèses et des incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques sanitaires.

15.2 Description des enjeux sanitaires sur la zone d'étude et voies d'exposition à étudier

Au préalable, il est nécessaire de définir les enjeux sanitaires propres à la zone d'étude. Pour cela, un descriptif de la zone d'étude a été réalisé et une recherche des sites sensibles est effectuée. Ces sites constituent les points de contact entre la pollution et la population la plus sensible à la pollution. Le schéma global d'exposition permet de mieux appréhender la problématique d'exposition de la population, et notamment d'appréhender les voies d'exposition potentielles de la population à la pollution atmosphérique.

Outre l'exposition directe de la population par l'inhalation, on note que les transferts des polluants dans les autres compartiments environnementaux que sont l'eau, les sols et la végétation constituent autant de voies d'exposition potentielles indirectes supplémentaires pour la population, notamment à travers son alimentation. Toutefois, le scénario d'aménagement retenu ne prévoit pas ce type d'usage et l'exposition par ingestion est considérée comme nulle sur la zone d'étude.

L'absorption cutanée des polluants rejetés par les véhicules automobiles n'est pas retenue comme voie d'exposition à étudier dans la note technique du 22 février 2019. En effet le transfert par ce biais est d'une part négligeable compte tenu de la surface de contact de la peau par rapport à celle des poumons et d'autre part, l'absence de VTR ne permet pas la construction d'un scénario dose/réponse.

Le périmètre retenu pour l'ERS est celui de la bande d'étude.

Les risques sanitaires seront évalués dans la bande d'étude et au droit des bâtiments accueillant des populations vulnérables. La carte suivante présente la localisation de ces sites sensibles et la bande d'étude.

Les bâtiments suivants, dont l'activité implique principalement l'accueil des populations dites vulnérables ont été recherchés :

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

- Les établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc.
- Les établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc.
- Les hôpitaux.

Ces bâtiments vulnérables sont indiqués dans le tableau et la carte suivants.

| Repère | Type | Nom | Adresse |
|--------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Maison de retraite | EHPAD RESIDENCE ST GERMAIN DOMUSVI | 89 AVENUE DU MARECHAL FOCH |
| 2 | Hôpital | CENTRE HOSPITALIER ST GERMAIN | 20 RUE ARMAGIS |
| 3 | Établissement de Soins | CLINIQUE SAINT GERMAIN | 12 RUE BARONNE GERARD |
| 4 | Maison de retraite | EHPAD LES DAMES AUGUSTINES | 1 PLACE LAMANT |
| 5 | École maternelle et élémentaire | ÉCOLE AMPÈRE | 19 RUE AMPERE |

Tableau 31 : Liste des sites vulnérables (source : Géoportail)



Figure 40 : Localisation des bâtiments vulnérables (source : Géoportail et sites internet des communes)

15.3 Étape 1 : Identification des dangers

La première étape d'une évaluation des risques sanitaires consiste à identifier les agents émis dans l'environnement dans le cadre d'un projet d'infrastructure routière, ainsi que les informations sur les dangers (effets sanitaires indésirables) inhérents à chacun d'entre eux et les voies d'exposition concernées.

Les polluants à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires sont détaillés dans le tableau suivant.

La liste proposée se base :

- D'une part, sur l'avis de l'Anses du 12 juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières. Cette liste a été déterminée à partir de données d'émission de polluants, et de critères d'ordre sanitaires à savoir la dangerosité des polluants considérés, et la disponibilité des valeurs toxicologiques de référence ;
- D'autre part, sur des travaux complémentaires menés par différents experts d'horizons divers portant notamment sur la robustesse des données d'entrées, le croisement avec les modalités techniques et opérationnelles de mise en œuvre tels que la faisabilité des mesures, l'interprétation des résultats de l'évaluation de risques ou robustesse des facteurs d'émission et sur lesquels une demande d'appui scientifique et technique a été faite à l'ANSES par la DGPR et la DGS et rendue le 11 juillet 2018.

À noter que dans le cadre du présent projet et de sa situation géographique, seule la voie d'exposition respiratoire est considérée.

En zone urbaine, les habitants ne disposent pas tous de jardin. Cependant si les habitants pratiquent la culture de légumes et fruit,

celle-ci ne constitue pas la source principale d'alimentation de la population résidente. Et c'est pour cette raison que nous n'étudierons pas l'exposition par ingestion des aliments produits sur le secteur d'étude.

Le tableau suivant synthétise les substances étudiées :

| Durée d'exposition | Polluants |
|----------------------|---------------------------------|
| Aiguë | Particules PM10 |
| | Particules PM2,5 |
| | Dioxyde d'azote NO ₂ |
| Chronique | Particules PM10 |
| | Particules PM2,5 |
| | Dioxyde d'azote NO ₂ |
| | 1_3_butadiène |
| | Benzo(a)pyrène BaP |
| | Arsenic As |
| | Chrome Cr |
| | Nickel Ni |
| | Benzène |
| | Acénaphthène |
| | Acénaphthylène |
| | Anthracène |
| | Benzo[a]anthracène |
| | Benzo[b]fluoranthène |
| | Benzo[k]fluoranthène |
| | Benzo[ghi]pérylène |
| | Chrysène |
| | Dibenzo[ah]anthracène |
| | Fluorène |
| | Fluoranthène |
| Indéno[123-cd]pyrène | |
| Phénanthrène | |
| Pyrène | |
| Benzo[j]fluoranthène | |

Tableau 32 : Substances étudiées dans l'ERS (source : note technique du 22 février 2019)

15.4 Étape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une substance donnée sont des valeurs établissant une relation entre les niveaux d'exposition auxquels les personnes peuvent être exposées et l'incidence ou la gravité des effets associés à l'exposition.

15.4.1 Méthode

Les valeurs toxicologiques de référence sont distinguées en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil de dose : Les VTR sont les valeurs en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.
- Les toxiques sans seuil de dose : Les VTR correspondent à la probabilité, pour un individu, de développer l'effet indésirable (ex : cancer) lié à une exposition égale, en moyenne sur sa durée de vie, à une unité de dose de la substance toxique. Ces probabilités sont exprimées par la plupart des organismes par un excès de risque unitaire (ERU). Un ERU de 10^{-5} signifie qu'une personne exposée, en moyenne durant sa vie à une unité de dose, aurait une probabilité supplémentaire de 1/100 000, par rapport au risque de base, de contracter un cancer lié à cette exposition.

15.4.2 Sources de données

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivants : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'Anses même si des VTR plus récentes sont proposées dans les autres bases de données. À défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

En l'absence de VTR dans une de ces 8 bases de données, la note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 indique qu'il est préférable d'éviter d'utiliser d'autres valeurs telles qu'une valeur toxicologique publiée par un autre organisme que ceux précédemment listés, ou une valeur limite d'exposition professionnelle ou encore une valeur guide de qualité des milieux.

Les VTR utilisées en évaluation de risques sanitaires doivent avoir des fondements uniquement sanitaires. Cependant, certaines valeurs émises par l'OMS (appelées « valeurs guides ») sont établies en tenant compte de considérations supplémentaires (environnementales, techniques, économiques...). Lorsque de telles valeurs guides (VG) sont utilisées à défaut de VTR, elles sont traitées à part dans l'étude et il ne sera pas réalisé de caractérisation des risques comme avec une VTR, mais seulement une comparaison des VG avec les doses d'exposition. En revanche, si une VG peut être assimilée à une VTR de par sa construction, alors un calcul de risque sera réalisé.

La figure ci-dessous présente le logigramme permettant de choisir les VTR selon les recommandations de la note ministérielle N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

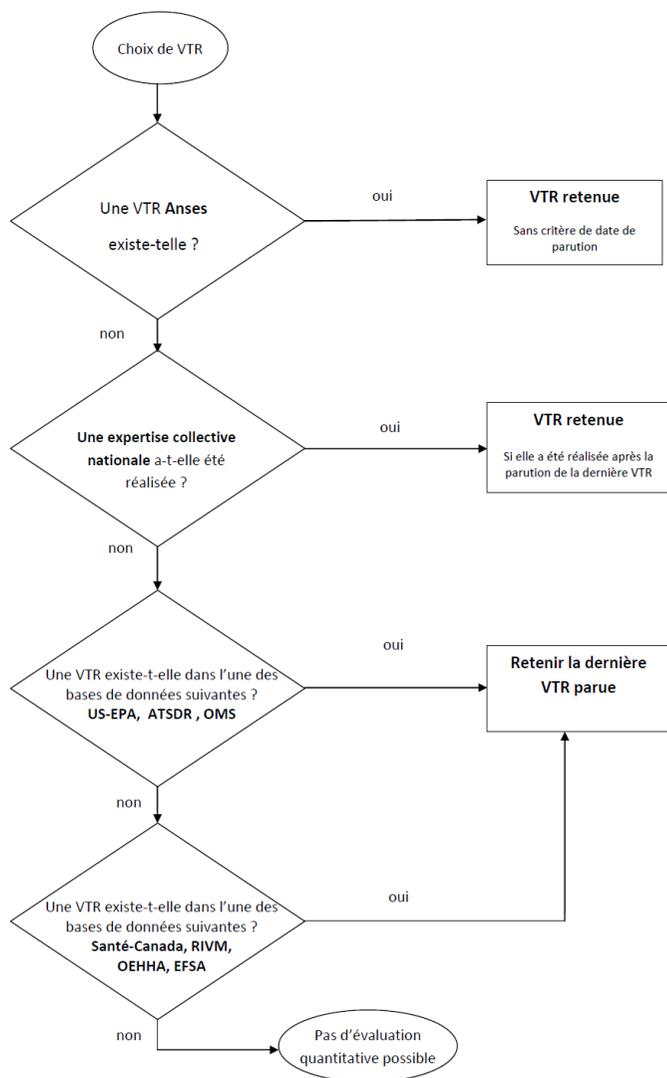


Figure 41 : Logigramme pour le choix des VTR (source : note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014)

15.4.2.1 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Les tableaux suivants synthétisent les VTR (ou les valeurs-guides) retenues selon les recommandations de la note N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 pour chaque durée d'exposition (aiguë et chronique) et chaque type d'effet (à seuil ou sans seuil de dose).

