

# PROJET OIN D'AMENAGEMENT GRIGNY/VIRY-CHATILLON

## ZAC GRANDE BORNE OUEST

[ESSONNE - 91]



### VOLET AIR & SANTÉ

### ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 191 704 060  
V1

15 juin 2020

**TechniSim**  
Consultants

Suivi des modifications - Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modification	Rédacteur	Relecteur
Rapport_étude-GPA_Grigny-Viry-Air_Santé-Analyse_impacts_N1.doc	1	15/06/2020	Analyse des impacts	Première version	BA	RG

## **GRAND PARIS AMENAGEMENT**

11 rue de CAMBRAI  
BP CS 10052  
75945 PARIS CEDEX 19  
TEL. : 01 40 04 66 00

### **Projet OIN d'aménagement Grigny/Viry-Châtillon ZAC Grande Borne Ouest Essonne [91]**

### **Volet Air & Santé Analyse des impacts**

#### **TECHNISIM CONSULTANTS**

2 Rue Saint-Théodore  
69003 LYON  
Tél. : 04 72 33 91 67  
Mél. : [technisim@wanadoo.fr](mailto:technisim@wanadoo.fr)

# SOMMAIRE

<b>PREAMBULE</b> .....	
<b>1. Contexte général</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Contexte législatif</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Présentation du projet</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Volet Air et santé</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1. Définition de la zone d'étude</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2. Définition du niveau de l'étude</b> .....	<b>10</b>
<b>ANALYSE DES IMPACTS</b> .....	
<b>5. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier</b> .....	<b>12</b>
<b>5.1. Quantification des émissions liées aux activités du chantier</b> .....	<b>12</b>
<b>5.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier</b> .....	<b>12</b>
<b>6. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation</b> .....	<b>14</b>
<b>6.1. Emissions provenant des bâtiments créés</b> .....	<b>14</b>
6.1.1. Généralités : émissions atmosphériques du secteur résidentiel et tertiaire.....	14
6.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments.....	16
6.1.3. Impacts du projet sur la qualité de l'air.....	16
<b>6.2. Flux de trafic</b> .....	<b>17</b>
6.2.1. Brins routiers étudiés.....	17
6.2.2. Indicateur VK.....	20
<b>6.3. Emissions atmosphériques</b> .....	<b>20</b>
6.3.1. Méthodologie.....	20
6.3.2. Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques.....	21
6.3.3. Résultats du calcul des émissions de gaz à effet de serre.....	23
<b>6.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique</b> .....	<b>24</b>
6.4.1. Méthodologie.....	24
6.4.2. Résultats de la dispersion atmosphérique.....	25
6.4.3. Résultats des substances réglementées.....	26
<b>6.5. Conclusion de l'impact du projet sur la qualité de l'air</b> .....	<b>33</b>
<b>7. Effets de la pollution atmosphérique sur la santé</b> .....	<b>33</b>
<b>7.1. Indice Pollution Population [IPP]</b> .....	<b>33</b>
7.1.1. Méthodologie.....	33
7.1.2. Résultats.....	34
<b>7.2. Évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS]</b> .....	<b>34</b>
7.2.1. Hypothèses de travail retenues.....	35
7.2.2. Contenu et démarche de l'EQRS.....	35
7.2.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuils : Quotient de danger....	40
7.2.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI).....	44
7.2.5. Incertitudes relatives à l'EQRS.....	47
<b>7.3. Synthèse – Impacts du projet sur la santé</b> .....	<b>48</b>
<b>8. Evaluation des consommations énergétiques</b> .....	<b>49</b>
<b>9. Coûts collectifs de l'impact sanitaire</b> .....	<b>49</b>
<b>9.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques</b> .....	<b>49</b>
<b>9.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre</b> .....	<b>50</b>
<b>10. Mesures de prévention et de protection contre la pollution atmosphérique</b> .....	<b>51</b>
<b>10.1. mesures de réduction de la pollution atmosphérique issue des transports</b> .....	<b>51</b>
<b>10.2. Mesures de Reduction</b> .....	<b>51</b>
<b>10.3. Aménagements du territoire</b> .....	<b>52</b>
<b>11. Qualité de l'air intérieur</b> .....	<b>52</b>
<b>11.1. Présentation</b> .....	<b>52</b>
<b>11.2. Polluants</b> .....	<b>53</b>
<b>11.3. Recommandations</b> .....	<b>53</b>
<b>12. Articulation avec le SRCAE</b> .....	<b>54</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	
<b>13. Conclusion</b> .....	<b>56</b>
<b>Annexe n°1 : Glossaire</b> .....	<b>58</b>
<b>Annexe n°2 : Effets sanitaires redoutés</b> .....	<b>60</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre de l'OIN Grigny-Viry et périmètre de la future ZAC Grande Borne Ouest ...	8
Figure 2 : Zone d'étude (bande d'étude de 400 m centrée sur la voirie étudiée) définie pour le volet Air et Santé .....	9
Figure 3 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de particules en France métropolitaine .....	14
Figure 4 : Volume des émissions de particules provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	14
Figure 5 : Volume des émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	15
Figure 6 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique.....	15
Figure 7 : Volume des émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine.....	15
Figure 8 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de métaux en France métropolitaine.....	15
Figure 9 : Tronçons routiers étudiés .....	19
Figure 10 : Flux de trafic (TMJA) : Indice VK.....	20
Figure 11 : Emissions journalières – Dioxyde d'azote .....	22
Figure 12 : Emissions journalières – Particules PM10.....	22
Figure 13 : Emissions journalières – Particules PM2,5.....	22
Figure 14 : Emissions journalières – Composés Organiques Volatils Non Méthaniques .....	22
Figure 15 : Evolution des émissions de GES (échelle logarithmique).....	23
Figure 16 : Modélisation gaussienne d'un panache.....	24
Figure 17 : Rose des vents utilisée pour les simulations.....	24
Figure 18 : Emplacements des îlots d'habitation du projet .....	26
Figure 19 : Horizon 2019 Actuel – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en $\text{NO}_2$ .....	28
Figure 20 : Horizon 2025 Fil de l'eau – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en $\text{NO}_2$ .....	28
Figure 21 : Horizon 2025 Projet – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en $\text{NO}_2$ .....	28
Figure 22 : Horizon 2035 Fil de l'eau – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en $\text{NO}_2$ .....	29
Figure 23 : Horizon 2035 Projet – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en $\text{NO}_2$ .....	29
Figure 24 : Horizon 2019 Actuel – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10.....	31
Figure 25 : Horizon 2025 Fil de l'eau – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10.....	31
Figure 26 : Horizon 2025 Projet – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10.....	31
Figure 27 : Horizon 2035 Fil de l'eau – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10.....	32
Figure 28 : Horizon 2035 Projet – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10.....	32
Figure 29 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP .....	33
Figure 30 : Carreaux Insee de la bande d'étude et projets connexes considérés.....	33
Figure 31 : Indice pollution population – Dioxyde d'azote .....	34
Figure 32 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS .....	35
Figure 33 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence .....	36
Figure 34 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident de la zone d'étude » .....	43
Figure 35 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident du secteur Places Hautes / Oiseau - Îlot A1 ».....	43

Figure 36 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident du secteur Méridien / Solstice – Îlot R2 » .....	43
Figure 37 : Consommation moyenne de carburant par jour .....	49
Figure 38 : Coût annuel de la pollution atmosphérique .....	50
Figure 39 : Coût annuel des émissions de GES .....	50
Figure 40 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe) .....	52
Figure 41 : Etiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration.....	53

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic.....	9
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti .....	10
Tableau 3 : Projets connexes considérés par l'étude trafic .....	17
Tableau 4 : Caractéristiques des brins routiers étudiés.....	18
Tableau 5 : Emissions globales pour les scénarios traités .....	21
Tableau 6 : Quantité de GES produite en $\text{kgeqCO}_2$ / jour.....	23
Tableau 7 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) maximales relevées dans la zone d'étude.....	25
Tableau 8 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) maximales relevées dans la zone d'étude pour les polluants spécifiques à l'évaluation des risques sanitaires .....	25
Tableau 9 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle .....	27
Tableau 10 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire .....	27
Tableau 11 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle.....	29
Tableau 12 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne journalière .....	30
Tableau 13 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle.....	30
Tableau 14 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française.....	32
Tableau 15 : Indice Pollution Population.....	34
Tableau 16 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuil – Exposition Chronique par inhalation .....	37
Tableau 17 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets sans seuil par inhalation .....	38
Tableau 18 : Scénarios d'exposition .....	39
Tableau 19 : Quotients de danger .....	41
Tableau 20 : Hypothèses d'exposition pour le calcul de l'ERI.....	44
Tableau 21 : Excès de risque individuel .....	45
Tableau 22 : Etapes de l'EQRS et incertitudes associées.....	47
Tableau 23 : Consommation de carburant [Tep / jour].....	49
Tableau 24 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2010 (en $\text{€}_{2010}$ / 100 véhicules x km).....	49
Tableau 25 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier .....	50
Tableau 26 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier .....	50
Tableau 27 : Effets sanitaires redoutés avec seuil – Voie inhalation.....	60
Tableau 28 : Effets sanitaires redoutés sans seuil – Voie inhalation.....	61

# ***PRÉAMBULE***

## 1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La présente étude Air et Santé s'inscrit dans le cadre de l'Opération d'Intérêt National (OIN) d'aménagement Grigny/Viry-Châtillon, sise principalement sur le territoire de la commune de Grigny, et partiellement sur la commune de Viry-Châtillon, dans le département de l'Essonne [91].

La réalisation de la ZAC Grande Borne Ouest va entraîner des modifications de trafic dont les conséquences sur la qualité de l'air et la santé doivent être analysées.

Ce document traite de l'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la *Note technique NOR : TRET1833075N 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. Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement et non d'infrastructures routières. La méthodologie de la note est adaptable pour répondre à une problématique d'aménagement puisque la population potentielle induite par l'aménagement va de fait modifier les flux de trafic de la zone.

En outre, cette approche satisfait les services de l'Etat sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

## 2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation de l'étude Air et Santé pour les projets d'aménagements repose sur les textes suivants :

- La *Loi n°76/629 du 10/07/1976* relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact ;
- La *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie*, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/02/1996 ;
- Le *Décret 93-245 du 25 février 1993* relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques ;
- La *Circulaire n°87-88 du 25 octobre 1987* relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées, modifié par la circulaire 2002-63 du 22 octobre 2002 ;
- La *Circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98* relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements ;
- La *Circulaire DGS n°185/2001 du 11/04/2001* relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire ;
- La *Circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993* prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985 ;

- La *Note technique NOR : TRET1833075N* du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ;
- Articles R221-1 à R221-3 du Code de l'environnement définissant les critères nationaux de la qualité de l'air ;
- Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014 relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du code de l'environnement ;
- Décret n° 2016-849 du 28/06/16 relatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial ;
- Décret n° 2016-753 du 07/06/16 relatif aux évaluations des émissions de Gaz à Effet de Serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains ;
- Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

Le présent dossier est réalisé selon les textes précités, et également avec l'appui des documents ci-après :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Equipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier ;
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de 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'impacts des infrastructures routières*) ;
- « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* », Guide EHESP/DGS, 2014.

### 3. PRÉSENTATION DU PROJET

Sur la planche suivante, la délimitation du périmètre de l'Opération d'Intérêt National (OIN) d'aménagement des communes de Grigny et Viry-Châtillon est colorée en 'jaune'. Il intègre le périmètre de la future ZAC Grande Borne Ouest (couleur bleu foncé) qui comprend les secteurs des Places Hautes et du Méridien, ainsi que la RD445.