Dans le cas de l'exposition aiguë, le guide de l'Anses de 2012 recommande de considérer uniquement les poussières et le dioxyde d'azote. Pour ces substances/famille de substance, seules des valeurs-guides sont disponibles :

| Substance | VTR aiguë /VG en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Durée | Système cible | Référence |
|-----------------|---|-------|---------------|-----------------------------------|
| NO ₂ | 200 | 1h | Respiratoire | Expertise Anses, 2013 (OMS, 2010) |
| PM10 | 50 | 24h | Respiratoire | OMS, 2005 |
| PM2,5 | 25 | 24h | Respiratoire | OMS, 2005 |

Tableau 33 : valeurs guides pour l'exposition aiguë

| Substance | VTR en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Système cible | Référence |
|---------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------------|
| PM10 * | 20 | Respiratoire | OMS, 2005 |
| PM2,5 * | 10 | Respiratoire | OMS, 2005 |
| NO ₂ * | 40 | Respiratoire | OMS, 2000 |
| 1,3-butadiène | 2 | Reproductif et développemental | Expertise Ineris 2011 (US-EPA, 2002) |
| Benzo(a)pyrène BaP | 0.002 | Reproductif et développemental | US-EPA, 2017 |
| Arsenic | 0.015 | Nerveux, Reproductif et développemental | Expertise Ineris 2010 (OEHHA, 2008) |
| Chrome VI | 0.03 | Respiratoire | OMS, 2013 |
| Nickel (sous forme oxydé) | 0.23 | Respiratoire | TCEQ, 2011 |
| Benzène | 10 | Hématologique et immunitaire | Anses, 2008 |

Tableau 34 : VTR chronique non cancérigène

*valeur-guide

| Substance | VTR en (µg/m³) ⁻¹ | Système cible | Référence |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1,3-butadiène | 1.70E-04 | Respiratoire | Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2011) |
| Benzo(a)pyrène B(a)P | 1.10E-03 | Respiratoire | OEHHA, 2009 |
| Arsenic | 1.50E-04 | Respiratoire | Anses (TCEQ, 2012) |
| Chrome VI | 4.00E-02 | Respiratoire | OMS, 2013 |
| Nickel (sous forme oxydé) | 1.70E-04 | Respiratoire | TCEQ, 2011 |
| Benzène | 2.60E-05 | Hématologique et immunitaire | Anses, 2014 |

Tableau 35 : VTR chronique cancérigène

15.4.2.2 Cas particulier du nickel

Dans le cadre de cette étude, le nickel pris en compte est uniquement émis par combustion de carburant (émission à chaud et à froid). L'expertise de l'Ineris de 2007 propose 2 VTR respiratoires pour cette substance : une VTR pour l'oxyde de nickel et une autre pour les autres formes de nickel. Les produits de combustion s'oxydent avec l'oxygène de l'air, par conséquent, il a été jugé plus pertinent de prendre en compte la VTR associée à l'oxyde de nickel qui apparait comme la forme de nickel la plus cohérente avec le contexte (par rapport à d'autres formes de nickel).

15.4.2.3 Cas particulier du Chrome

Dans l'environnement, le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation, principalement le chrome III (Cr III) et le chrome VI (Cr VI), c'est la raison pour laquelle des VTR pour la voie respiratoire sont disponibles pour le chrome VI et le chrome III. De ces deux degrés d'oxydation, le chrome VI est le plus toxique, c'est pourquoi il est retenu comme représentant du chrome et de ses composés dans la présente ERS. Pour le chrome VI, des VTR sont à la fois disponibles pour la forme particulaire et pour la forme aérosol. La forme aérosol correspond à une forme dissoute, il est donc préféré la forme particulaire qui correspond mieux au contexte de notre étude.

Dans le cadre de cette étude, le chrome est émis par l'usure des pneus, des freins, de l'embrayage et de la route. Parmi les différentes sources d'émission en chrome, aucune information n'est exploitable pour estimer la part de chrome VI dans le chrome total, il a donc été décidé, dans une hypothèse majorante, de considérer la totalité du chrome émis comme du chrome VI.

15.4.2.4 Cas particulier des hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP

Pour les effets sans seuil de dose, les recommandations de l'Ineris sont suivies. Elles consistent à tenir compte des facteurs d'équivalence toxique pour calculer les VTR sans seuil de chacun des HAP qui ne disposent pas de VTR spécifiques, à partir de la VTR sans seuil du benzo(a)pyrène (ANSES, 2012). Les facteurs d'équivalence toxique (FET) utilisés sont ceux qui ont été retenus en France par l'Ineris à l'issue d'un travail d'analyse des différents FET disponibles dans la littérature. Les valeurs de ces FET sont présentées dans le tableau 35.

| Substance | FET |
|---------------------------|--------------|
| Benzo(a)pyrène BaP | 1.000 |
| Acénaphthène | 0.001 |
| Acénaphthylène | 0.001 |
| Anthracène | 0.01 |
| Benzo[a]anthracène | 0.1 |
| Benzo[b]fluoranthène | 0.1 |
| Benzo[k]fluoranthène | 0.1 |
| Benzo[ghi]pérylène | 0.01 |
| Chrysène | 0.01 |
| Dibenzo[ah]anthracène | 1 |
| Fluorène | 0.001 |
| Fluoranthène | 0.001 |
| Indéno[123-cd]pyrène | 0.1 |
| Phénanthrène | 0.001 |
| Pyrène | 0.001 |
| Benzo[j]fluoranthène | 0.1 |

Tableau 36 : FET des HAP (source : ANSES, 2012)

15.5 Étape 3 : Évaluation des expositions

L'objet de ce chapitre est d'évaluer les doses auxquelles les populations humaines sont susceptibles d'être exposées.

15.5.1 Voies et vecteurs d'exposition

La population de la bande d'étude est exposée aux substances présentes dans son environnement essentiellement par voies respiratoire, orale et cutanée. L'objectif de cette ERS est de quantifier les risques sanitaires uniquement pour la voie respiratoire, par conséquent, seule la voie respiratoire a été appréhendée dans le cadre de cette étude. La voie respiratoire est en effet la principale voie d'exposition aux polluants atmosphériques.

De manière générale, l'exposition d'une population est déterminée à partir du calcul de la concentration moyenne inhalée (CMI) en chaque substance, selon l'équation générale suivante :

$$CMI = (\sum C_i \times T_i) \times F \times \left(\frac{DE}{T_m}\right) \quad \text{équation 1}$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : Concentration de polluant représentative de la période d'exposition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ti : Taux d'exposition à la concentration Ci pendant une journée (sans unité)

F : Fréquence ou taux d'exposition annuel qui correspond au nombre de jours d'exposition sur une année (sans unité)

DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques cancérogènes (années)

Tm : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets cancérogènes où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière standard (Tm est généralement pris égal à 70 ans)

Les paramètres d'exposition Ti, F et DE doivent être renseignés pour tenir compte des conditions d'exposition auxquelles sont confrontées les populations considérées.

Le paramètre Ci (concentration en polluant dans l'air) de l'équation 1 est issu de la somme des concentrations modélisées et de celle de fond de la zone.

15.5.2 Scénario d'exposition retenu

Il a été retenu comme scénario d'exposition de considérer les personnes résidentes et travaillant dans la bande d'étude et également les personnes sensibles regroupées dans les bâtiments d'enseignement, de santé et de résidences de personnes âgées.

Les valeurs paramétriques choisies pour l'application de l'équation 1 sont présentées ci-dessous.

- Taux d'exposition (Ti)

Le scénario d'exposition, considérant que la population exposée réside et travaille dans l'aire d'étude, revient à prendre un taux d'exposition journalier (Ti) égal à 1 (100 % du temps pour une journée).

Ti = 1 (ou 100%)

- Fréquence d'exposition annuelle (F)

Le scénario sélectionné dans les évaluations des risques sanitaires est de considérer une période de 30 jours (vacances et weekends) soit une présence dans l'aire d'étude de 335 jours (scénario classiquement choisi lors des ERS). Sur une année, cela revient à prendre une fréquence d'exposition (F) de 0,92 ($335/365 \times 24/24 = 0,92$).

F = 0,92

- Durée d'exposition (DE)

Les VTR pour les substances à effets cancérigènes sont définies pour une exposition sur une vie entière (égale, par convention, à 70 ans). Aussi pour ces effets, un facteur de pondération est introduit dans le calcul de la concentration moyenne inhalée (*équation 1*), pour les expositions de durée inférieure à 70 ans. Ce facteur de pondération est égal au rapport entre la durée d'exposition (DE), correspondant à la durée de séjour des individus sur le site d'exposition, et le temps de pondération (Tm) égal à 70 ans.

$$DE = 30 \text{ ans} \quad \text{et} \quad Tm = 70 \text{ ans}$$

15.5.3 Synthèse des scénarios sélectionnés par typologies de risque d'exposition

Pour une exposition aiguë, aucun scénario d'exposition n'est défini. La concentration retenue pour la comparaison avec la valeur toxicologique de référence correspond à la valeur maximale modélisée pour une dispersion atmosphérique défavorable (centile 100) :

$$CMI_{aiguë} = Ci_{P100} \quad \text{équation 2}$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CiP100 : Concentration en percentile 100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pour une exposition chronique à un polluant non cancérigène, les concentrations sont pondérées d'un facteur 0,92 (correspondant à une exposition de 335 jours par an 24 heures sur 24) :

$$CMI_{chronique} = Ci_{MA} \times 0,92 \quad \text{équation 3}$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CiMA : Concentration inhalée en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pour une exposition chronique à un polluant cancérigène, les concentrations sont pondérées d'un facteur 0,39 correspondant à une exposition similaire à l'exposition systémique mais sur une durée de 30 ans (les VTR sont déterminées pour une exposition de 70 ans).

$$CMI_{chronique} = \frac{Ci_{MA} \times 0,92 \times 30}{70} = Ci_{MA} \times 0,39 \quad \text{équation 4}$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CiMA : Concentration inhalée en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

15.5.4 Estimation des concentrations en substances dans l'air

Les niveaux en substances auxquels sont susceptibles d'être exposées les populations sont estimés par l'intermédiaire de la modélisation de la dispersion atmosphérique. Suivant le type d'exposition considéré (aiguë ou chronique), les valeurs de concentrations dans l'air (Ci) considérées sont les suivantes :

- Pour les expositions de type chronique : les concentrations moyennes annuelles ;
- Pour les expositions de type aigu : les concentrations maximales horaire ou journalière (suivant la durée d'exposition associée à la VTR aiguë ou à la valeur guide retenue).

Pour l'ensemble des substances appréhendées, les niveaux en substances sont représentatifs de la seule contribution du trafic automobile sauf pour :

- Les particules PM10
- Les particules PM2,5
- Le dioxyde d'azote
- Le 1,3-butadiène
- Le benzo(a)pyrène

- L'arsenic
- Le nickel
- Le benzène
- Benzo[a]anthracène
- Benzo[b]fluoranthène
- Benzo[k]fluoranthène
- Benzo[ghi]pérylène
- Dibenz[ah]anthracène
- Indéno[123-cd]pyrène
- Benzo[j]fluoranthène

En effet, pour ces dernières substances, le niveau de fond ambiant a été pris en compte en plus des niveaux induits par le trafic routier.

15.5.5 Prise en compte du bruit de fond local

Au sens de l'étude sanitaire, le bruit de fond local correspond aux niveaux en substances induits par des sources d'émissions autres que le trafic routier local au niveau des sites sensibles. Il peut s'agir des émissions résidentielles tertiaires (chauffage), des émissions industrielles, des émissions routières situées en dehors du domaine d'étude ou des émissions plus diffuses qui voyagent sur de grandes distances (comme les poussières).