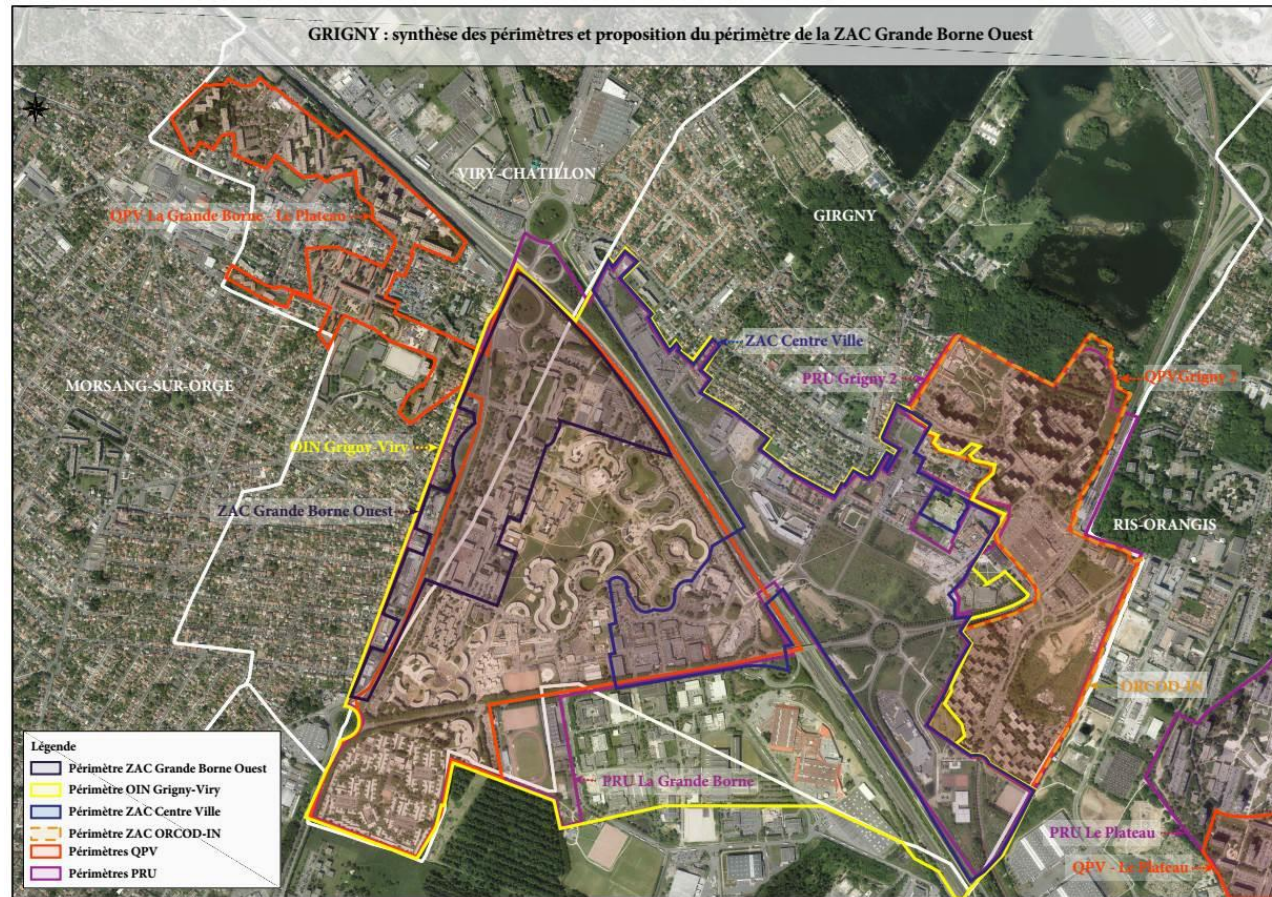


Figure 1 : Périmètre de l'OIN Grigny-Viry et périmètre de la future ZAC Grande Borne Ouest

### 4. VOLET AIR ET SANTE

#### 4.1. DÉFINITION DE LA ZONE D'ÉTUDE

##### ❖ Définition du réseau d'étude

Selon la *Note technique du 22 février 2019*, le réseau d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, à savoir :

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet.**

Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :

- Supérieurs à 5 000 véhicules / jour : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
- Inférieurs à 5 000 véhicules / jour : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules / jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
  - d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
  - d'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le Maître d'Ouvrage.

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du **Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA)**.

En milieu urbain, en fonction des données de trafic disponibles et du projet, la variation de trafic est examinée à l'**Heure de Pointe (HP)** la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du **Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA)**.

Pour cette étude, le réseau routier considéré a été élaboré à partir des données de trafic fournies.



❖ **Définition de la bande d'étude**

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du 22 février 2019*).

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type de composés étudiés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- Concernant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude dépend du trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée, et, est définie selon les données du tableau suivant.

**Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic**

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude, centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

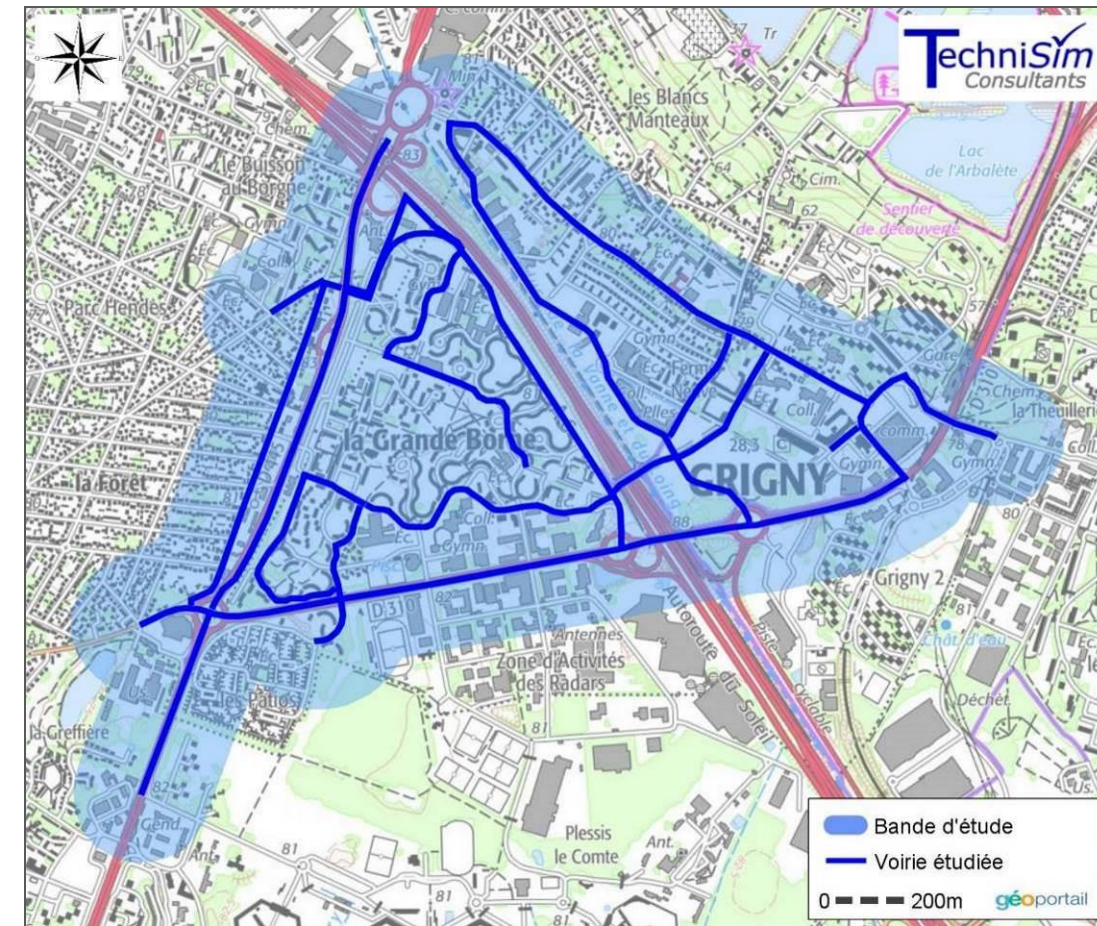
❖ **Définition de la zone d'étude**

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet santé (*Note technique du 22 février 2019*).

Concernant la définition de la zone d'étude, il a été retenu par excès la largeur de bande d'étude correspondant à la voirie connaissant le trafic le plus important. D'après les données de l'étude circulation, il s'avère que le trafic maximal sur la RD445 sera d'environ 35 000 véhicules par jour à l'horizon futur (cf. Paragraphe « 6.2 Flux de trafic »).

Au vu du trafic considéré, la zone d'étude de l'ensemble du réseau routier étudié est définie selon une largeur de 400 mètres, centrée sur la voirie étudiée.

La planche ci-après illustre la zone d'étude considérée.



**Figure 2 : Zone d'étude (bande d'étude de 400 m centrée sur la voirie étudiée) définie pour le volet Air et Santé**

## 4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés. Cela à l'aide de trois critères qui sont les suivants :

- la charge prévisionnelle de trafic en véhicules / jour ;
- la densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- la longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de déterminer les polluants à prendre en compte en fonction du degré de précision de l'étude.

Le tableau ci-dessous présente les quatre niveaux d'étude déterminés, le niveau I étant le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

**Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti**

Densité dans la zone la plus peuplée de la zone d'étude [hab/km <sup>2</sup> ]	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	≤ 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	I	II	II si L <sub>projet</sub> > 5 km ou III si L <sub>projet</sub> ≤ 5 km
2 000 hab/km <sup>2</sup> < densité < 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L <sub>projet</sub> > 25 km ou III si L <sub>projet</sub> ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L <sub>projet</sub> > 50 km ou III si L <sub>projet</sub> ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

A l'horizon futur, la charge de trafic sera supérieure à 25 000 véhicules par jour sur les voies routières les plus importantes.

Par ailleurs, la densité de population s'élèvera à près de 9 000 habitants / km<sup>2</sup> au sein de la zone d'étude avec la réalisation du projet.

### ❖ Adaptation du niveau de l'étude

Le niveau d'étude se doit d'être adapté en fonction de plusieurs paramètres. Il s'agit de :

- **La présence de lieux dits 'vulnérables'** : une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables (Et non sur la totalité de la bande d'étude) ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains)** : l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;

- **L'importance de la population** : si la population dans la bande d'étude dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. *Remarque* : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV ;
- **L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place** : si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Considérant le fait que le projet consiste dans le renouvellement urbain d'un quartier dense localisé en bordure d'axes routiers importants et sur un territoire couvert par un Plan de Protection de l'Atmosphère, il sera réalisé une étude inspirée des études d'infrastructures routières de niveau I.

Par ailleurs, il est nécessaire de garder à l'esprit que, en fonction du niveau de l'étude, les exigences réglementaires diffèrent.

Ainsi, d'après la *Note technique du 22 février 2019*, les études de niveau I requièrent :

- Caractérisation de l'état actuel avec un niveau de détail adapté à une étude niveau I ;
- Campagne de mesures *in situ* ;
- Estimation des émissions de polluants sur l'ensemble du réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d'étude ;
- Calcul de l'Indice Pollution-Population (IPP) pour le NO<sub>2</sub> ;
- Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Evaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

## ***ANALYSE DES IMPACTS***

L'objet de cette section est l'étude de l'impact sur la qualité de l'air à l'échelle locale, et sur la santé des populations par rapport au projet d'aménagement des communes de Grigny et Viry-Châtillon, dans le département de l'Essonne [91].

Cette opération peut entraîner des modifications de trafic dont les conséquences sur la qualité de l'air doivent être analysées.

Les scénarios et horizons retenus dans l'analyse des impacts afférente au dit projet sont les suivants :

- La situation existante du trafic pour l'année 2019
- L'horizon 2025 pour la situation sans projet (« Fil de l'Eau »)
- L'horizon 2025 avec la réalisation du projet
- L'horizon 2035 sans projet
- L'horizon 2035 avec projet

Rappel : l'analyse des impacts du volet Air et Santé est conduite en prenant pour cadre la **Note technique NOR : TRET1833075N 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.**

## 5. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR EN PHASE CHANTIER

Les travaux de construction peuvent polluer l'environnement.

Selon le type et la taille du chantier, les effets sont très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants.

Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- **Les gaz d'échappement des machines et engins** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- **Les émissions de poussières** : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- **Les émissions des solvants** : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- **Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP]** : le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

### 5.1. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

Il est assez malaisé de quantifier les émissions d'un chantier. La quantification des émissions appelant un nombre important de données, il n'est pas possible, au niveau actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques du chantier.

### 5.2. MESURES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures.

#### ❖ Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesures existent.

Cela consiste en des mesures :

- Techniques
- Comportementales

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.

Enfin, dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA<sup>1</sup> propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'Emulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

Les autres axes de réduction sont relatifs au comportement des opérateurs.

Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et donc de limiter leurs émissions. Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

<sup>1</sup> L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)

❖ **Mesures de réduction des émissions de poussières**

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.

Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis<sup>2</sup> en a ainsi identifié cinq, c'est-à-dire :

- Les opérations de démolition ;
- La circulation des différents engins de chantiers ;
- Les travaux de terrassement et de remblaiement ;

Et, dans une moindre mesure :

- La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux) ;
- Les travaux de soudure.

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes, pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

❖ **Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP**

Les émissions de composés organiques volatils (COV) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

A propos des opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir les préparations thermiques des revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des *émulsions* bitumineuses plutôt que des solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faibles émanations de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Eviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage de manière à ce que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

❖ **Charte Chantiers Verts**

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement du chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, par exemple :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette charte fait partie des pièces contractuelles du marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun.

En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

<sup>2</sup> Institut Pasteur, 2004, "Etude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

## 6. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

### 6.1. EMISSIONS PROVENANT DES BATIMENTS CREEES

#### 6.1.1. Généralités : émissions atmosphériques du secteur résidentiel et tertiaire

Les données présentées dans ce paragraphe émanent toutes des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique [CITEPA].

Selon ces études, la proportion du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de particules en France métropolitaine est constante sur la période 2010-2017 et cela pour tous les types de particules (cf. graphique ci-après).

Ce secteur représente plus de la moitié des émissions de particules PM01 et de carbone suie, ainsi qu'une part non négligeable des émissions de particules PM2,5 (46,5 % en moyenne sur la période 2010-2017) et de particules PM10 (32,5 % en moyenne).

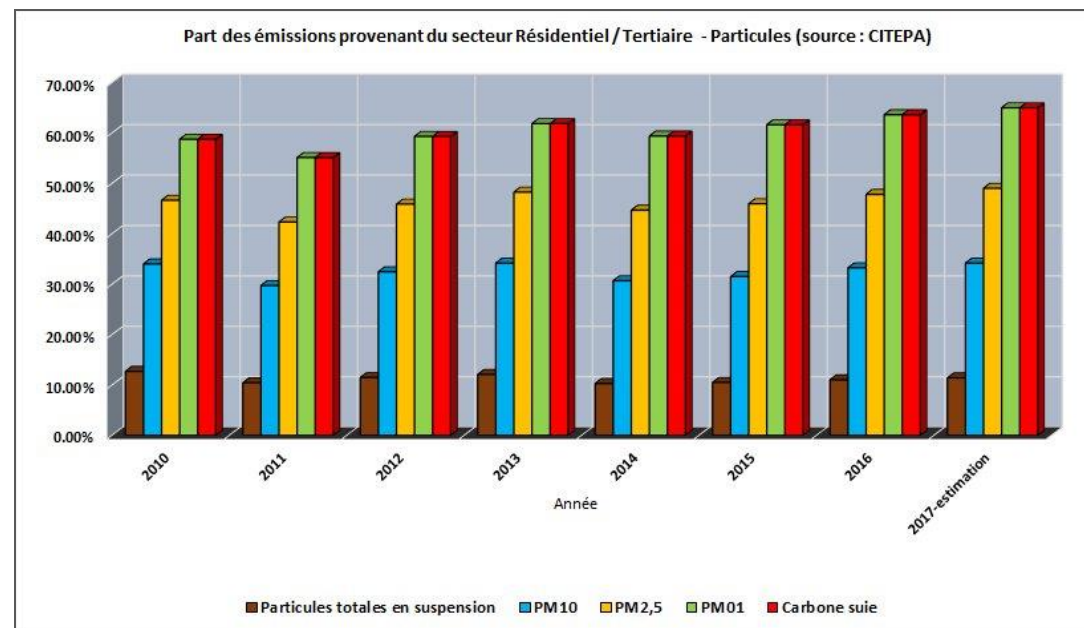


Figure 3 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de particules en France métropolitaine

Le volume des émissions de particules de ce secteur tend à diminuer sur la période 2010-2017 (cf. graphique ci-après) grâce à l'augmentation des consommations de gaz naturel au détriment des combustibles minéraux solides et combustibles liquides et à l'amélioration des performances des équipements fonctionnant au bois dans ce secteur.

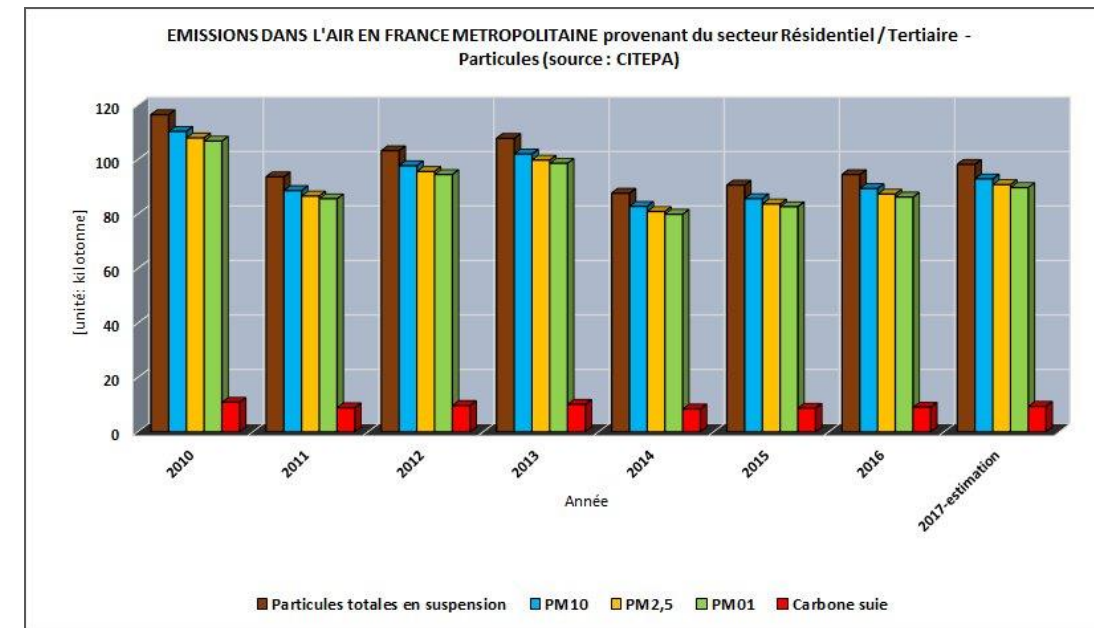


Figure 4 : Volume des émissions de particules provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

Comme illustré sur les graphiques ci-après, ce secteur est aussi une source importante de monoxyde de carbone (35,5 % en moyenne sur la période 2010-2017), de chrome (28,1 % en moyenne sur la période 2010-2017), d'arsenic (21,6 % en moyenne sur la période 2010-2017).

A l'inverse, le secteur résidentiel et tertiaire ne représente que :

- 8 % des émissions d'oxydes d'azote en moyenne sur la période 2010-2017 ;
- 12,6 % des émissions de COVNM en moyenne sur la période 2010-2017 ;
- Moins de 10 % des émissions de cadmium, de mercure, de nickel et de plomb en moyenne sur la période 2010-2017.