Comme indiqué dans le paragraphe ci-dessus, des niveaux ambiants en substance ont pu être estimés dans le domaine d'étude pour 8 substances. Le niveau de fond pour les autres substances n'a pas pu être estimé en raison du manque d'information disponible. Les données de fond considérées sont les suivantes :

- Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition aiguë

| Substance | Concentration en pollution de fond $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------------------------|---|
| Particules PM10 | 93 |
| Particules PM2,5 | 85 |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | 103 |

Tableau 37 : Niveaux de fond atmosphériques pour une exposition aiguë (source : AIRPARIF)

- Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition chronique

| Substance | Concentration en pollution de fond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|---------------------------------|---|
| Particules PM10 | 17,0 |
| Particules PM2,5 | 11,0 |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | 21,0 |
| 1,3-butadiène | 0,09 |
| Benzo(a)pyrène BaP | 0,00013 |
| Arsenic As | 0,00032 |
| Nickel Ni | 0,00101 |
| Benzène | 0,9 |
| Benzo[a]anthracène | 0.00010 |
| Benzo[b]fluoranthène | 0.00022 |
| Benzo[k]fluoranthène | 0.00009 |
| Benzo[ghi]pérylène | 0.00016 |
| Dibenzo[ah]anthracène | 0.00002 |
| Indéno[123-cd]pyrène | 0.00016 |
| Benzo[j]fluoranthène | 0.00012 |

Tableau 38 : Niveaux de fond atmosphériques pour une exposition chronique (source : AIRPARIF)

Ces niveaux de pollution de fond sont ajoutés aux concentrations calculées sur la bande d'étude.

Dans le cadre de l'ERS, ce sont les niveaux totaux en substances qui ont été appréhendés dans l'étape suivante de caractérisation des risques sanitaires, dans

la mesure où il semble difficile de distinguer l'exposition induite par le trafic automobile d'une part et les autres sources de pollution d'autre part.

À noter que cette remarque ne concerne que les 8 substances pour lesquelles un niveau de fond a pu être estimé. Pour les autres substances, la caractérisation des risques n'a appréhendé que les concentrations induites par le seul trafic routier modélisé.

15.5.6 Concentrations retenues pour l'ERS

Les tableaux suivants présentent les concentrations obtenues sur le périmètre du site pour les différents scénarii.

Il a été choisi de réaliser l'ERS :

- Au droit des bâtiments accueillants des populations vulnérables (cf. figure 39).
- Pour l'exposition maximale dans le périmètre du projet (cf. figure 39) : exposition des résidents dans la bande d'étude.

15.5.6.1 Exposition aiguë

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|---------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Particules PM10 | ACTUEL 2020 | 94.5 | 93.7 | 93.4 | 93.9 | 93.0 | 93.0 |
| | SANS PROJET 2027 | 94.4 | 93.6 | 93.4 | 93.8 | 93.0 | 93.0 |
| | AVEC PROJET 2027 | 94.5 | 93.6 | 93.4 | 93.5 | 93.0 | 93.0 |
| | Phase chantier 2025 | 94.3 | 93.7 | 93.2 | 93.6 | 93.0 | 93.0 |
| Particules PM2,5 | ACTUEL 2020 | 86.1 | 85.0 | 85.5 | 85.3 | 85.7 | 85.0 |
| | SANS PROJET 2027 | 85.9 | 85.0 | 85.4 | 105.8 | 85.5 | 85.1 |
| | AVEC PROJET 2027 | 86.0 | 85.0 | 85.4 | 85.2 | 85.5 | 85.3 |
| | Phase chantier 2025 | 86.0 | 85.0 | 85.5 | 85.2 | 85.5 | 85.2 |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | ACTUEL 2020 | 241.5 | 144.4 | 115.7 | 135.4 | 105.2 | 103.1 |
| | SANS PROJET 2027 | 216.4 | 128.7 | 111.5 | 126.5 | 106.4 | 103.0 |
| | AVEC PROJET 2027 | 139.5 | 118.6 | 111.3 | 117.4 | 103.8 | 103.0 |
| | Phase chantier 2025 | 139.7 | 120.7 | 108.7 | 120.3 | 103.6 | 103.0 |

Tableau 39 : Concentrations dans l'air (Ci) obtenues pour une exposition aiguë (en µg/m³) (source : IRIS conseil)

15.5.6.2 Exposition chronique

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|---------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Particules PM10 | ACTUEL 2020 | 1.85E+01 | 1.77E+01 | 1.74E+01 | 1.79E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.84E+01 | 1.76E+01 | 1.74E+01 | 1.78E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.85E+01 | 1.76E+01 | 1.74E+01 | 1.75E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| | Phase chantier 2025 | 1.83E+01 | 1.77E+01 | 1.72E+01 | 1.76E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| Particules PM2,5 | ACTUEL 2020 | 1.21E+01 | 1.10E+01 | 1.15E+01 | 1.13E+01 | 1.17E+01 | 1.10E+01 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.19E+01 | 1.10E+01 | 1.14E+01 | 3.18E+01 | 1.15E+01 | 1.11E+01 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.20E+01 | 1.10E+01 | 1.14E+01 | 1.12E+01 | 1.15E+01 | 1.13E+01 |
| | Phase chantier 2025 | 1.20E+01 | 1.10E+01 | 1.15E+01 | 1.12E+01 | 1.15E+01 | 1.12E+01 |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | ACTUEL 2020 | 7.07E+01 | 4.19E+01 | 3.38E+01 | 5.33E+01 | 2.17E+01 | 2.11E+01 |
| | SANS PROJET 2027 | 5.43E+01 | 3.55E+01 | 2.98E+01 | 4.35E+01 | 2.14E+01 | 2.10E+01 |
| | AVEC PROJET 2027 | 5.75E+01 | 3.66E+01 | 2.93E+01 | 3.54E+01 | 2.18E+01 | 2.10E+01 |
| | Phase chantier 2025 | 5.77E+01 | 3.87E+01 | 2.67E+01 | 3.83E+01 | 2.16E+01 | 2.10E+01 |
| 1_3_butadiène | ACTUEL 2020 | 1.00E-01 | 9.42E-02 | 9.26E-02 | 9.66E-02 | 9.01E-02 | 9.00E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 9.32E-02 | 9.14E-02 | 9.08E-02 | 9.22E-02 | 9.00E-02 | 9.00E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 9.35E-02 | 9.15E-02 | 9.08E-02 | 9.14E-02 | 9.01E-02 | 9.00E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 9.41E-02 | 9.19E-02 | 9.08E-02 | 9.22E-02 | 9.01E-02 | 9.00E-02 |
| Benzo(a)pyrène BaP | ACTUEL 2020 | 1.86E-04 | 1.55E-04 | 1.45E-04 | 1.68E-04 | 1.31E-04 | 1.30E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.77E-04 | 1.50E-04 | 1.42E-04 | 1.60E-04 | 1.30E-04 | 1.30E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.82E-04 | 1.52E-04 | 1.42E-04 | 1.50E-04 | 1.31E-04 | 1.30E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 1.77E-04 | 1.55E-04 | 1.37E-04 | 1.52E-04 | 1.31E-04 | 1.30E-04 |

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|--------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Arsenic As | ACTUEL 2020 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 3.21E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| Chrome Cr | ACTUEL 2020 | 1.73E-05 | 1.35E-05 | 1.08E-05 | 1.80E-05 | 6.17E-06 | 6.02E-06 |
| | SANS PROJET 2027 | 2.30E-05 | 1.34E-05 | 1.06E-05 | 1.67E-05 | 6.21E-06 | 6.02E-06 |
| | AVEC PROJET 2027 | 2.48E-05 | 1.40E-05 | 1.03E-05 | 1.30E-05 | 6.35E-06 | 6.02E-06 |
| | Phase chantier 2025 | 2.22E-05 | 1.44E-05 | 8.61E-06 | 1.36E-05 | 6.31E-06 | 6.01E-06 |
| Nickel Ni | ACTUEL 2020 | 1.02E-03 | 3.23E-04 | 3.22E-04 | 3.24E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.02E-03 | 3.23E-04 | 3.22E-04 | 3.24E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.02E-03 | 3.23E-04 | 3.21E-04 | 3.22E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 1.02E-03 | 3.23E-04 | 3.21E-04 | 3.23E-04 | 3.20E-04 | 3.20E-04 |
| Benzène | ACTUEL 2020 | 9.48E-01 | 9.21E-01 | 9.13E-01 | 9.31E-01 | 9.01E-01 | 9.00E-01 |
| | SANS PROJET 2027 | 9.14E-01 | 9.06E-01 | 9.04E-01 | 9.10E-01 | 9.00E-01 | 9.00E-01 |
| | AVEC PROJET 2027 | 9.16E-01 | 9.07E-01 | 9.04E-01 | 9.06E-01 | 9.00E-01 | 9.00E-01 |
| | Phase chantier 2025 | 9.18E-01 | 9.09E-01 | 9.02E-01 | 9.08E-01 | 9.00E-01 | 9.00E-01 |
| Acénaphthène | ACTUEL 2020 | 9.49E-04 | 4.16E-04 | 2.45E-04 | 6.18E-04 | 9.94E-06 | 6.56E-07 |
| | SANS PROJET 2027 | 6.09E-04 | 2.79E-04 | 1.66E-04 | 4.13E-04 | 6.57E-06 | 9.40E-07 |
| | AVEC PROJET 2027 | 6.79E-04 | 2.93E-04 | 1.59E-04 | 2.75E-04 | 1.56E-05 | 7.48E-07 |
| | Phase chantier 2025 | 7.00E-04 | 3.69E-04 | 9.69E-05 | 3.11E-04 | 1.35E-05 | 8.06E-07 |

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Acénaphthylène | ACTUEL 2020 | 7.00E-04 | 3.10E-04 | 1.86E-04 | 4.60E-04 | 7.47E-06 | 8.81E-07 |
| | SANS PROJET 2027 | 4.79E-04 | 2.10E-04 | 1.24E-04 | 3.10E-04 | 4.71E-06 | 5.11E-07 |
| | AVEC PROJET 2027 | 5.48E-04 | 2.21E-04 | 1.17E-04 | 2.05E-04 | 1.05E-05 | 6.05E-07 |
| | Phase chantier 2025 | 5.19E-04 | 2.64E-04 | 7.48E-05 | 2.33E-04 | 8.06E-06 | 5.38E-07 |
| Anthracène | ACTUEL 2020 | 1.34E-04 | 5.97E-05 | 3.52E-05 | 9.08E-05 | 1.43E-06 | 1.70E-07 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.55E-04 | 6.98E-05 | 4.20E-05 | 1.06E-04 | 1.57E-06 | 1.20E-07 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.76E-04 | 7.26E-05 | 3.94E-05 | 6.99E-05 | 3.51E-06 | 1.32E-07 |
| | Phase chantier 2025 | 1.54E-04 | 7.88E-05 | 2.33E-05 | 7.31E-05 | 2.59E-06 | 1.04E-07 |
| Benzo[a]anthracène | ACTUEL 2020 | 1.98E-04 | 1.43E-04 | 1.26E-04 | 1.65E-04 | 1.01E-04 | 1.00E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.78E-04 | 1.34E-04 | 1.20E-04 | 1.52E-04 | 1.01E-04 | 1.00E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.89E-04 | 1.37E-04 | 1.19E-04 | 1.33E-04 | 1.02E-04 | 1.00E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 1.83E-04 | 1.42E-04 | 1.12E-04 | 1.37E-04 | 1.02E-04 | 1.00E-04 |
| Benzo[b]fluoranthène | ACTUEL 2020 | 2.89E-04 | 2.50E-04 | 2.38E-04 | 2.66E-04 | 2.21E-04 | 2.20E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 2.80E-04 | 2.45E-04 | 2.36E-04 | 2.58E-04 | 2.21E-04 | 2.20E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 2.84E-04 | 2.47E-04 | 2.34E-04 | 2.46E-04 | 2.21E-04 | 2.20E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 2.80E-04 | 2.50E-04 | 2.30E-04 | 2.49E-04 | 2.21E-04 | 2.20E-04 |
| Benzo[k]fluoranthène | ACTUEL 2020 | 1.43E-04 | 1.13E-04 | 1.04E-04 | 1.24E-04 | 9.05E-05 | 9.01E-05 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.31E-04 | 1.08E-04 | 1.01E-04 | 1.18E-04 | 9.05E-05 | 9.01E-05 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.37E-04 | 1.09E-04 | 1.01E-04 | 1.08E-04 | 9.09E-05 | 9.01E-05 |
| | Phase chantier 2025 | 1.32E-04 | 1.11E-04 | 9.73E-05 | 1.12E-04 | 9.09E-05 | 9.00E-05 |

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Benzo[ghi]pérylène | ACTUEL 2020 | 3.17E-04 | 2.45E-04 | 2.23E-04 | 2.75E-04 | 1.91E-04 | 1.90E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 3.03E-04 | 2.41E-04 | 2.19E-04 | 2.65E-04 | 1.91E-04 | 1.90E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 3.17E-04 | 2.42E-04 | 2.18E-04 | 2.39E-04 | 1.92E-04 | 1.90E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 3.06E-04 | 2.49E-04 | 2.07E-04 | 2.43E-04 | 1.92E-04 | 1.90E-04 |
| Chrysène | ACTUEL 2020 | 1.59E-04 | 6.70E-05 | 4.08E-05 | 1.03E-04 | 1.53E-06 | 1.78E-07 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.19E-04 | 5.03E-05 | 3.07E-05 | 7.75E-05 | 1.44E-06 | 1.49E-07 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.29E-04 | 5.46E-05 | 2.95E-05 | 5.03E-05 | 2.81E-06 | 1.21E-07 |
| | Phase chantier 2025 | 1.27E-04 | 6.50E-05 | 2.12E-05 | 6.33E-05 | 2.26E-06 | 1.11E-07 |
| Dibenzo[ah]anthracène | ACTUEL 2020 | 3.16E-05 | 5.10E-09 | 3.13E-09 | 7.81E-09 | 1.38E-10 | 1.41E-11 |
| | SANS PROJET 2027 | 2.83E-05 | 3.73E-09 | 2.19E-09 | 5.57E-09 | 8.73E-11 | 1.56E-11 |
| | AVEC PROJET 2027 | 2.96E-05 | 4.03E-09 | 2.07E-09 | 3.69E-09 | 1.94E-10 | 1.14E-11 |
| | Phase chantier 2025 | 2.90E-05 | 4.53E-09 | 1.32E-09 | 4.18E-09 | 1.64E-10 | 9.36E-12 |
| Fluorène | ACTUEL 2020 | 1.88E-05 | 7.86E-06 | 4.99E-06 | 1.37E-05 | 2.63E-07 | 2.22E-08 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.89E-05 | 8.45E-06 | 5.11E-06 | 1.40E-05 | 2.41E-07 | 2.31E-08 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.76E-05 | 8.91E-06 | 5.66E-06 | 1.30E-05 | 2.53E-07 | 2.44E-08 |
| | Phase chantier 2025 | 2.98E-05 | 9.54E-06 | 1.12E-05 | 2.46E-05 | 8.86E-07 | 1.98E-08 |
| Fluoranthène | ACTUEL 2020 | 9.69E-04 | 4.16E-04 | 2.44E-04 | 6.30E-04 | 9.21E-06 | 1.06E-06 |
| | SANS PROJET 2027 | 8.00E-04 | 3.54E-04 | 2.14E-04 | 5.53E-04 | 8.18E-06 | 8.35E-07 |
| | AVEC PROJET 2027 | 9.01E-04 | 3.70E-04 | 2.01E-04 | 3.49E-04 | 1.78E-05 | 7.45E-07 |
| | Phase chantier 2025 | 2.98E-05 | 4.37E-04 | 1.23E-04 | 3.90E-04 | 1.60E-05 | 1.03E-06 |

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Indéno[123-cd]pyrène | ACTUEL 2020 | 2.22E-04 | 1.86E-04 | 1.76E-04 | 2.00E-04 | 1.61E-04 | 1.60E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 2.13E-04 | 1.82E-04 | 1.74E-04 | 1.95E-04 | 1.61E-04 | 1.60E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 2.17E-04 | 1.85E-04 | 1.73E-04 | 1.83E-04 | 1.61E-04 | 1.60E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 2.14E-04 | 1.87E-04 | 1.68E-04 | 1.85E-04 | 1.61E-04 | 1.60E-04 |
| Phénanthrène | ACTUEL 2020 | 2.07E-03 | 8.89E-04 | 5.40E-04 | 1.36E-03 | 1.90E-05 | 2.08E-06 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.87E-03 | 8.44E-04 | 4.91E-04 | 1.28E-03 | 1.88E-05 | 1.89E-06 |
| | AVEC PROJET 2027 | 2.09E-03 | 8.92E-04 | 4.65E-04 | 8.37E-04 | 4.09E-05 | 1.73E-06 |
| | Phase chantier 2025 | 1.94E-03 | 1.00E-03 | 2.70E-04 | 8.80E-04 | 3.10E-05 | 2.08E-06 |
| Pyrène | ACTUEL 2020 | 7.79E-04 | 3.32E-04 | 2.03E-04 | 5.21E-04 | 8.92E-06 | 1.04E-06 |
| | SANS PROJET 2027 | 6.02E-04 | 2.64E-04 | 1.58E-04 | 4.02E-04 | 6.02E-06 | 6.13E-07 |
| | AVEC PROJET 2027 | 6.96E-04 | 2.79E-04 | 1.49E-04 | 2.53E-04 | 1.26E-05 | 5.76E-07 |
| | Phase chantier 2025 | 6.43E-04 | 3.27E-04 | 9.69E-05 | 3.06E-04 | 1.15E-05 | 5.99E-07 |
| Benzo[j]fluoranthène | ACTUEL 2020 | 1.53E-04 | 1.34E-04 | 1.29E-04 | 1.42E-04 | 1.20E-04 | 1.20E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.66E-04 | 1.41E-04 | 1.32E-04 | 1.51E-04 | 1.20E-04 | 1.20E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.71E-04 | 1.41E-04 | 1.31E-04 | 1.40E-04 | 1.21E-04 | 1.20E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 1.65E-04 | 1.41E-04 | 1.29E-04 | 1.45E-04 | 1.21E-04 | 1.20E-04 |

15.6 Étape 4 : Caractérisation des risques sanitaires

La caractérisation des risques consiste à confronter les doses auxquelles les populations sont exposées avec les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sanitaires associés à une substance sont estimés de façon différente selon la voie d'exposition (inhalation ou ingestion), la durée d'exposition (aiguë ou chronique) et selon le type d'effet qu'engendre le composé considéré (effets à seuil de dose ou sans seuil de dose).

15.6.1 Méthode

15.6.1.1 Quotients de danger pour les substances à effets à seuil de dose

Pour les polluants à effets à seuil de dose (principalement des effets non cancérogènes), le dépassement de la VTR sélectionnée suite à l'exposition considérée peut entraîner l'apparition de l'effet critique associé à la VTR. Ceci peut être quantifié en faisant le rapport entre la dose d'exposition (CMI) et la VTR associée.

Ce rapport est appelé **quotient de danger (QD)** et s'exprime selon la relation suivante :

$$QD = \frac{CMI_{aiguë}}{VTR_{aiguë}} \quad \text{équation 5}$$

$$QD = \frac{CMI_{chronique}}{VTR_{chronique}} \quad \text{équation 6}$$

Avec :

QD : Ratio de Danger (sans unité)

CMI : Concentration moyenne inhalée aiguë ou chronique (déterminée en fonction du scénario d'exposition et du type de concentration (percentile ou moyenne annuelle) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$))

VTR : Valeur Toxicologique de Référence aiguë ou chronique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Si le QD est inférieur à 1, alors l'exposition considérée ne devrait pas entraîner l'effet toxique associé à la VTR.

Un QD supérieur ou égal à 1 signifie que les personnes exposées peuvent développer l'effet sanitaire indésirable associé à la VTR.

15.6.1.2 Excès de risque individuel pour les substances à effets sans seuil de dose

Pour les polluants à effets sans seuil de dose, on calcule un « excès de risque individuel » (ERI) de développer l'effet associé à la VTR (appelée aussi souvent ERU : excès de risque unitaire). L'ERI représente, pour les individus exposés, la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste (comme un cancer) induit par l'exposition à la substance considérée durant la vie entière.

Pour la voie d'exposition respiratoire, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par inhalation (ERUi) par la concentration moyenne inhalée vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps).

$$ERI = CMI * ERU \quad \text{équation 7}$$

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel (sans unité)

CMI : Concentration moyenne inhalée en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ERU : Excès de Risque Unitaire ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$).

Il n'existe pas un niveau d'excès de risque individuel qui permette d'écarter les risques pour les populations exposées. Pour sa part, l'OMS utilise un seuil de 10^{-5} (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) (OMS, 2004).

La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du Ministère chargé de l'environnement, recommande le niveau de risque, « usuellement retenu au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10^{-5} .

A noter que dans le cadre des études de zones, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) et l'Ineris proposent des seuils d'interprétation des QD et des ERI sous

forme de fourchette. Les seuils d'interprétation, valables aussi bien pour le respiratoire que l'ingestion sont les suivants :

Domaine d'action rapide : $ERI > 10^{-4}$ et $QD > 10$: Les risques sont jugés suffisamment préoccupants pour faire l'objet de mesures de protection « rapides » tant environnementales que sanitaires.

Domaine de vigilance active : $10^{-5} < ERI < 10^{-4}$ et $1 < QD < 10$: Les niveaux de risque sont sérieux mais jugés moins préoccupants et demandent un approfondissement de l'analyse de la situation avant toute prise de décision en matière de gestion

Domaine de conformité : $ERI < 10^{-5}$ et $QD < 1$: Les niveaux de risques sont considérés comme non préoccupants et il n'est pas nécessaire de mettre en place des mesures de gestion particulières, en sus de celles qui existent déjà et relevant du principe général de maîtrise des émissions.

Dans la cadre de cette étude, les seuils d'acceptabilité retenus sont ceux préconisés par les instances à savoir :

$ERI < 10^{-5}$

et

$QD < 1$

15.6.1.3 Estimation des risques cumulés

Les risques cumulés correspondent aux effets sanitaires susceptibles d'être induits par l'exposition des populations à plusieurs substances simultanément. Actuellement, la démarche des ERS ne permet pas de prendre en compte la synergie ou l'antagonisme des effets. En effet, comme indiqué dans les différents guides (InVS, Ineris) publiés en France, les risques cumulés sont appréhendés par une simple addition des risques déterminés pour différentes substances.

Risques cumulés à seuil de dose

Dans son guide, l'InVS recommande de sommer les quotients de danger lorsque le mécanisme de toxicité et l'organe-cible des composés présents sont similaires. En l'absence d'information suffisante sur le mécanisme de toxicité pour chacune des substances retenues dans cette étude, ce paramètre n'a pas été pris en compte. Par ailleurs, comme indiqué lors de l'étape 1 « Identification des dangers », les effets critiques associés aux différentes substances retenues dans cette ERS ont été regroupés par système-cible, qui peuvent regrouper plusieurs organes-cibles.