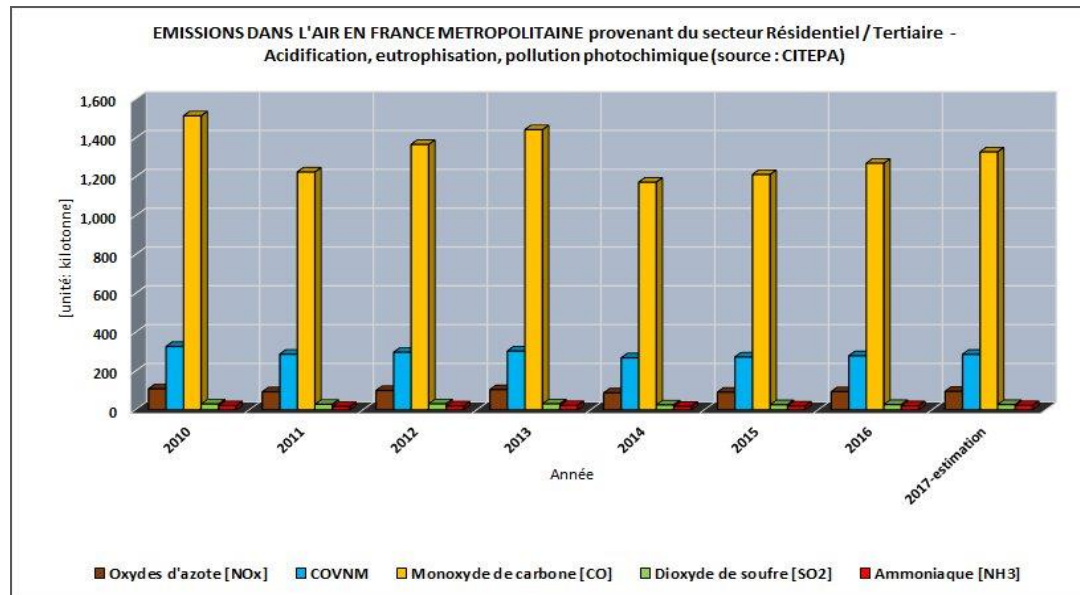


Figure 5 : Volume des émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

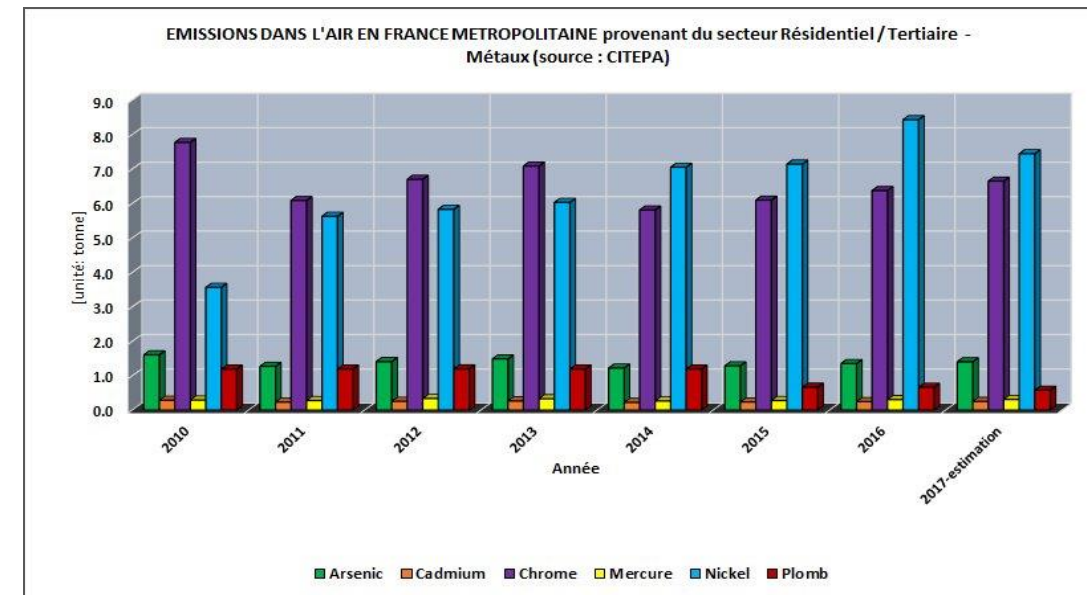


Figure 7 : Volume des émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

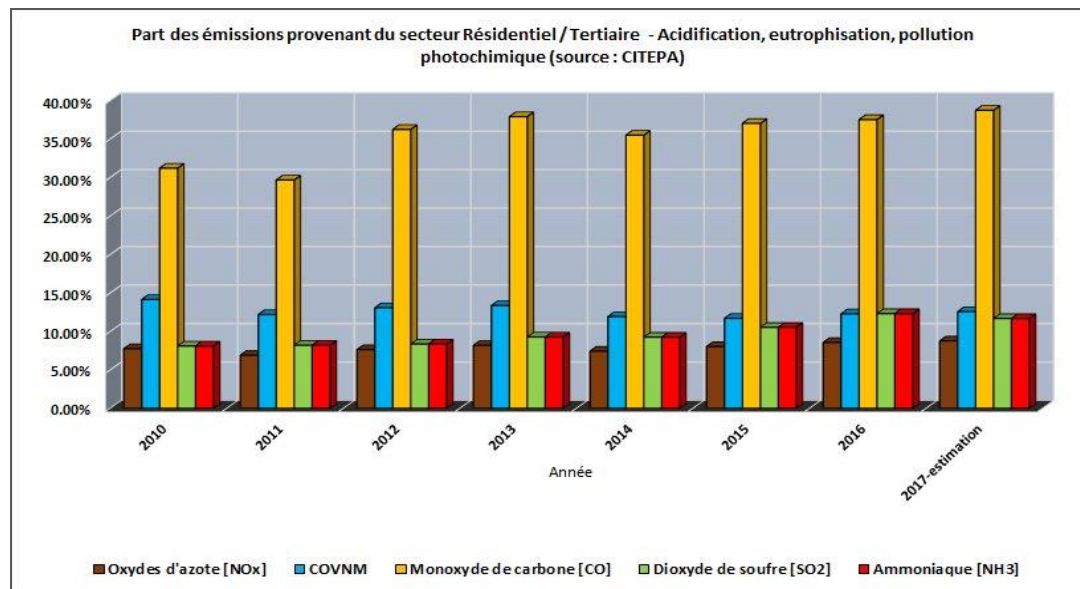


Figure 6 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

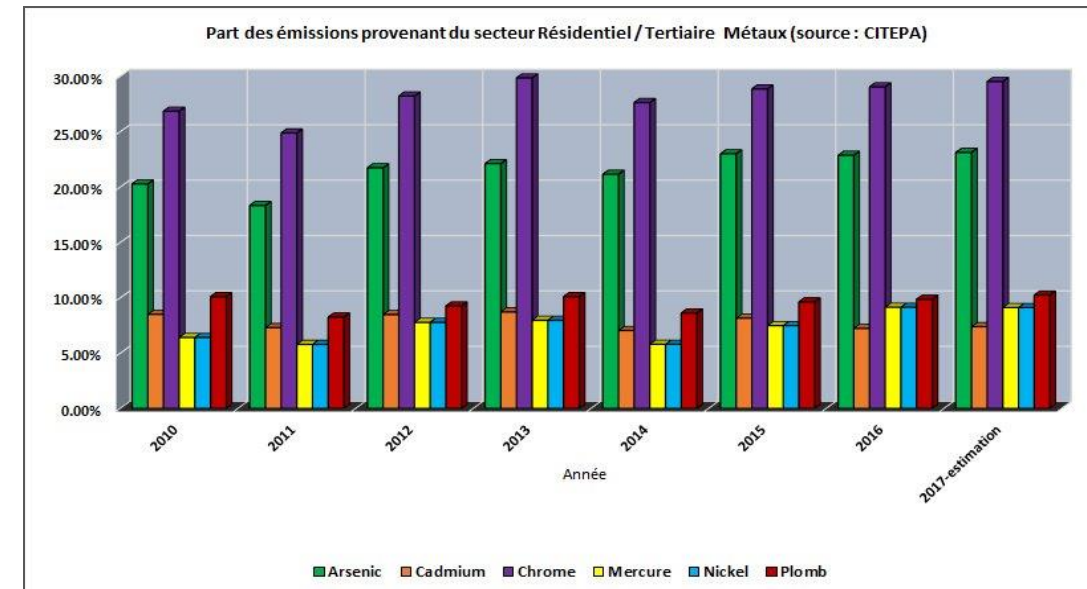


Figure 8 : Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de métaux en France métropolitaine

Enfin, notamment à cause du chauffage au bois/biomasse, le secteur résidentiel et tertiaire contribue à 55,3 % en moyenne sur la période 2010-2017 aux émissions d'HAP<sup>3</sup>, et à 44,7 % en moyenne sur la période 2010-2017 aux émissions aux émissions de dioxines et de furanes.

<sup>3</sup> Somme des HAP tels que définis par la CEE-NU : benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et indeno(1,2,3-cd)pyrène

### 6.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes majoritairement via les systèmes de :

- Chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions proviennent de la combustion d'énergie fossile et diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 ainsi que des HAP et des dioxines/furanes contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.

Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments.

Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples. Il est distingué trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de constructions ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilations/d'aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs induisent qu'il est malaisé de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations. Seules des mesures spécifiques sont susceptibles de permettre de caractériser un tel rejet. Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mises en place en vue de réduire à la fois la pollution à l'intérieur des bâtiments (comme par exemple, celle limitant le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

### 6.1.3. Impacts du projet sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés devront respecter les prescriptions de la Règlementation Thermique 2020 (RT 2020) dont le principal objectif est de ramener la performance énergétique de tous les bâtiments construits après 2020 à un niveau passif.

Cela implique que les bâtiments construits devront être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques, et être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique ainsi que d'équipements produisant eux-mêmes l'énergie (panneaux photovoltaïques, micro ou mini-cogénérateurs).

Aussi, les émissions liées au système de chauffage seront limitées.

De même, compte tenu des réglementations mises en œuvre en vue de réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées aux bâtis seront restreintes et leurs impacts seront minimales en comparaison aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.



## 6.2. FLUX DE TRAFIC

### 6.2.1. Brins routiers étudiés

Plusieurs brins ont été déterminés afin de discriminer les émissions générées dans la zone d'étude (cf. figure page suivante).

Pour chaque scénario, les éléments en liste ci-dessous sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT V pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes de l'aire d'étude :

- le trafic pour chaque tronçon exprimé en **Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA)** ;
- la vitesse de circulation ;
- la longueur des brins routiers.

Les trafics proviennent des données du BE *Transitec*, fournies par le Maître d'Ouvrage dans un courriel en date du 18/05/2020.

L'étude trafic tient également compte de la réalisation de plusieurs projets connexes pour les scénarios futurs, c'est-à-dire :

**Tableau 3 : Projets connexes considérés par l'étude trafic**

Création de nouvelles voiries	Requalification de voiries existantes	Transports collectifs	Programmation urbaine
Aménagement de la Liaison Centre Essonne	Aménagement du carrefour RN20 / Route des Chasses	Tram-train Evry-Massy (TTME ou T12 Express)	ZAC Val Vert
Voiries de desserte des projets	Aménagement du carrefour du Christ de Saclay	TZen 4	Mail des Droits de l'Homme
Déviations du Bel-Air	Requalification RN7 (Tramway)	-	Balance / Ellipse
Déviations de Paray-Vieille-Poste	Réaménagement de la tête de Pont de Villeneuve-St-Georges		Grigny 2 La Folie
By-pass RD445 Sud vers RD310 Est	Finalisation déviation RD19		Grigny 2 Barbusse
-	Ring des Ulis		Cœur de Ville
	Restructuration de la rue de la Grande Borne		Damier
	-	Les Chaulais	
		Tanguy	

Afin de mieux décrire la pollution de fond dans la zone d'étude, les émissions de l'autoroute A6 ont également été prises en compte pour la modélisation et l'évaluation des risques sanitaires. Toutefois, la circulation sur l'autoroute A6 n'étant pas impactée par le projet, celle-ci n'a pas été intégrée au réseau d'étude (cf. chapitre 4.1. *Définition de la zone d'étude*).

Les trafics sur cet axe proviennent de la Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Île-de-France (DIRIF) et des comptages SIREDO pour l'année 2017. Par défaut, la circulation sur l'A6 est considérée comme invariante aux horizons futurs.

Les vitesses considérées sont les vitesses maximales autorisées sur chaque brin.

Le tableau qui va suivre synthétise les caractéristiques considérées pour les brins routiers étudiés.

La figure placée immédiatement après ce tableau repère les emplacements de ces brins.

Tableau 4 : Caractéristiques des brins routiers étudiés

N° brin	Nom de la voie	Vitesse	Taux de poids lourds	Trafic Tous Véhicules (TMJA)				
				2019 Actuel	2025 Fil de l'Eau	2025 Projet	2035 Fil de l'Eau	2035 Projet
1	Avenue de la Gribette	50 km/h	1,5 %	11 000	9 450	9 450	9 050	9 050
2	Avenue du Docteur Fichez - RD445	50 km/h	5,0 %	29 000	26 450	26 150	25 600	25 700
3	Avenue Emile Aillaud - RD310	50 km/h	3,5 %	19 200	17 200	16 800	16 800	16 800
4	Rue du Ravin	30 km/h	0,5 %	2 200	1 900	1 900	1 800	1 800
5	Rue des Radars	30 km/h	0,5 %	700	600	600	550	550
6	-	30 km/h	1,5 %	3 000	2 550	2 550	2 450	2 450
7	Rue Dédale	30 km/h	1,5 %	2 100	1 800	1 650	1 700	1 700
8	Rue des Ateliers / Rue du Minotaure	30 km/h	4,0 %	2 500	2 150	2 150	1 950	1 950
9	Rue de la Grande Borne	50 km/h	1,0 %	7 600	6 500	6 500	6 200	6 200
10	Avenue Emile Aillaud - RD310	50 km/h	3,5 %	19 200	17 200	16 800	16 800	16 800
11	Avenue Emile Aillaud - RD310	50 km/h	3,5 %	22 330	20 000	19 750	19 850	19 900
12	Chemin du Plessis	50 km/h	1,0 %	8 600	7 300	7 300	7 100	7 100
13	Avenue de la Première Armée Rhin et Danube - RD310	50 km/h	4,0 %	22 600	20 200	20 200	19 900	19 900
14	Place Henri-Barbusse	50 km/h	1,0 %	6 100	5 350	5 350	5 650	5 650
15	Rue Saint-Exupéry	50 km/h	1,5 %	1 600	1 400	1 400	1 300	1 300
16	Route de Corbeil	30 km/h	5,0 %	10 000	8 600	8 600	8 200	8 200
17	Route de Corbeil / Rue du Moulin	50 km/h	3,0 %	9 400	8 100	8 100	7 900	7 900
18	Rue des Carriers Italiens / Rue de la Ferme Neuve	50 km/h	1,0 %	8 200	7 300	7 300	7 100	7 100
19	Chemin du Plessis	50 km/h	8,0 %	4 400	3 750	3 750	3 550	3 550
20	Rue de la Paix / Rue des Jardins de la Ferme	30 km/h	1,0 %	2 300	2 000	2 000	1 900	1 900
21	-	30 km/h	7,5 %	5 100	4 350	4 350	4 200	4 200
22	Rue de la Grande Borne	30 km/h	5,0 %	5 000	4 300	4 300	4 100	3 100
23	Voie de la Plaine	30 km/h	0,5 %	900	800	800	750	1 750
24	Quartier du Méridien	30 km/h	0,5 %	800	700	700	700	700
25	Avenue de la Grande Borne	30 km/h	5,0 %	4 800	4 100	4 100	0	0
26	Avenue de la Grande Borne	30 km/h	5,0 %	0	0	0	3 900	2 900
27	Avenue Victor Schœlcher - RD445	50 km/h	5,5 %	31 200	27 550	26 650	26 250	26 250
28	Avenue Victor Schœlcher - RD445	50 km/h	6,0 %	38 600	33 900	33 000	32 300	32 350
29	Route de Fleury	50 km/h	1,0 %	3 400	2 900	2 900	2 800	2 800
30	Avenue de la Forêt	30 km/h	0,5 %	1 000	850	850	800	800
31	Autoroute A6	110 km/h	8,9 %	138 300	138 300	138 300	138 300	138 300

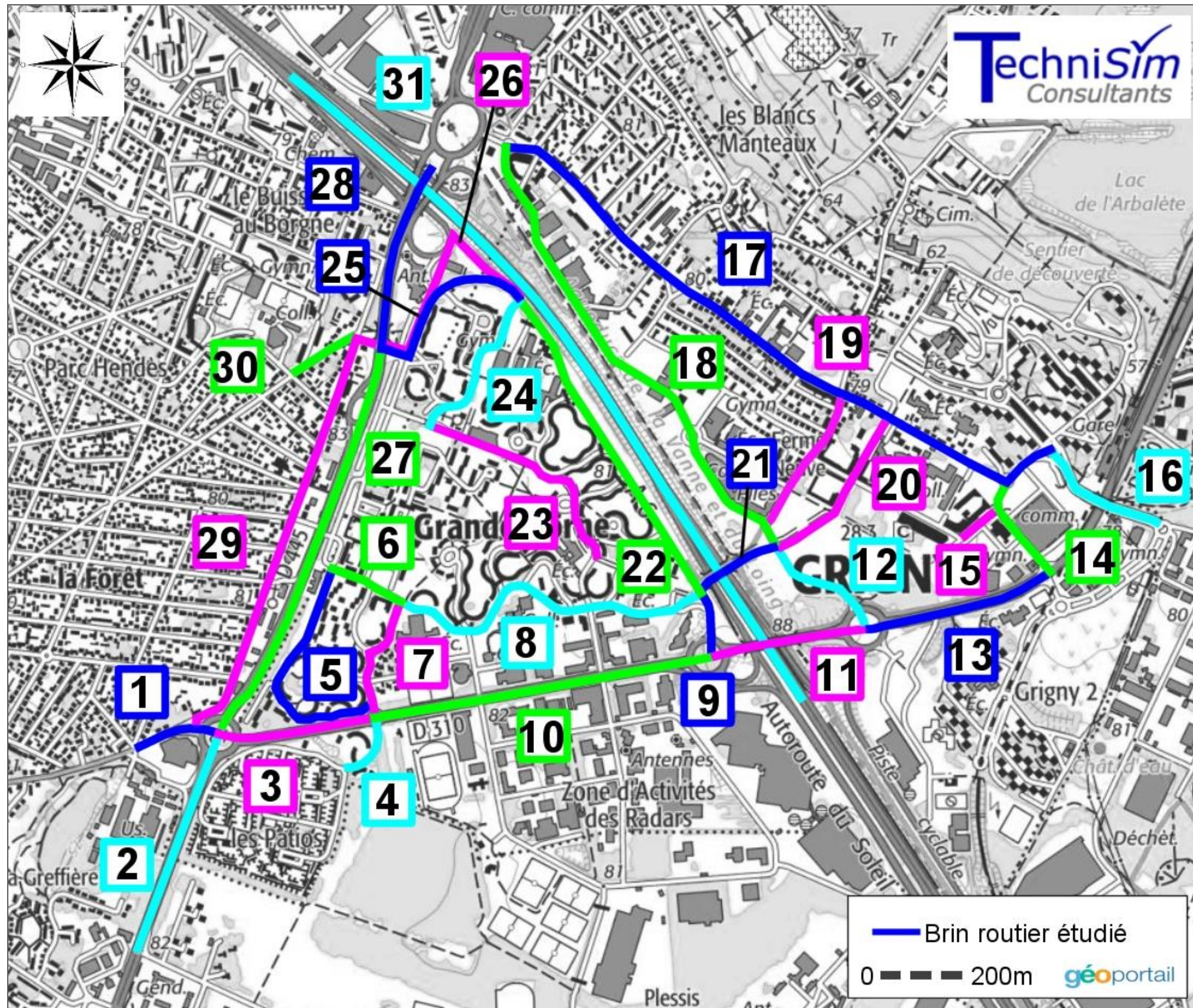


Figure 9 : Tronçons routiers étudiés

### 6.2.2. Indicateur VK

L'estimation des flux de trafic est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ».

Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules.

Pour les scénarios analysés et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où : VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;  
 Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;  
 Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet ainsi l'estimation d'un flux de véhicules le long de leur parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux.

Il a été tenu compte uniquement des trafics sur les voies du réseau d'étude, c'est-à-dire les voies sur lesquelles le projet est susceptible d'exercer une influence.

Le trafic de l'autoroute A6 n'est donc pas considéré pour le calcul de l'indice VK.

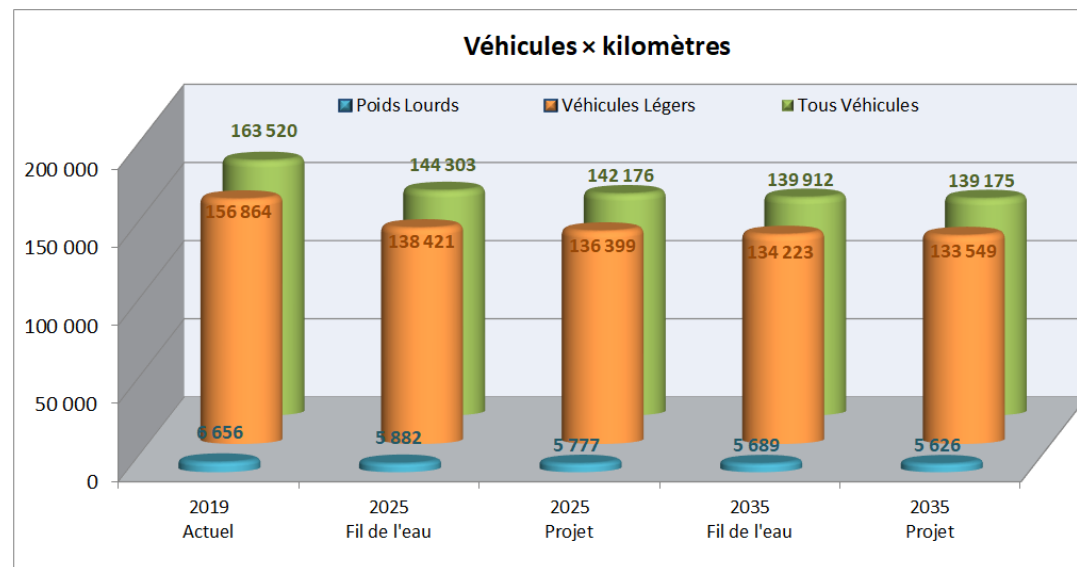


Figure 10 : Flux de trafic (TMJA) : Indice VK

Aux horizons futurs, le trafic diminue au niveau des brins routiers étudiés pour l'ensemble des scénarios.

Ainsi, l'indice Véhicules-Kilomètre du scénario avec projet diminue de 13 % -par rapport à l'état actuel- en 2025 (-1,5 % par rapport au fil de l'eau), et de 15 % à l'horizon 2035 (-0,5 % en comparaison au Fil de l'Eau).

## 6.3. EMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

### 6.3.1. Méthodologie

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET<sup>[1]</sup>, CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.).

Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens.

Bien que s'agissant d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km<sup>2</sup>) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, dénommé « brin », ou du réseau routier d'une zone ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic.

Le flux total par tronçons est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro. Cette ventilation utilise les données du parc automobile standard français déterminé en 2013 par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR) pour l'intervalle 1990-2030.

Ainsi, les émissions pour l'horizon 2035 ont été calculées à partir du parc routier le plus lointain disponible (2030), ce qui tend à une majoration des rejets de polluants pour cet horizon.

Le modèle d'émissions du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.

Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

<sup>[1]</sup>MEET: Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

Les composés à prendre en compte dans les études Air et Santé de type I sont les suivants :

- Oxydes d'azote (NOx) ;
- Particules PM10 et PM2,5 ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) ;
- Benzène ;
- Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ;
- Arsenic ;
- Nickel ;
- Benzo[a]pyrène.

Pour l'Évaluation des Risques Sanitaires, le calcul des émissions est également nécessaire pour les polluants rappelés ci-dessous :

- 1,3 Butadiène
- Chrome VI
- Acénaphène
- Acénaphthylène
- Anthracène
- Benzo[a]anthracène
- Benzo[a]pyrène
- Benzo[b]fluoranthène
- Benzo[k]fluoranthène
- Chrysène
- Dibenzo[a,h]anthracène
- Fluorène
- Fluoranthène
- Indéno[1,2,3-cd]pyrène
- Phénanthrène
- Pyrène
- Benzo[j]fluoranthène
- Benzo[ghi]pérylène

### 6.3.2. Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques

Le tableau immédiatement suivant dresse la liste des émissions journalières sur la voirie prise en compte dans le réseau d'étude (hors autoroute A6) sur la base du parc routier moyen urbain français de l'IFSTTAR [Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux].

Par rapport à la situation actuelle de 2019, les émissions de polluants atmosphériques vont globalement diminuer pour les scénarios futurs à cause des évolutions du parc routier, c'est-à-dire : apparition et généralisation des améliorations technologiques concernant les moteurs et les systèmes épuratifs des véhicules, et développement des véhicules hybrides et électriques, etc.

Ainsi, les émissions du scénario « 2025 Projet » vont diminuer de -27 % par rapport à 2019 (-1,5 % par rapport au Fil de l'Eau), et celles de la situation « 2035 Projet » vont être réduites de -36 % en comparaison avec l'état actuel (-0,7 % en comparaison avec la situation sans projet).

Tableau 5 : Emissions globales pour les scénarios traités

Composés	2019 Actuel	2025 Fil de l'Eau	2025 Projet	2035 Fil de l'Eau	2035 Projet
<i>Monoxyde de carbone [kg / jour]</i>	68,0	29,6	29,2	23,5	23,4
<i>Dioxyde d'azote [kg / jour]</i>	28,5	15,8	15,6	10,8	10,8
<i>Particules PM10 [kg / jour]</i>	6,81	5,02	4,95	4,55	4,51
<i>Particules PM2,5 [kg / jour]</i>	4,68	3,14	3,09	2,72	2,70
<i>Dioxyde de soufre [kg / jour]</i>	0,80	0,68	0,67	0,63	0,62
<i>COVNM [kg/jour]</i>	4,78	1,22	1,21	0,70	0,69
<i>Arsenic [mg / jour]</i>	2,99	2,57	2,53	2,38	2,37
<i>Nickel [mg / jour]</i>	22,8	19,6	19,3	17,9	17,8
<i>Chrome [mg / jour]</i>	63,3	55,5	54,7	53,7	53,3
<i>Benzène [g / jour]</i>	155,8	40,2	39,6	24,0	23,9
<i>Benzo[a]pyrène [g / jour]</i>	0,21	0,15	0,15	0,13	0,13
<i>1,3 Butadiène [g / jour]</i>	54,4	16,7	16,5	10,6	10,5
<i>Acénaphène [g / jour]</i>	3,68	2,44	2,40	1,94	1,93
<i>Acénaphthylène [g / jour]</i>	2,75	1,83	1,80	1,45	1,45
<i>Anthracène [g / jour]</i>	0,38	0,42	0,41	0,40	0,39
<i>Benzo[a]anthracène [g / jour]</i>	0,36	0,26	0,26	0,22	0,22
<i>Benzo[b]fluoranthène [g / jour]</i>	0,26	0,21	0,20	0,18	0,18
<i>Benzo[ghi]pérylène [g / jour]</i>	0,41	0,34	0,33	0,29	0,29
<i>Benzo[j]fluoranthène [g / jour]</i>	0,13	0,16	0,15	0,15	0,15
<i>Benzo[k]fluoranthène [g / jour]</i>	0,22	0,16	0,16	0,14	0,14
<i>Chrysène [g / jour]</i>	0,66	0,48	0,47	0,41	0,41
<i>Dibenzo[a,h]anthracène [g / jour]</i>	46,1	31,8	31,3	26,3	26,1
<i>Fluoranthène [g / jour]</i>	3,34	2,63	2,59	2,26	2,25
<i>Fluorène [g / jour]</i>	0,27	0,24	0,23	0,23	0,23
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène [g / jour]</i>	0,20	0,16	0,16	0,14	0,14
<i>Phénanthrène [g / jour]</i>	6,66	5,64	5,56	4,92	4,90
<i>Pyrène [g / jour]</i>	3,04	2,20	2,17	1,85	1,84

Les histogrammes suivants représentent graphiquement les émissions des principaux composés caractéristiques de la pollution routière.