Le tableau 22 présente les systèmes cibles associés à chaque VTR retenue pour chaque substance. Comme indiqué dans ce tableau, parmi les substances pour lesquelles des quotients de danger sont estimés, les effets critiques associés à chaque VTR retenue concernent 5 systèmes cibles.

Pour une VTR, plusieurs effets critiques sont parfois mentionnés par les organismes producteurs de VTR, par conséquent, une même substance peut être intégrée dans plusieurs sommes de risques.

| Système cible | Substances dont l'effet critique de la VTR retenue se rapporte au système-cible |
|--------------------------------|---|
| Respiratoire | Chrome VI Nickel |
| Reproductif et développemental | 1,3-butadiène Benzo(a)pyrène BaP Arsenic |
| Nerveux | Arsenic |
| Hématologique et immunitaire | Benzène |

Tableau 40 : Détermination des substances dont les effets critiques à seuil de dose associés aux VTR retenues se rapportent au même système cible

Cette démarche est appliquée uniquement pour les risques chroniques, les risques aigus n'étant pas susceptibles de se dérouler au même moment dans l'année compte tenu des durées d'application différentes associées aux VTR utilisées (1 heure, 24 heures).

Risques cumulés sans seuil de dose

Comme indiqué dans le guide de l'InVS, « tous les risques de cancer peuvent être associés entre eux quand bien même les organes cibles diffèrent, dans le but d'apprécier globalement le risque cancérigène qui pèse sur la population ».

15.6.2 Résultats

Pour chaque traceur, un calcul de QD ou d'ERI est effectué à partir des équations 5, 6 et 7 à partir des concentrations moyennes et maximales dans le périmètre du projet et également au droit des bâtiments vulnérables dans la bande d'étude.

Dans les tableaux de résultats, les dépassements des seuils de conformité ($QD > 1$ ou $ERI > 10^{-5}$) ont été présentés en orange pour les différents types de risques estimés. Les substances ou les scénarios pour lesquels aucun dépassement du seuil de conformité n'est estimé apparaissent en vert dans les tableaux de résultats.

Pour les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible, une simple comparaison des doses d'exposition et des valeurs-guides est effectuée.

15.6.2.1 Exposition aiguë : comparaison aux valeurs guides

Pour les 3 substances retenues pour ce type d'exposition, une comparaison a été effectuée avec les valeurs guides qui leur sont associées dans la mesure où aucune VTR n'est disponible dans la littérature.

| Substance | Valeur guide | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------------------|---------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Particules PM10 | 50 | ACTUEL 2020 | 94.5 | 93.7 | 93.4 | 93.9 | 93.0 | 93.0 |
| | | SANS PROJET 2027 | 94.4 | 93.6 | 93.4 | 93.8 | 93.0 | 93.0 |
| | | AVEC PROJET 2027 | 94.5 | 93.6 | 93.4 | 93.5 | 93.0 | 93.0 |
| | | Phase chantier 2025 | 94.3 | 93.7 | 93.2 | 93.6 | 93.0 | 93.0 |
| Particules PM2,5 | 25 | ACTUEL 2020 | 86.1 | 85.0 | 85.5 | 85.3 | 85.7 | 85.0 |
| | | SANS PROJET 2027 | 85.9 | 85.0 | 85.4 | 105.8 | 85.5 | 85.1 |
| | | AVEC PROJET 2027 | 86.0 | 85.0 | 85.4 | 85.2 | 85.5 | 85.3 |
| | | Phase chantier 2025 | 86.0 | 85.0 | 85.5 | 85.2 | 85.5 | 85.2 |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | 200 | ACTUEL 2020 | 241.5 | 144.4 | 115.7 | 135.4 | 105.2 | 103.1 |
| | | SANS PROJET 2027 | 216.4 | 128.7 | 111.5 | 126.5 | 106.4 | 103.0 |
| | | AVEC PROJET 2027 | 139.5 | 118.6 | 111.3 | 117.4 | 103.8 | 103.0 |
| | | Phase chantier 2025 | 139.7 | 120.7 | 108.7 | 120.3 | 103.6 | 103.0 |

Tableau 41 : Comparaison entre les concentrations dans l'air Ci et les valeurs guides retenues (en µg/m³)

La case verte indique que la concentration calculée est inférieure à la valeur guide.

À contrario, la case orange indique que la concentration calculée est supérieure à la valeur guide.

Les expositions aux particules PM10 et PM2,5 sont toutes supérieures aux valeurs-guides quel que soit le scénario. Le dépassement des valeurs guides des PM10 et PM2,5 est lié à la pollution de fond qui est à elle seule supérieure aux valeur-guides.

Les expositions au dioxyde d'azote (NO₂) en moyennes annuelles maximales sur la bande d'étude sont supérieures aux valeurs-guides pour le scénario actuel en 2020 et pour le scénario futur sans projet en 2027. Ces dépassements sont liés aux émissions de NO₂ générées la chaufferie de l'hôpital.

Les expositions aiguës des quatre scénarios sont équivalentes pour les PM10 et PM25. Ces expositions sont semblables à cause de la pollution de fond qui est élevée et qui lisse les différences entre ces scénarios.

Les expositions aiguës pour le NO₂ sont plus faibles en situations actuelle en 2020 et sans projet en 2027, par rapport à celles de la situation en phase chantier en 2025 et avec projet en 2027. Ceci est liée à la démolition de la chaufferie de l'hôpital qui est une source d'émissions importantes de NO₂.

15.6.2.2 Expositions chroniques aux substances à effets à seuil de dose

➤ **Quotient de danger**

Pour chaque traceur à effet à seuil de dose retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé par application de l'équation 6. Le tableau suivant indique si un dépassement de seuil est possible.

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,3-butadiène | ACTUEL 2020 | 4.60E-02 | 4.34E-02 | 4.26E-02 | 4.44E-02 | 4.15E-02 | 4.14E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 4.29E-02 | 4.20E-02 | 4.18E-02 | 4.24E-02 | 4.14E-02 | 4.14E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 4.30E-02 | 4.21E-02 | 4.18E-02 | 4.20E-02 | 4.14E-02 | 4.14E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 4.33E-02 | 4.23E-02 | 4.18E-02 | 4.24E-02 | 4.14E-02 | 4.14E-02 |
| Benzo(a)pyrène BaP | ACTUEL 2020 | 8.55E-02 | 7.14E-02 | 6.66E-02 | 7.74E-02 | 6.01E-02 | 5.98E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 8.12E-02 | 6.92E-02 | 6.54E-02 | 7.38E-02 | 6.00E-02 | 5.98E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 8.38E-02 | 6.99E-02 | 6.52E-02 | 6.90E-02 | 6.02E-02 | 5.98E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 8.12E-02 | 7.12E-02 | 6.30E-02 | 7.00E-02 | 6.02E-02 | 5.98E-02 |
| Arsenic | ACTUEL 2020 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 1.97E-02 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| Chrome VI | ACTUEL 2020 | 5.31E-04 | 4.14E-04 | 3.32E-04 | 5.52E-04 | 1.89E-04 | 1.85E-04 |
| | SANS PROJET 2027 | 7.05E-04 | 4.10E-04 | 3.24E-04 | 5.12E-04 | 1.90E-04 | 1.85E-04 |
| | AVEC PROJET 2027 | 7.62E-04 | 4.29E-04 | 3.16E-04 | 3.99E-04 | 1.95E-04 | 1.85E-04 |
| | Phase chantier 2025 | 6.79E-04 | 4.40E-04 | 2.64E-04 | 4.16E-04 | 1.93E-04 | 1.84E-04 |
| Nickel (sous forme oxydé) | ACTUEL 2020 | 4.06E-03 | 1.29E-03 | 1.29E-03 | 1.30E-03 | 1.28E-03 | 1.28E-03 |
| | SANS PROJET 2027 | 4.06E-03 | 1.29E-03 | 1.29E-03 | 1.29E-03 | 1.28E-03 | 1.28E-03 |

| | | | | | | | |
|---------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | AVEC PROJET 2027 | 4.07E-03 | 1.29E-03 | 1.29E-03 | 1.29E-03 | 1.28E-03 | 1.28E-03 |
| | Phase chantier 2025 | 4.06E-03 | 1.29E-03 | 1.28E-03 | 1.29E-03 | 1.28E-03 | 1.28E-03 |
| Benzène | ACTUEL 2020 | 8.72E-02 | 8.47E-02 | 8.40E-02 | 8.57E-02 | 8.29E-02 | 8.28E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 8.41E-02 | 8.34E-02 | 8.31E-02 | 8.37E-02 | 8.28E-02 | 8.28E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 8.43E-02 | 8.34E-02 | 8.31E-02 | 8.34E-02 | 8.28E-02 | 8.28E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 8.44E-02 | 8.36E-02 | 8.30E-02 | 8.35E-02 | 8.28E-02 | 8.28E-02 |

Tableau 42 : Résultats obtenus pour les QD chroniques

La case verte indique que la valeur du Quotient de Danger QD est située dans le domaine de conformité $QD < 1$.

À contrario, la case orange indique que la valeur du Quotient de Danger QD est située hors du domaine de conformité.

Les calculs de QD chroniques présentés dans le tableau permettent d'indiquer qu'aucun dépassement de seuil sanitaire est observé pour les quatre scénarios étudiés.

Nous remarquons des QD en situations SANS et AVEC PROJET en 2027 et en phase chantier en 2025 sont légèrement inférieurs aux QD calculés pour la situation ACTUELLE 2020.

Les QD du scénario AVEC PROJET en 2027 sont légèrement plus élevés voire égaux aux QD du scénario SANS PROJET en 2027 : l'exposition n'est donc ni aggravée ni améliorée en configuration AVEC PROJET en 2027 par rapport au scénario SANS PROJET 2027.

➤ **Comparaison aux valeurs guide annuelles**

Pour les PM10, les PM2,5 et le dioxyde d'azote, pour lesquelles aucune VTR n'est disponible mais seulement des valeurs-guide, une comparaison entre les concentrations moyennes inhalées (CMI) et la valeur guide retenue est réalisée. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

| Substance | Valeur guide | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|-----------------|--------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PM10 | 20 | ACTUEL 2020 | 1.85E+01 | 1.77E+01 | 1.74E+01 | 1.79E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| | | SANS PROJET 2027 | 1.84E+01 | 1.76E+01 | 1.74E+01 | 1.78E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| | | AVEC PROJET 2027 | 1.85E+01 | 1.76E+01 | 1.74E+01 | 1.75E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| | | Phase chantier 2025 | 1.83E+01 | 1.77E+01 | 1.72E+01 | 1.76E+01 | 1.70E+01 | 1.70E+01 |
| PM2,5 | 10 | ACTUEL 2020 | 1.21E+01 | 1.10E+01 | 1.15E+01 | 1.13E+01 | 1.17E+01 | 1.10E+01 |
| | | SANS PROJET 2027 | 1.19E+01 | 1.10E+01 | 1.14E+01 | 3.18E+01 | 1.15E+01 | 1.11E+01 |
| | | AVEC PROJET 2027 | 1.20E+01 | 1.10E+01 | 1.14E+01 | 1.12E+01 | 1.15E+01 | 1.13E+01 |
| | | Phase chantier 2025 | 1.20E+01 | 1.10E+01 | 1.15E+01 | 1.12E+01 | 1.15E+01 | 1.12E+01 |
| NO ₂ | 40 | ACTUEL 2020 | 1.59E+02 | 6.24E+01 | 3.37E+01 | 5.34E+01 | 2.32E+01 | 2.11E+01 |
| | | SANS PROJET 2027 | 1.34E+02 | 4.67E+01 | 2.95E+01 | 4.45E+01 | 2.44E+01 | 2.10E+01 |
| | | AVEC PROJET 2027 | 5.75E+01 | 3.66E+01 | 2.93E+01 | 3.54E+01 | 2.18E+01 | 2.10E+01 |
| | | Phase chantier 2025 | 5.77E+01 | 3.87E+01 | 2.67E+01 | 3.83E+01 | 2.16E+01 | 2.10E+01 |

La case verte indique que la concentration calculée est inférieure à la valeur guide.

À contrario, la case orange indique que la concentration calculée est supérieure à la valeur guide.

Toutes les expositions aux particules PM2,5 sont toutes supérieures aux valeurs-guides quel que soit le scénario. Le dépassement de la valeur guide des PM2,5 est lié à la pollution de fond qui est à elle seule supérieure à la valeur-guide.

Les expositions aux NO₂ sont supérieures à la valeur-guide au niveau du :

-sites sensibles 1 et 3 pour le scénario actuel et sans projet.

-au niveau de l'endroit le plus impacté au niveau la bande d'étude

Ces dépassements sont liés à la pollution de fond qui est à elle seule supérieure à la valeur-guide.

Les expositions aux PM10 et PM2,5 des quatre scénarios sont quasi-équivalentes voire légèrement plus faibles en situations futures par rapport à la situation actuelle.

Ces expositions sont quasiment identiques à cause de la pollution de fond qui est élevée et qui lisse les différences entre les scénarios.

Les expositions au le NO₂ sont plus faibles en situations actuelle en 2020 et sans projet en 2027, par rapport à celles du la situation en phase chantier en 2025 et avec projet en 2027. Ceci est liée à la démolition de la chaufferie de l'hôpital qui est une source d'émissions importantes de NO₂.

15.6.2.3 Expositions chroniques aux substances à effets sans seuil de dose

Pour chaque traceur à effet sans seuil de dose retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul d'ERI est effectué à partir de l'équation 7.

| Substance | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,3-butadiène | ACTUEL 2020 | 6.63E-06 | 6.25E-06 | 6.14E-06 | 6.40E-06 | 5.98E-06 | 5.97E-06 |
| | SANS PROJET 2027 | 6.18E-06 | 6.06E-06 | 6.02E-06 | 6.11E-06 | 5.97E-06 | 5.97E-06 |
| | AVEC PROJET 2027 | 6.20E-06 | 6.07E-06 | 6.02E-06 | 6.06E-06 | 5.97E-06 | 5.97E-06 |
| | Phase chantier 2025 | 6.24E-06 | 6.09E-06 | 6.02E-06 | 6.11E-06 | 5.97E-06 | 5.97E-06 |
| Benzo(a)pyrène B(a)P | ACTUEL 2020 | 7.97E-08 | 6.66E-08 | 6.21E-08 | 7.22E-08 | 5.60E-08 | 5.58E-08 |
| | SANS PROJET 2027 | 7.58E-08 | 6.45E-08 | 6.10E-08 | 6.89E-08 | 5.59E-08 | 5.58E-08 |
| | AVEC PROJET 2027 | 7.81E-08 | 6.51E-08 | 6.08E-08 | 6.44E-08 | 5.62E-08 | 5.58E-08 |
| | Phase chantier 2025 | 7.58E-08 | 6.64E-08 | 5.88E-08 | 6.53E-08 | 5.62E-08 | 5.58E-08 |
| Arsenic | ACTUEL 2020 | 1.88E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.88E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.88E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.88E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.88E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 |
| | Phase chantier 2025 | 1.88E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 | 1.87E-08 |
| Chrome VI | ACTUEL 2020 | 2.70E-07 | 2.11E-07 | 1.69E-07 | 2.81E-07 | 9.63E-08 | 9.40E-08 |
| | SANS PROJET 2027 | 3.59E-07 | 2.09E-07 | 1.65E-07 | 2.61E-07 | 9.68E-08 | 9.39E-08 |
| | AVEC PROJET 2027 | 3.87E-07 | 2.18E-07 | 1.61E-07 | 2.03E-07 | 9.90E-08 | 9.39E-08 |
| | Phase chantier 2025 | 3.46E-07 | 2.24E-07 | 1.34E-07 | 2.12E-07 | 9.84E-08 | 9.38E-08 |
| Nickel (sous forme oxydé) | ACTUEL 2020 | 6.74E-08 | 2.14E-08 | 2.13E-08 | 2.15E-08 | 2.12E-08 | 2.12E-08 |
| | SANS PROJET 2027 | 6.73E-08 | 2.14E-08 | 2.13E-08 | 2.15E-08 | 2.12E-08 | 2.12E-08 |
| | AVEC PROJET 2027 | 6.74E-08 | 2.14E-08 | 2.13E-08 | 2.14E-08 | 2.12E-08 | 2.12E-08 |
| | Phase chantier 2025 | 6.74E-08 | 2.14E-08 | 2.13E-08 | 2.14E-08 | 2.12E-08 | 2.12E-08 |

| | | | | | | | |
|---------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Benzène | ACTUEL 2020 | 9.62E-06 | 9.33E-06 | 9.25E-06 | 9.44E-06 | 9.13E-06 | 9.13E-06 |
| | SANS PROJET 2027 | 9.27E-06 | 9.19E-06 | 9.16E-06 | 9.22E-06 | 9.13E-06 | 9.13E-06 |
| | AVEC PROJET 2027 | 9.29E-06 | 9.19E-06 | 9.16E-06 | 9.19E-06 | 9.13E-06 | 9.13E-06 |
| | Phase chantier 2025 | 9.30E-06 | 9.21E-06 | 9.15E-06 | 9.21E-06 | 9.13E-06 | 9.13E-06 |
| HAP * | ACTUEL 2020 | 6.16E-08 | 3.81E-08 | 3.50E-08 | 4.20E-08 | 3.06E-08 | 3.04E-08 |
| | SANS PROJET 2027 | 5.80E-08 | 3.71E-08 | 3.45E-08 | 4.07E-08 | 3.06E-08 | 3.04E-08 |
| | AVEC PROJET 2027 | 6.03E-08 | 3.76E-08 | 3.42E-08 | 3.72E-08 | 3.08E-08 | 3.04E-08 |
| | Phase chantier 2025 | 5.84E-08 | 3.84E-08 | 3.29E-08 | 3.81E-08 | 3.07E-08 | 3.04E-08 |

* somme des 15 HAP pour lesquels l'absence de VTR spécifique a nécessité l'usage des FET (Acénaphthène, Acénaphthylène, Anthracène, Benzo[a]anthracène, Benzo[b]fluoranthène, Benzo[k]fluoranthène, Benzo[ghi]pérylène, Chrysène, Dibenzo[ah]anthracène, Fluorène, Fluoranthène, Indéno[123-cd]pyrène, Phénanthrène, Pyrène, Benzo[j]fluoranthène).

Tableau 43 : Résultats obtenus pour les ERI

La case verte indique que l'Excès de Risque Individuel calculé est inférieur au seuil d'acceptabilité de 10^{-5} .

À contrario, la case orange indique que l'Excès de Risque Individuel calculé est supérieur au seuil d'acceptabilité de 10^{-5} .

Les calculs d'ERI montrent aucun dépassement du seuil sanitaire ($ERI > 10^{-5}$) sur le périmètre du projet et également au niveau des bâtiments vulnérables.

Les ERI calculés pour les quatre scénarios sont proches et légèrement plus faibles en situations futures (avec et sans projet en 2027 et phase chantier en 2025) : la situation AVEC PROJET 2027 n'ajoute pas de risque supplémentaire par rapport aux situations ACTUEL 2020 et SANS PROJET 2027.

15.6.2.4 Risques cumulés

➤ **Risques cumulés des substances à effet à seuil**

Parmi les différentes VTR prises en compte dans le cadre de cette étude, plusieurs systèmes biologiques humains sont susceptibles d'être atteints suite à une exposition à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude. Pour ces différents systèmes cibles, des sommes de risques sont présentés dans le tableau suivant :

| Système cible | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|--------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Respiratoire | ACTUEL 2020 | 4.59E-03 | 1.70E-03 | 1.62E-03 | 1.85E-03 | 1.47E-03 | 1.46E-03 |
| | SANS PROJET 2027 | 4.77E-03 | 1.70E-03 | 1.61E-03 | 1.81E-03 | 1.47E-03 | 1.46E-03 |
| | AVEC PROJET 2027 | 4.83E-03 | 1.72E-03 | 1.60E-03 | 1.69E-03 | 1.48E-03 | 1.46E-03 |
| | Phase chantier 2025 | 4.74E-03 | 1.73E-03 | 1.55E-03 | 1.71E-03 | 1.47E-03 | 1.46E-03 |
| Reproductif et développemental | ACTUEL 2020 | 1.51E-01 | 1.34E-01 | 1.29E-01 | 1.42E-01 | 1.21E-01 | 1.21E-01 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.44E-01 | 1.31E-01 | 1.27E-01 | 1.36E-01 | 1.21E-01 | 1.21E-01 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.46E-01 | 1.32E-01 | 1.27E-01 | 1.31E-01 | 1.21E-01 | 1.21E-01 |
| | Phase chantier 2025 | 1.44E-01 | 1.33E-01 | 1.24E-01 | 1.32E-01 | 1.21E-01 | 1.21E-01 |
| Nerveux | ACTUEL 2020 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 1.97E-02 | 1.97E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 | 1.96E-02 |
| Hématologique et immunitaire | ACTUEL 2020 | 8.72E-02 | 8.47E-02 | 8.40E-02 | 8.57E-02 | 8.29E-02 | 8.28E-02 |
| | SANS PROJET 2027 | 8.41E-02 | 8.34E-02 | 8.31E-02 | 8.37E-02 | 8.28E-02 | 8.28E-02 |
| | AVEC PROJET 2027 | 8.43E-02 | 8.34E-02 | 8.31E-02 | 8.34E-02 | 8.28E-02 | 8.28E-02 |
| | Phase chantier 2025 | 8.44E-02 | 8.36E-02 | 8.30E-02 | 8.35E-02 | 8.28E-02 | 8.28E-02 |

Tableau 44 : Résultats obtenus pour les QD cumulés

Étude d'impact – Projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye (78)

La case verte indique que la valeur du Quotient de Danger QD est située dans le domaine de conformité $QD < 1$.

À contrario, la case orange indique que la valeur du Quotient de Danger QD est située hors du domaine de conformité.

D'après les résultats obtenus, aucun dépassement du seuil sanitaire ($QD > 1$) est observé.

L'analyse de résultats indique des QD des quatre scénarios sont comparables.

L'exposition en situation AVEC PROJET 2027 n'est pas plus néfaste que l'exposition en situations ACTUEL 2020 et SANS PROJET 2027.