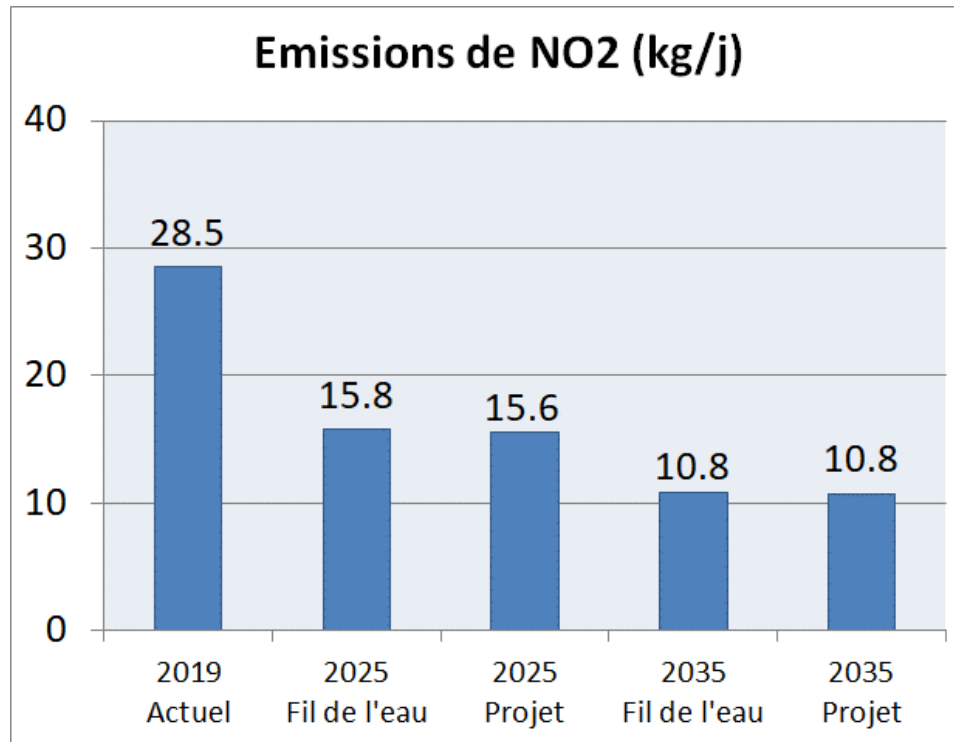


Figure 11 : Emissions journalières – Dioxyde d'azote

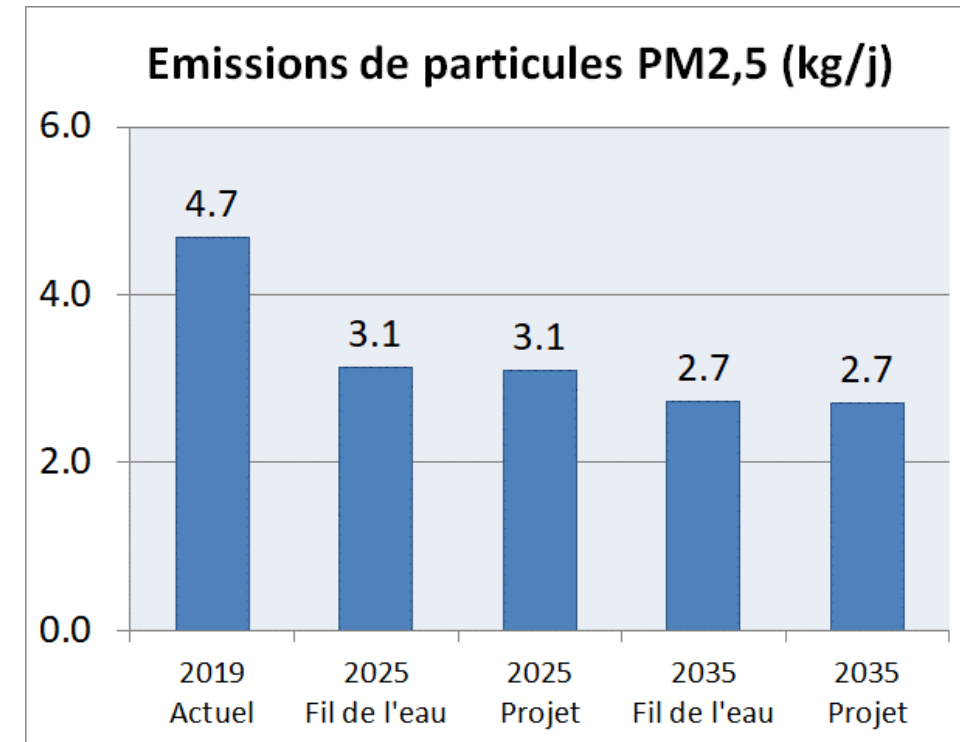


Figure 13 : Emissions journalières – Particules PM2,5

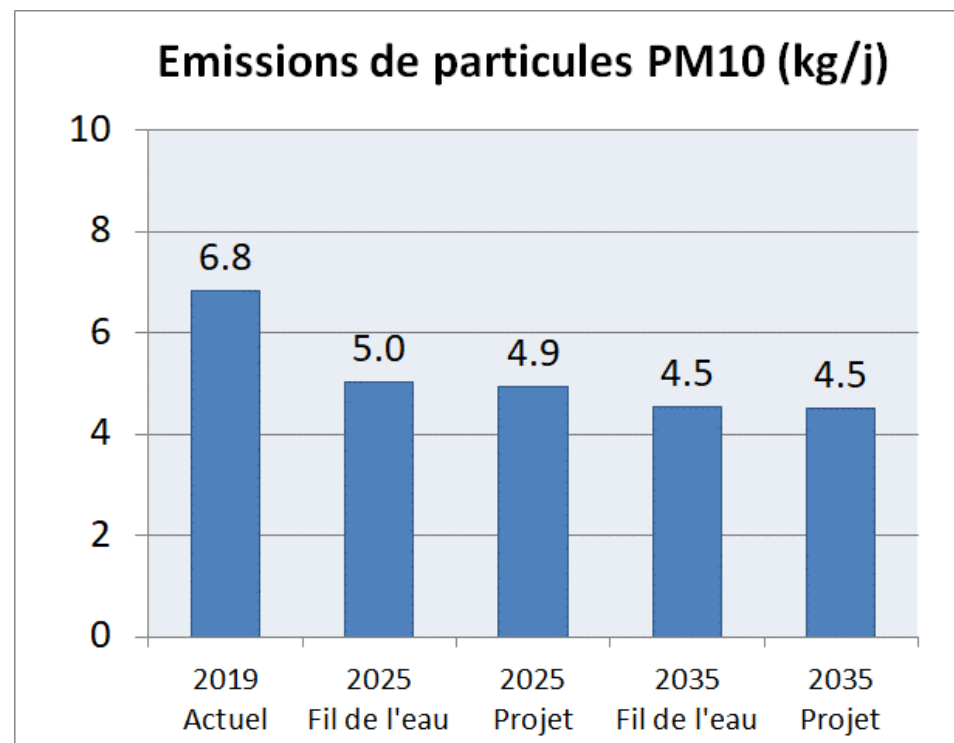


Figure 12 : Emissions journalières – Particules PM10

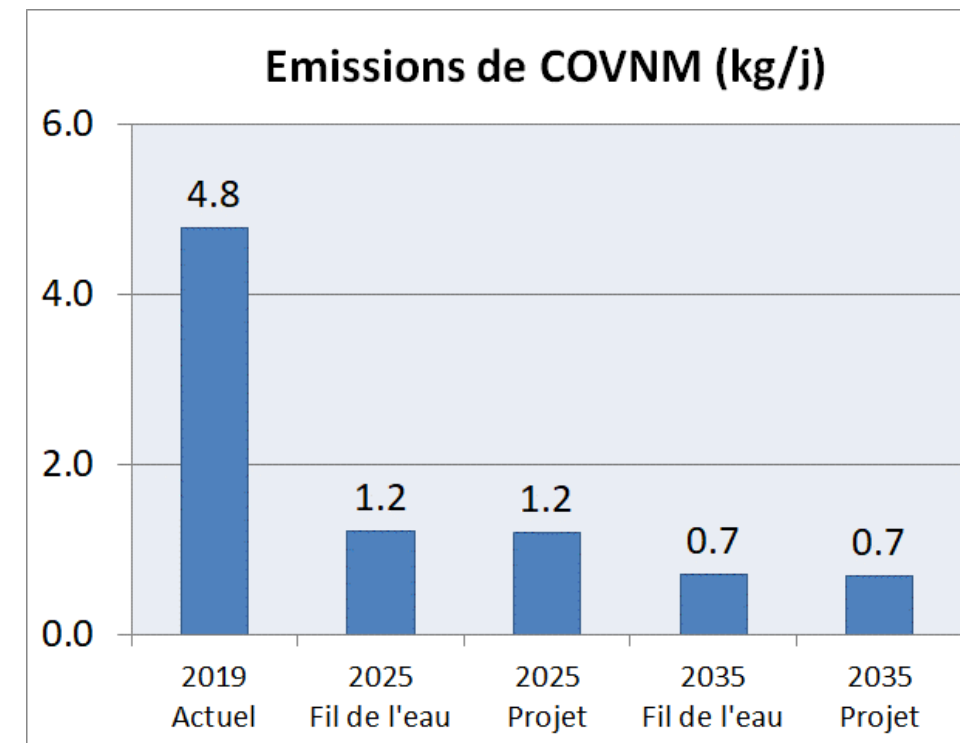


Figure 14 : Emissions journalières – Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

### 6.3.3. Résultats du calcul des émissions de gaz à effet de serre

#### ❖ Présentation

Les gaz à effet de serre (GES) participent au phénomène d'effet de serre, qui permet à une partie du rayonnement solaire d'être absorbée, puis réémise, cela provoquant le réchauffement de la surface de la terre et de l'atmosphère. Leurs émissions doivent donc être maîtrisées de manière à ne pas assister à une augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre, ce qui pourrait avoir des répercussions néfastes sur l'environnement et les écosystèmes.

Le domaine des transports contribue à hauteur d'environ 25 % des émissions de GES, avec notamment les transports routiers dont la combustion des carburants dans les moteurs produit des GES, le plus important étant le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère. Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>, quel que soit le GES considéré.

Les trois gaz à effet de serre dont les émissions ont été calculées sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone, ou gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) ;
- Le méthane (CH<sub>4</sub>) ;
- L'oxyde nitreux, ou protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).

#### ❖ Emissions en GES dues au trafic sur la voirie considérée

Ici, la quantification en GES a été effectuée au moyen du logiciel COPERT V pour les émissions engendrées par le trafic de la voirie prise en compte dans le réseau d'étude uniquement.

La quantité moyenne de GES produite quotidiennement – principalement du dioxyde de carbone – est reportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Quantité de GES produite en kgeqCO<sub>2</sub> / jour

	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
Dioxyde de carbone [CO <sub>2</sub> ]	31 734	27 650	27 239	26 378	26 185
Méthane [CH <sub>4</sub> ]	11,9	5,7	5,6	5,7	5,7
Protoxyde d'azote [N <sub>2</sub> O]	588	436	429	373	371
<b>Total des GES</b>	<b>32 334</b>	<b>28 091</b>	<b>27 674</b>	<b>26 757</b>	<b>26 562</b>

Les émissions de Gaz à Effet de Serre pour les situations avec projet subissent une variation de -14 % à l'horizon 2025 (-1,5 % par rapport à la situation au Fil de l'Eau) et de -18 % en 2035 (-0,7 % par rapport à la situation sans projet).

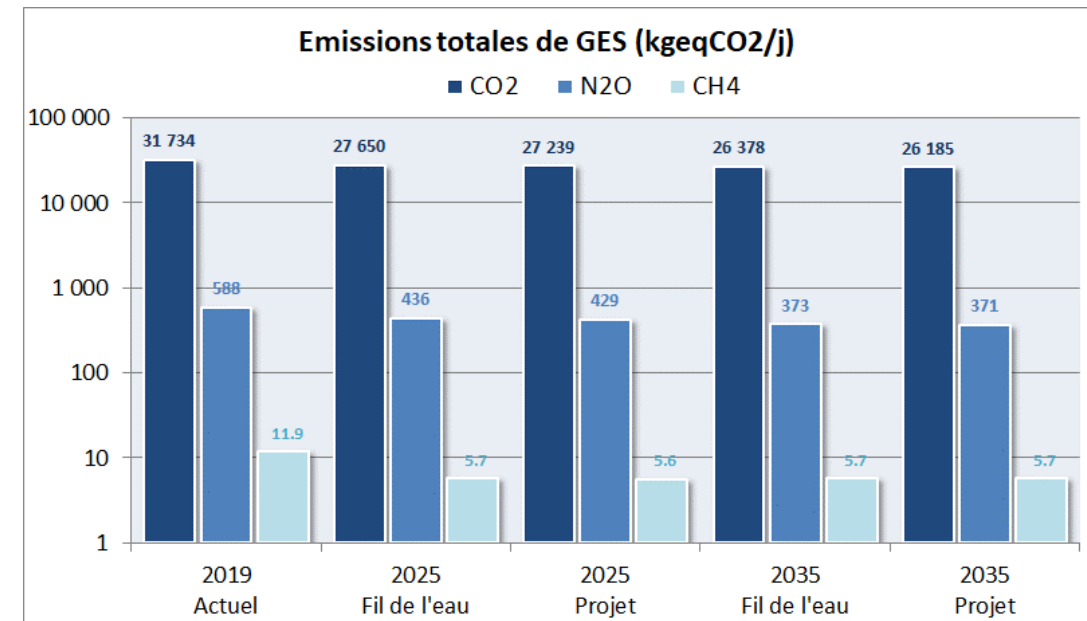


Figure 15 : Evolution des émissions de GES (échelle logarithmique)

## 6.4. SIMULATION NUMÉRIQUE DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants au niveau de la zone d'étude du projet.