➤ **Risques cumulés des substances à effet sans seuil**

Les risques cumulés à effet sans seuil de dose correspondent à la somme d'ERI. Le tableau suivant présente les résultats obtenus. Pour rappel les ERI considérés caractérisent la probabilité d'apparition d'un risque cancérigène.

| | Scénario | Bande d'étude | Populations vulnérables | | | | |
|-------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | Maximale | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ERI cumulés | ACTUEL 2020 | 1.67E-05 | 1.59E-05 | 1.57E-05 | 1.63E-05 | 1.53E-05 | 1.53E-05 |
| | SANS PROJET 2027 | 1.60E-05 | 1.56E-05 | 1.55E-05 | 1.57E-05 | 1.53E-05 | 1.53E-05 |
| | AVEC PROJET 2027 | 1.61E-05 | 1.56E-05 | 1.55E-05 | 1.56E-05 | 1.53E-05 | 1.53E-05 |
| | Phase chantier 2025 | 1.61E-05 | 1.57E-05 | 1.54E-05 | 1.57E-05 | 1.53E-05 | 1.53E-05 |

Tableau 45 : Résultats obtenus pour les ERI cumulés

La case verte indique que la valeur de l'Excès de Risque Individuel ERI est située dans le domaine de conformité $ERI < 10^{-5}$.

À contrario, la case orange indique que la valeur de l'Excès de Risque Individuel ERI est située hors du domaine de conformité.

Les résultats obtenus dépassent tous la valeur de 10^{-5} recommandée par l'OMS sur l'ensemble des sites vulnérables et quel que soit le scénario.

16 ANALYSES ET INCERTITUDES

L'incertitude affectant les résultats de l'évaluation des risques provient des différents termes et hypothèses de calcul, des défauts d'information ou de connaissance, et de la variabilité vraie des paramètres utilisés dans l'étude (ceci se réfère à la plus ou moins grande amplitude de valeurs numériques que peuvent prendre ces paramètres, par exemple le nombre de jours par an passé hors du domicile par les résidents). L'analyse des incertitudes a pour objectif de comprendre dans quel sens ces divers facteurs peuvent influencer l'évaluation des risques.

Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables (interaction ou additivité des effets ? Évolution des modes de vie ? etc.), seul un jugement qualitatif peut généralement être rendu. Néanmoins, nous avons essayé de classer ces incertitudes suivantes qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques calculés ; les incertitudes dont l'effet est inconnu seront présentées à part.

16.1 Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques

Sont listées ici les incertitudes dont on peut dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer les risques.

16.1.1 Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées

L'évaluation des risques sanitaires s'est appuyée sur les recommandations de l'Anses publiées dans un rapport en 2012 et intitulé « Sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ». Ce document propose une sélection de substances tenant compte des valeurs des facteurs d'émission et

des valeurs toxicologiques de référence pour chacune des voies d'exposition (respiratoire et digestive) et pour chacun des types d'effet (effet à seuil ou effet sans seuil).

De manière générale, le choix de traceurs de risques permet une simplification des calculs, mais a pour désavantage de ne pas prendre en compte toutes les substances. Bien que considérée comme secondaire, la non prise en compte de ces substances représente une sous-estimation des résultats sanitaires obtenus. Cette sous-estimation n'est pas susceptible de remettre en cause les résultats obtenus dans le cadre de l'ERS.

16.1.2 Quantification des émissions en substance des véhicules

Suite aux informations récentes relatives à la sous-estimation des facteurs d'émissions des véhicules diesel Euro 5 et Euro 6 en Europe et aux Etats-Unis, le groupe de travail ERMES⁵ qui comprend des instituts européens chargés de proposer des facteurs d'émission, a communiqué en octobre 2015 sur l'impact potentiel de ces nouvelles informations sur les estimations des émissions réalisées à l'aide d'outils tels que HBEFA ou COPERT (utilisé dans le cadre de cette étude). D'après ce groupe de travail, les émissions actuellement appréhendées dans les facteurs d'émission pour les véhicules diesel Euro 5 ne dépendent pas uniquement des valeurs limites à l'émission réglementaires (a priori sous-estimées), mais aussi d'autres paramètres susceptibles de rendre les émissions plus réalistes que celles estimées à partir des mesures réalisées en laboratoire (conditions non réelles). Pour ces types de véhicules, les émissions estimées à partir des facteurs d'émission proposés sont donc a priori moins minorantes par rapport à la réalité que des émissions estimées uniquement par l'intermédiaire de valeurs limites à l'émission réglementaires. Dans le cas des véhicules Euro 6, ERMES reconnaît que les facteurs d'émission proposés actuellement sont susceptibles de sous-estimer la réalité.

⁵ European Research Group on Mobile Emission Sources.

16.2 Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques

Sont listées ici les incertitudes dont on peut dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de surestimer les risques.

16.2.1 Chrome

Ce composé existe sous plusieurs degrés d'oxydation, mais des VTR ne sont pas disponibles pour le chrome total mais pour des fractions du chrome (chrome VI, chrome III). Dans l'ERS, le chrome VI a été retenu comme traceur des risques sanitaires. Les calculs de risques effectués pour le chrome VI s'appuient sur une hypothèse majorante (100 % du chrome total a été considéré comme du chrome VI) en l'absence de données suffisante dans la littérature consultée. Les risques calculés pour le chrome VI sont donc susceptibles d'être surestimés.

Malgré cette surestimation, les risques à seuil ou sans seuil de dose susceptibles d'être induits suite à une exposition par voie respiratoire restent en deçà des valeurs seuils sanitaires ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$).

16.3 Incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable)

Sont listées ici les incertitudes dont on ne peut pas dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques.

16.3.1 Mélanges de substances

Les effets des mélanges sont encore mal appréhendés et la méthode d'évaluation des risques sanitaires actuellement disponible ne permet pas de les prendre en

compte si ce n'est dans l'hypothèse d'une somme des effets des substances ayant les mêmes cibles et les mêmes mécanismes d'action (Ineris, 2003). Les effets synergiques ou antagonistes ne sont donc pas appréhendés. Comme cela est rappelé dans le rapport de l'Ineris sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de natures chimiques (Ineris, 2006)⁶, la démarche d'ERS telle qu'elle est appliquée actuellement en France fournit des résultats pour chaque substance prise individuellement. D'après l'Ineris, le cadre des pratiques méthodologiques proposées par l'US-EPA et l'ATSDR pour évaluer les risques sanitaires liés à des mélanges de polluants chimiques ne remet pas en cause à court terme les pratiques françaises actuelles menées dans les études d'impact des installations classées.

16.3.2 Taux d'exposition journalier

Il a été fait l'hypothèse que le taux d'exposition journalier (paramètre T de l'équation 1) était égal à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition journalier réel, en effet, la majorité des populations fréquentant les sites sensibles ne sont pas susceptibles d'y rester l'intégralité de leur temps dans la journée. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans la journée par ces populations sont soumis à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. En revanche, dans certains cas ou pour certaines substances, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si ces populations sont exposées, une partie de la journée, dans d'autres lieux, à des concentrations plus élevées que celles étudiées dans cette étude. Toutefois, étant donné que les niveaux des substances dans les autres milieux fréquentés par les populations ne sont pas connus, il n'est donc pas possible d'estimer si ce taux d'exposition majore ou minore les risques encourus.

⁶ Ineris, 2006, Evaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de nature chimique, Perspectives dans le cadre des études d'impact sanitaire des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des installations classées.

16.3.3 Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques

Il a été fait l'hypothèse que la fréquence d'exposition (paramètre F de l'équation 1) était égale à 0,92. Cette hypothèse majore le temps d'exposition annuel. En réalité, les populations ne restent pas toute l'année au niveau des sites sensibles. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans l'année par les populations sont soumis, en moyenne, à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. À contrario, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si les populations sont exposées une partie de l'année, dans d'autres lieux, à des concentrations, en moyenne, plus élevées que celles étudiées dans cette étude.

16.3.4 Durée d'exposition

Dans le cadre des calculs de risques sans seuil de dose, l'hypothèse selon laquelle les populations fréquentant les sites sensibles sont exposées pendant 30 ans au cours de leur vie est retenue. Il peut exister des variations locales importantes pour l'estimation de cette durée d'exposition, qui peuvent amener à une sous-estimation ou surestimation du risque selon la durée d'exposition dans un même lieu et selon les niveaux d'exposition, plus ou moins élevés, dans les autres lieux fréquentés.

16.3.5 Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci)

Dans le cadre de cette étude, les concentrations à l'intérieur des espaces clos sont considérées comme équivalentes aux concentrations à l'extérieur des espaces clos. En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas

de 100 % et il est variable d'un polluant à l'autre. Pour certaines substances (dioxyde de soufre, poussières), les concentrations en intérieur sont susceptibles d'être inférieures aux concentrations en extérieur du fait des capacités de filtration des bâtiments (Mosqueron et Nedellec, 2001)⁷.

16.3.6 Modélisation de la dispersion des concentrations

Les concentrations atmosphériques en substances investiguées dans cette étude proviennent de l'étude de dispersion basée sur la modélisation des phénomènes d'émission et de dilution dans l'atmosphère des polluants rejetés par le trafic routier. Or par définition, la modélisation simplifie les phénomènes et génère des incertitudes. Ces incertitudes sont liées d'une part au modèle et à sa conception, et d'autre part aux données d'entrée (conditions météorologiques, scénarios d'émission, etc.).

Ces sources d'incertitude sont plus importantes pour les niveaux d'exposition estimés sur de courtes périodes (risques aigus). En effet, à l'inverse des calculs de risques chroniques qui reposent sur des résultats de modélisation moyennés sur une longue période (une année), les calculs de risques aigus se basent sur des résultats ponctuels intégrés sur une heure ou une journée tout au plus. Cette période d'intégration très courte rend les résultats beaucoup plus incertains car moins robustes statistiquement (valeur ponctuelle donnée pour une condition météorologique et une heure ou une journée précise) et dépendant fortement du modèle retenu.

⁷ Mosqueron L. et V. Nedellec, 2001, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments.

16.3.7 Incertitude intrinsèque aux VTR

L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale ou sensible et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000. Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude). A titre d'exemple, les facteurs d'incertitude relatifs à la variabilité concernent la gravité ou l'occurrence des effets sanitaires pouvant être observés entre 2 espèces différentes (variabilité inter-espèce) ou au sein d'une même espèce (variabilité intra-espèce). Les facteurs d'incertitude relatifs à un manque de connaissance concernent le plus souvent un manque de données disponibles (facteur permettant l'estimation d'un NOAEL⁸ à partir d'un LOAEL⁹, facteur permettant de considérer un effet sanitaire qui a fait l'objet de peu d'études, etc.). Ces différents facteurs d'incertitude sont considérés (et précisés) dans les différentes VTR utilisées dans la présente étude.

⁸ No Observed Adverse Effect Level : dose sans effets nocif observable.

⁹ Lowest Observed Adverse Effect Level : dose la plus basse avec un effet nocif observé.

17 MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DE PROXIMITÉ

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesure compensatoire quantifiable.

Plusieurs types d'actions peuvent être envisagés pour limiter, à proximité d'une voie donnée, la pollution :

- la réduction ou la préservation par la « matière grise » (éloignement des sites sensibles, à forte densité de population pour les nouvelles constructions...), qui consiste à étudier les mesures constructives pour éviter au maximum les situations à risques,
- la réduction des émissions polluantes à la source : indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même, on peut influencer les émissions polluantes par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules...). Ces mesures relèvent de la législation des transports,
- la limitation de la dispersion des polluants : on distingue deux types de pollution, la pollution gazeuse et la pollution particulaire. La pollution gazeuse ne peut être éliminée par aucun obstacle physique. On pourra tout au plus limiter les situations à risques en facilitant sa dilution ou sa déviation d'un endroit vers un autre. De nouveaux procédés « digesteurs de NOx » au niveau des murs et revêtements de chaussées, peuvent également être mis en place suivant leurs performances techniques. La diffusion de la pollution particulaire peut, quant à elle, être piégée par des barrières physiques (écrans) ou végétales (haies),
- le suivi, la surveillance et l'information : dans le cadre de très gros projets (études de type 1...) ou dans le cas où d'importants problèmes de pollution sont attendus (dépassement des objectifs de qualité de l'air, milieu fortement urbanisé...), des capteurs de mesures de la pollution peuvent être installés à demeure. L'implantation de ce type de station vient compléter le dispositif de surveillance mis en place par les

Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et doit donc être réalisé en liaison avec celles-ci. Ces stations sont majoritairement équipées d'analyseurs en continu, qui concernent les polluants tels que les NOx, le Benzène ou les PM.

18 APPRÉCIATION DES IMPACTS DU PROJET EN PHASE CHANTIER

La phase chantier correspond à l'horizon 2025, soit la phase intermédiaire de l'étude trafic. Cette phase a été choisie car c'est celle où les trafics engendrés sont les plus élevés car il y a de manière simultanée :

- Des constructions
- Les programmes nord qui ont déjà été livrés et qui génèrent donc des flux

En phase chantier, les travaux seront principalement constitués par :

- les travaux de voiries et réseaux divers.
- Transports des matériaux et de mise en décharge
- Les émissions considérées pendant ce chantier seront :
 1. les poussières,
 2. les gaz d'échappement des engins de chantier : hydrocarbures, dioxyde d'azote NO₂, monoxyde de carbone CO, particules PM10.

En ce qui concerne les poussières émises, celles-ci seront dues à la fragmentation des particules du sol ou du sous-sol. Elles seront d'origines naturelles et essentiellement minérales. Les émissions particulières des engins de chantier seront négligeables compte tenu des mesures prises pour leur contrôle à la source (engins homologués).

De plus, l'émission des poussières sera fortement dépendante des conditions de sécheresse des sols et du vent. Le risque d'émission est en pratique limité aux longues périodes sèches, peu fréquentes compte tenu de la climatologie du site. Des mesures permettent en revanche de contrôler l'envol des poussières (comme l'arrosage des pistes par temps sec) et donc la pollution de l'air ou les dépôts sur la végétation aux alentours qui pourraient en résulter.

En ce qui concerne l'émission des gaz d'échappement issus des engins de chantier, celle-ci sera limitée car les véhicules utilisés respecteront les normes d'émission en vigueur en matière de rejets atmosphériques. Les effets de ces émissions, qu'il

s'agisse des poussières ou des gaz, sont négligeables compte tenu de leur faible débit à la source et de la localisation des groupes de populations susceptibles d'être le plus exposés.

19 CONCLUSIONS

Dans le cadre du projet de reconversion du site de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye, une étude air et santé en phase travaux et exploitation est réalisée.

Une campagne de mesure de qualité de l'air a été réalisée.

Les concentrations mesurées en dioxyde d'azote sont toutes inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité.

Les concentrations mesurées en benzène sont aussi toutes inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité.

En ce qui concerne les particules PM10, les résultats des mesures indiquent que deux points de mesures atteignent ou dépassent l'objectif de qualité (niveau assurant une protection efficace de la santé humaine) fixé à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En revanche aucun dépassement de la valeur limite (niveau évitant les effets nocifs sur la santé humaine) n'est observé 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La comparaison des résultats des mesures (en pollution de fond) aux observations d'AIRPARIF révèle que les concentrations obtenues lors de la campagne de mesures sont quasi-équivalentes.

Pour prévoir les concentrations des polluants en situation actuelle et futures, une modélisation à l'aide du logiciel ARIA Impact 3D a été effectuée en tenant compte de la topographie, des bâtiments, des trafics automobiles, de la pollution de fond et des conditions météorologiques.

Quatre scénarios ont été étudiés : ACTUEL 2020, PHASE CHANTIER en 2025, SANS PROJET 2027 et AVEC PROJET 2027.

Les résultats des calculs ont montré que :

Pour le NO₂, les seuils réglementaires à savoir la valeur limite et l'objectif de qualité (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont dépassés pour les quatre scénarios au niveau des axes à forte circulation.

Pour les particules PM10, les seuils réglementaires ne sont jamais dépassés pour les quatre scénarios (valeur limite 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et objectif de qualité 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pour les PM2.5, la valeur limite de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est jamais dépassée, l'**objectif de qualité de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** quant à lui est dépassé pour les quatre scénarios. Ce dépassement est lié à la pollution de fond qui est de 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour les autres polluants **aucun dépassement** des seuils n'est observé.

La comparaison entre **la situation actuelle et les situations futures** montre une diminution des concentrations moyennes annuelles en polluants en phase chantier et en situation avec et sans projet par rapport à la situation actuelle. Cette diminution est liée d'une part :

- à l'amélioration du parc automobile à l'horizon futur : **les véhicules de demain seront plus propres qu'aujourd'hui.**
- À la suppression de la chaufferie de l'hôpital qui est une source supplémentaire d'émissions des NO_x, CO, SO₂, COV et PM10.

La comparaison entre la **situation future avec et sans projet** à même horizon montre une augmentation des concentrations moyennes annuelles pour certains polluant en situation future avec projet par rapport à la situation sans projet. Cette augmentation est liée au trafic qui est plus important en situation future avec projet.

Cependant, certains axes comme **rue Armagis et rue d'Ourches** vont voir leurs **concentrations diminuées**. Cette diminution est liée à **la modification du plan de circulation en phase exploitation**.

Certains polluants comme le NO₂, CO et SO₂ sont en diminution en situation future avec projet par rapport à la situation future sans projet. Ces diminutions sont liées à la suppression de la chaufferie de l'hôpital.

De manière globale, les scénarii futurs sont moins impactant que le scénario ACTUEL.

L'évaluation de l'exposition avec l'Indice Pollution/Population (indicateur sanitaire basé sur les données de population et sur les concentrations de dioxyde d'azote) montre :

- Une amélioration entre le scénario ACTUEL 2020 et les scénarios futurs ;
- Une amélioration entre les scénarii SANS PROJET 2027 et AVEC PROJET 2027 liée à la démolition de la chaufferie de l'hôpital en situation avec projet (source d'émissions des oxydes d'azote).

Pour les projets de grande envergure qui impacte soit un grand nombre de personne, soit écoulant un trafic important, une Étude des Risques Sanitaires (ERS) est réalisée afin d'estimer l'impact des émissions polluantes sur la santé de personnes vivant à proximité.

De manière générale, l'ERS montre selon les différents calculs que les quatre scénarii ACTUEL 2020, SANS PROJET 2027, AVEC projet 2027 et en phase chantier en 2025 sont équivalents.

Exposition aiguë

Concernant les expositions respiratoires aiguës, des dépassements des valeurs guides associées aux particules PM10 et PM2,5 sont observés. Pour ces substances, aucune valeur toxicologique de référence n'est disponible dans la littérature consultée, par conséquent, il n'est pas possible de conclure quant à l'exclusion (ou pas) de risques sanitaires qui en découlent. D'après les informations collectées, ces dépassements, qui concernent l'ensemble des scénarios, sont principalement liés au niveau de fond ambiant (en dehors des voies de circulation).

Les expositions au dioxyde d'azote (NO₂) en moyennes annuelles maximales sur la bande d'étude sont supérieures aux valeurs-guides pour le scénario actuel en 2020 et pour le scénario futur sans projet en 2027. Ces dépassements sont liés aux émissions de NO₂ générées la chaufferie de l'hôpital.

Exposition chronique à effet de seuil

Concernant les expositions respiratoires chroniques aux substances à effets à seuil de dose, aucun dépassement de seuil sanitaire est constaté, quel que soit le scénario étudié.

Pour les poussières PM2,5 et le dioxyde d'azote, pour lesquels aucune valeur toxicologique de référence n'est disponible dans la littérature consultée, mais qui disposent d'une valeur guide annuelle, des dépassements systématiques des PM2,5 et NO₂ sont observés. Ces dépassements sont le seul fait de la pollution de fond existant en Ile-de-France qui est élevée.

Exposition chronique sans effet de seuil

Aucun dépassement des seuils sanitaires n'est observé et ce pour chacun des quatre scénarios étudiés.

Risques cumulés

Les risques cumulés concernent l'action de plusieurs substances auxquelles sont susceptibles d'être exposées les populations de la zone d'étude.

Les sommes de QD estimées ne conduisent pas à de dépassement de la valeur seuil sanitaire : les QD cumulés sont tous inférieurs au seuil d'acceptabilité, à savoir QD < 1.

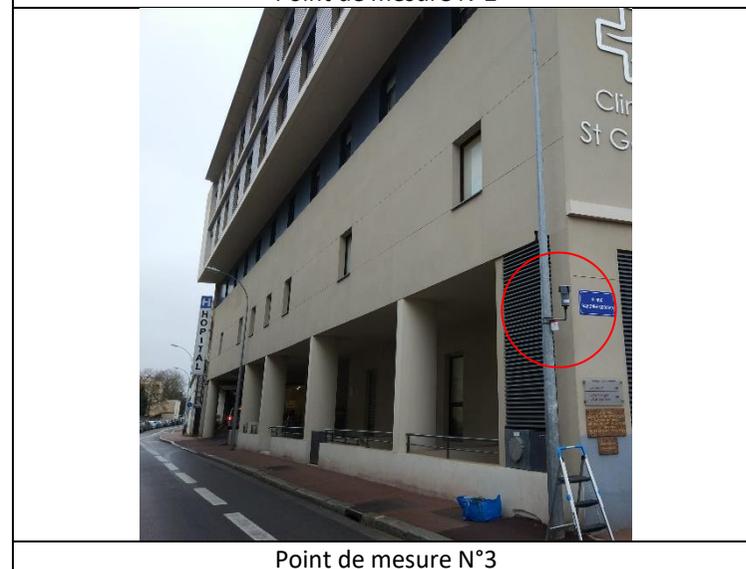
Les sommes d'excès de risque individuel (ERI) ont été estimées sans tenir compte du système cible concerné, comme cela est recommandé pour ce type de risque. Des dépassements du seuil de conformité (ERI > 10⁻⁵) sont observés sur l'ensemble des sites vulnérables en situation actuelle comme en situations futures.

D'après cette étude « air et santé », le scénario AVEC PROJET 2027, comparativement à la situation actuelle et la situation future sans projet en 2027, ne dégraderait pas la qualité de l'air au niveau du secteur du projet et ne serait pas plus impactant sur le plan de la santé des futurs résidents. Au contraire le scénario futur avec projet va permettre d'améliorer la qualité de l'air sur le

secteur du projet du fait de la suppression de la chaufferie de l'hôpital qui sera remplacée par un raccordement au réseau de chauffage urbain local.

20 ANNEXES

20.1 Mesures qualité de l'air





Point de mesure N°4



Point de mesure N°5