Dans le cas étudié ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA).

Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, les données météorologiques et la topographie.

### 6.4.1. Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux Etats-Unis pour toutes les études réglementaires.

C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Ce modèle suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.

Ce type de modèle permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.

Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.

AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques : Aermat et Aermap.

L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations, est la suivante :

$$C(x, y, z) = \frac{Q_m}{2 \cdot \pi \cdot u_{10} \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2(x)}\right) \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) \right]$$

- Avec
- C Concentration de polluants au point x,y,z (M/L<sup>3</sup>)
  - Q Débit de la source de polluants en (M/T)
  - U<sub>10</sub> Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
  - σ<sub>y</sub> Ecart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
  - σ<sub>z</sub> Ecart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
  - h Hauteur effective de la source de polluants (L)

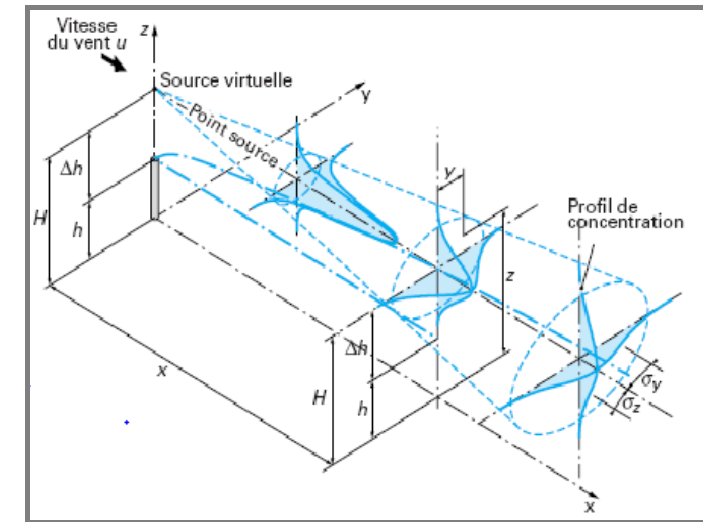


Figure 16 : Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants est directement influencée par les conditions météorologiques.

Les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis pour une année complète au niveau de la station météorologique de l'aéroport de Paris-Orly. L'utilisation de données horaires permet d'assurer une bonne représentativité de l'évolution des paramètres.

La figure ci-dessous image la rose des vents utilisée pour les simulations.

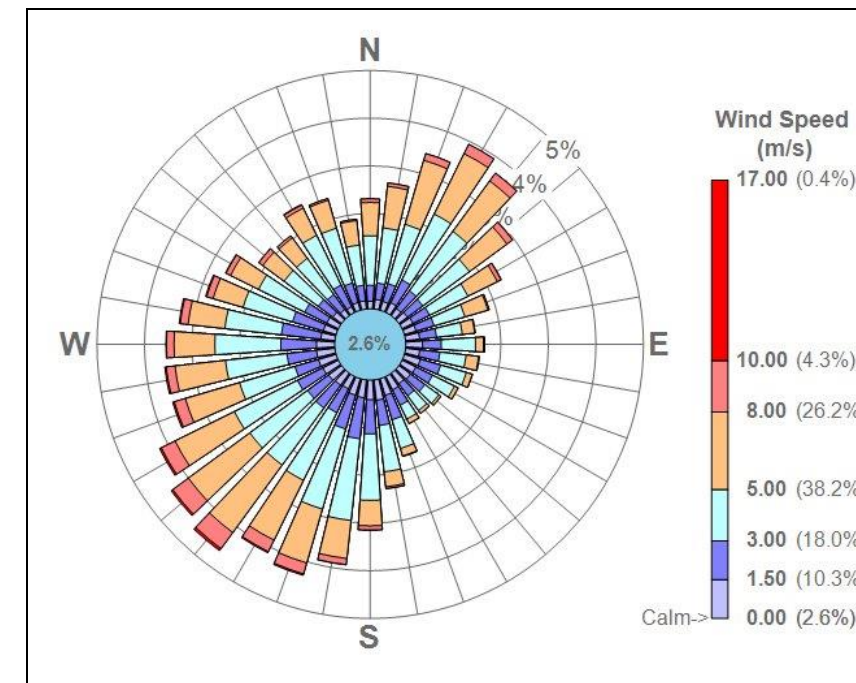


Figure 17 : Rose des vents utilisée pour les simulations



#### 6.4.2. Résultats de la dispersion atmosphérique

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à hauteur d'homme. Ils sont obtenus pour chaque scénario de modélisation retenu.

Les tableaux qui vont suivre présentent les résultats des **concentrations maximales** obtenues, en tenant compte de l'influence de l'autoroute A6 sur l'ensemble de la zone étudiée.

*Remarque importante : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.*

Tableau 7 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) maximales relevées dans la zone d'étude

Polluants atmosphériques						
COMPOSÉS	Pas de temps	2019 Actuel	2025 Fil de l'Eau	2025 Projet	2035 Fil de l'Eau	2035 Projet
Dioxyde d'azote	Année	52,1	29,9	29,5	20,8	20,8
	Heure	486	303	303	220	220
Particules PM10	Année	9,80	6,98	6,97	6,08	6,07
	Jour	39,0	28,5	28,2	25,6	25,7
Particules PM2,5	Année	7,44	4,64	4,64	3,72	3,69
Dioxyde de soufre	Année	1,34	1,24	1,24	1,18	1,18
	Jour	4,81	4,60	4,59	4,36	4,36
	Heure	11,9	11,5	11,5	11,0	11,0
Monoxyde de carbone	Année	277	147	147	120	120
	Heure	2 997	1 599	1 598	1 296	1 295
Benzène	Année	0,29	0,11	0,11	0,08	0,08
B[a]P	Année	2,96E-04	2,47E-04	2,46E-04	2,16E-04	2,16E-04
Arsenic	Année	5,05E-06	4,67E-06	4,67E-06	4,46E-06	4,46E-06
Nickel	Année	3,86E-05	3,55E-05	3,55E-05	3,36E-05	3,36E-05

Tableau 8 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) maximales relevées dans la zone d'étude pour les polluants spécifiques à l'évaluation des risques sanitaires

Polluants atmosphériques spécifiques à l'évaluation des risques sanitaires						
COMPOSÉS	Pas de temps	2019 Actuel	2025 Fil de l'Eau	2025 Projet	2035 Fil de l'Eau	2035 Projet
1,3 Butadiène	Année	1,02E-01	3,55E-02	3,54E-02	2,60E-02	2,60E-02
Chrome	Année	1,07E-04	1,01E-04	1,01E-04	1,01E-04	1,01E-04
Acénaphène	Année	5,05E-03	3,77E-03	3,76E-03	3,08E-03	3,07E-03
Acénaphthylène	Année	3,78E-03	3,77E-03	2,82E-03	2,30E-03	2,29E-03
Anthracène	Année	6,24E-04	7,29E-04	7,19E-04	7,05E-04	7,05E-04
Benzo[a]anthracène	Année	5,20E-04	4,34E-04	4,31E-04	3,75E-04	3,75E-04
Benzo[a]pyrène	Année	2,96E-04	2,47E-04	2,46E-04	2,16E-04	2,16E-04
Benzo[b]fluoranthène	Année	4,25E-04	3,66E-04	3,65E-04	3,36E-04	3,36E-04
Benzo[ghi]pérylène	Année	5,76E-04	5,29E-04	5,28E-04	4,76E-04	4,74E-04
Benzo[j]fluoranthène	Année	2,90E-04	3,35E-04	3,34E-04	3,36E-04	3,36E-04
Benzo[k]fluoranthène	Année	3,66E-04	3,08E-04	3,08E-04	2,83E-04	2,83E-04
Chrysène	Année	1,09E-03	8,92E-04	8,91E-04	8,05E-04	8,05E-04
Dibenzo[a,h]anthracène	Année	6,73E-05	5,29E-05	5,23E-05	4,42E-05	4,42E-05
Fluoranthène	Année	4,84E-03	4,29E-03	4,28E-03	3,75E-03	3,75E-03
Fluorène	Année	6,99E-04	6,88E-04	6,88E-04	6,88E-04	6,87E-04
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	Année	2,96E-04	2,67E-04	2,65E-04	2,38E-04	2,38E-04
Phénanthrène	Année	9,41E-03	8,98E-03	8,96E-03	8,03E-03	8,02E-03
Pyrène	Année	4,54E-03	3,74E-03	3,66E-03	3,19E-03	3,19E-03

### 6.4.3. Résultats des substances réglementées

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air, sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, 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 ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur-cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur-limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

La liste des substances faisant l'objet d'une réglementation est la suivante :

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| • Le dioxyde d'azote ;   | • Le monoxyde de carbone ; |
| • Les particules PM10 ;  | • Le benzo[a]pyrène ;      |
| • Les particules PM2,5 ; | • L'arsenic ;              |
| • Le benzène ;           | • Le nickel.               |
| • Le dioxyde de soufre ; |                            |

Parmi les composés règlementés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2,5.

L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air se portera essentiellement sur les polluants précités.

Dans les paragraphes ci-dessous, il est étudié les effets de la pollution sur les différentes zones d'habitation prévues dans le programme du projet :

- Secteur Places Hautes / Oiseau : îlots A1, A2, B1, B2, C1, C2, E1, E3, G1, G2, H1 et H2 ;
- Secteur Méridien / Solstices : îlot R2.

Les emplacements de ces îlots d'habitation sont repérés figure suivante.



Figure 18 : Emplacements des îlots d'habitation du projet

❖ **Dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>]**

Les tableaux ci-dessous explicitent les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations au niveau de la zone d'étude, et au niveau de la zone la plus impactée de chaque îlot d'habitation du projet.

Tableau 9 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Moyenne annuelle	Valeur-limite		40 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle		
	Recommandation OMS		40 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle		
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
<b>MAXIMUM</b>	52,1	29,9	29,7	20,8	20,8
<b>MOYENNE</b>	7,3	4,4	4,3	3,1	3,1
<b>CENTILE 90</b>	15,5	9,5	9,5	6,8	6,8
<b>CENTILE 80</b>	9,0	5,4	5,4	3,9	3,8
Îlot A1	9,2	5,5	5,4	3,9	3,9
Îlot A2	8,7	5,1	5,1	3,6	3,6
Îlot B1	8,4	5,1	5,0	3,6	3,6
Îlot B2	7,7	4,6	4,6	3,3	3,3
Îlot C1	8,4	5,0	4,9	3,5	3,5
Îlot C2	7,4	4,4	4,4	3,2	3,2
Îlot E1	7,2	4,3	4,2	3,0	3,0
Îlot E3	6,7	4,0	4,0	2,9	2,9
Îlot H1	7,2	4,2	4,2	3,0	3,0
Îlot H2	8,1	4,7	4,7	3,3	3,3
Îlot G1	6,2	3,7	3,7	2,6	2,6
Îlot G2	7,0	4,1	4,1	2,9	2,9
Îlot R2	14,1	8,4	8,3	6,0	5,9
<b>Nota Bene</b>	Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.				

Tableau 10 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Moyenne horaire	Valeur-limite		200 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne horaire (18 dépassements autorisés)		
	Recommandation OMS		200 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne horaire		
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
<b>MAXIMUM</b>	485,8	303,0	303,0	220,1	220,0
<b>MOYENNE</b>	80,5	49,3	49,1	35,5	35,4
<b>CENTILE 90</b>	179,5	109,5	109,5	79,6	78,6
<b>CENTILE 80</b>	103,3	63,3	63,1	45,3	45,2
Îlot A1	81,7	46,3	46,2	33,0	33,0
Îlot A2	78,2	45,1	44,8	31,2	31,5
Îlot B1	76,7	47,1	47,1	34,1	34,5
Îlot B2	69,4	42,7	42,5	30,8	30,5
Îlot C1	74,5	43,4	43,0	30,6	30,6
Îlot C2	66,4	41,2	41,2	29,8	29,6
Îlot E1	61,8	38,0	38,0	27,5	27,5
Îlot E3	60,1	37,0	36,8	26,6	26,7
Îlot H1	67,2	39,5	39,0	27,5	27,5
Îlot H2	71,1	40,8	40,0	28,2	28,2
Îlot G1	55,7	34,1	34,1	24,6	24,5
Îlot G2	53,9	33,1	33,1	23,8	23,8
Îlot R2	123,3	74,7	74,7	53,7	52,6
<b>Nota Bene</b>	Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.				

Les teneurs en dioxyde d'azote peuvent se voir élevées aux abords de l'autoroute A6, en particulier pour la situation actuelle.  
 Cependant, aux horizons futurs, les améliorations technologiques apportées aux véhicules routiers (moteurs, systèmes épuratifs des gaz, progression de la part des véhicules électriques ou hybrides, ...) vont entraîner une baisse des émissions et des concentrations d'oxydes d'azote.  
 Ainsi, selon les hypothèses considérées, les habitants de la future ZAC Grande Borne Ouest ne seront pas exposés à des dépassements des valeurs-limites annuelles et horaires en dioxyde d'azote.  
 Par ailleurs, la mise en place du projet n'entraîne pas de différence significative des concentrations calculées au niveau de la zone d'étude et des différents îlots d'habitation du projet.

Les figures suivantes représentent la cartographie des isocontours des différents scénarios étudiés pour le dioxyde d'azote.

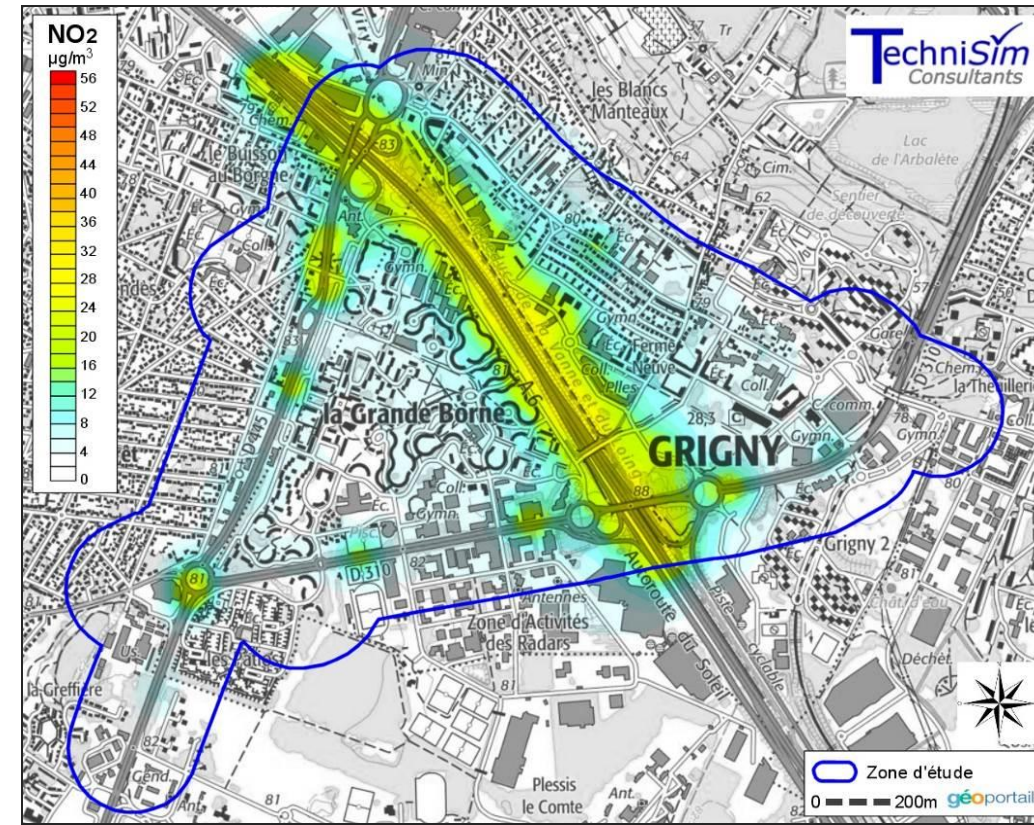


Figure 20 : Horizon 2025 Fil de l'eau – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en  $\text{NO}_2$

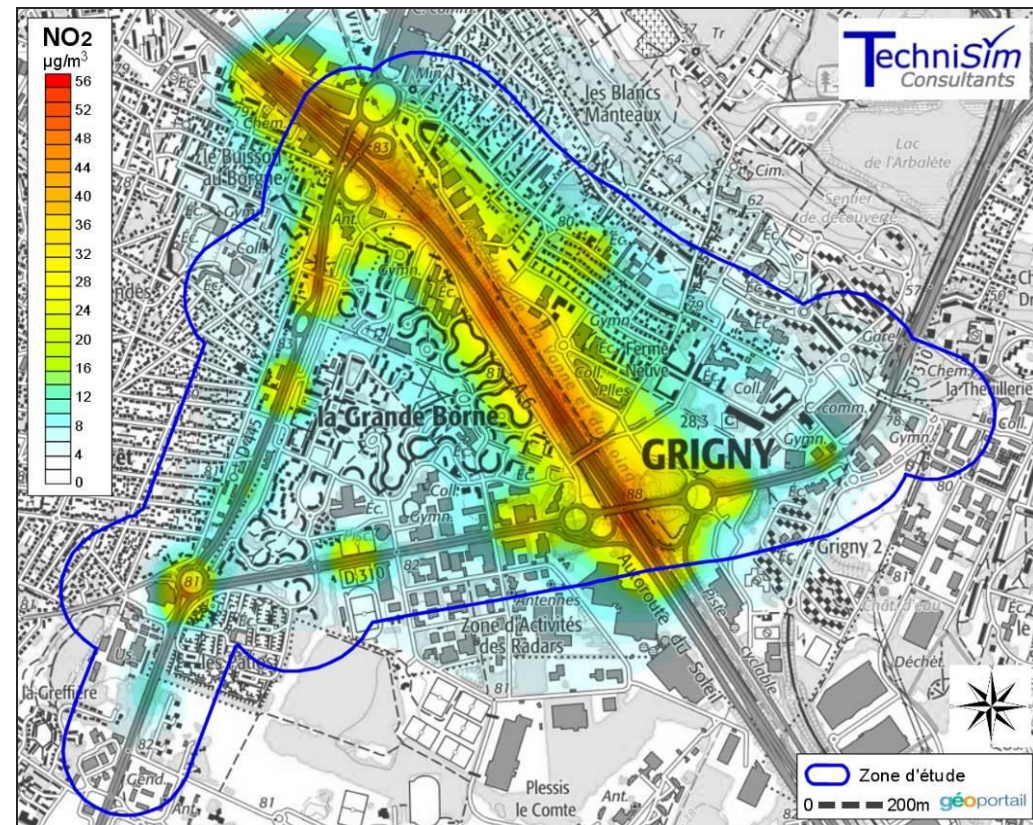


Figure 19 : Horizon 2019 Actuel – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en  $\text{NO}_2$

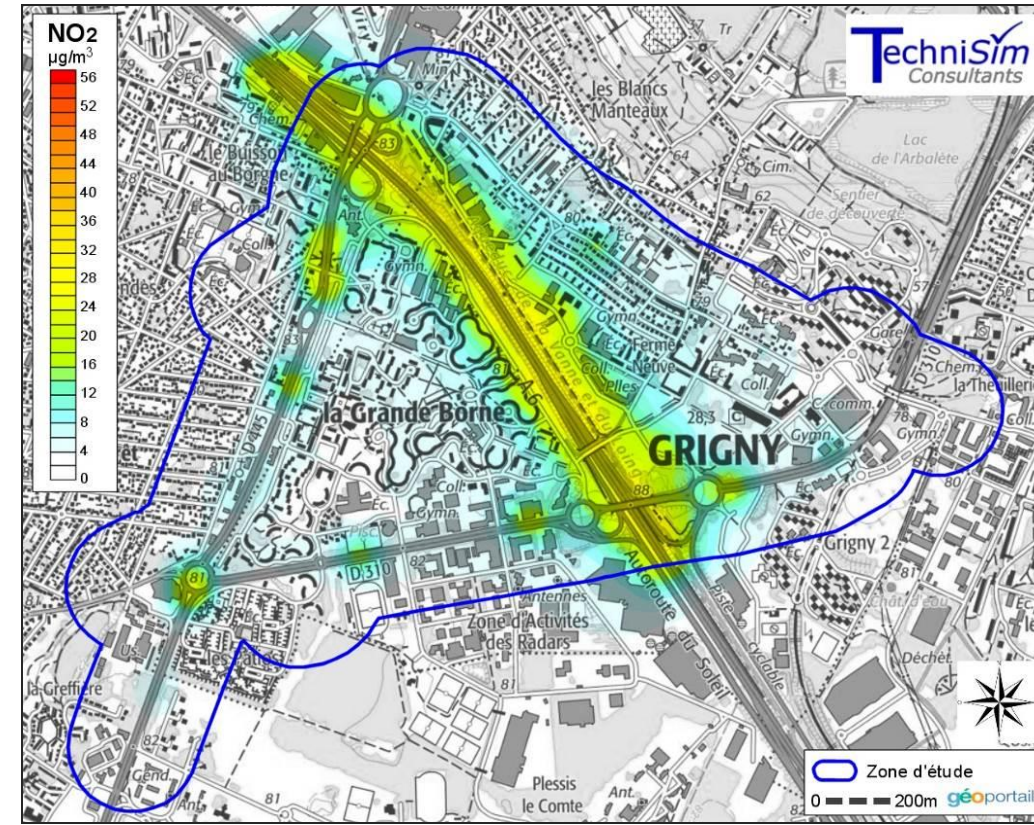


Figure 21 : Horizon 2025 Projet – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en  $\text{NO}_2$

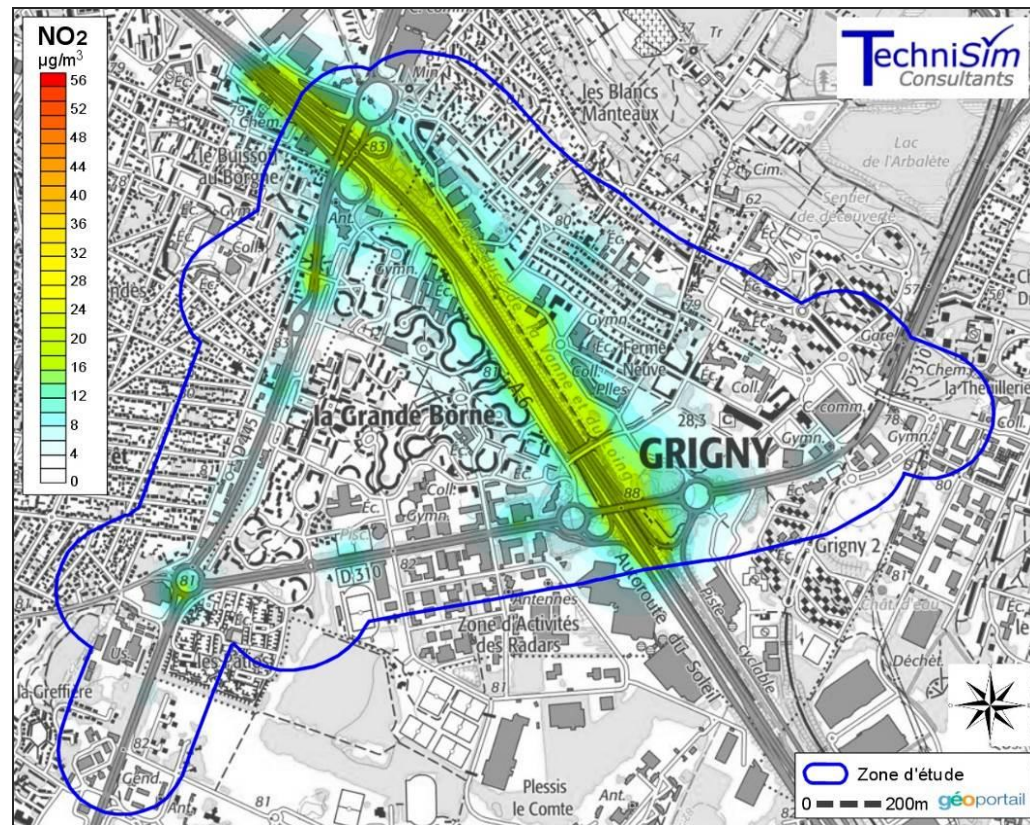


Figure 22 : Horizon 2035 Fil de l'eau – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en NO<sub>2</sub>

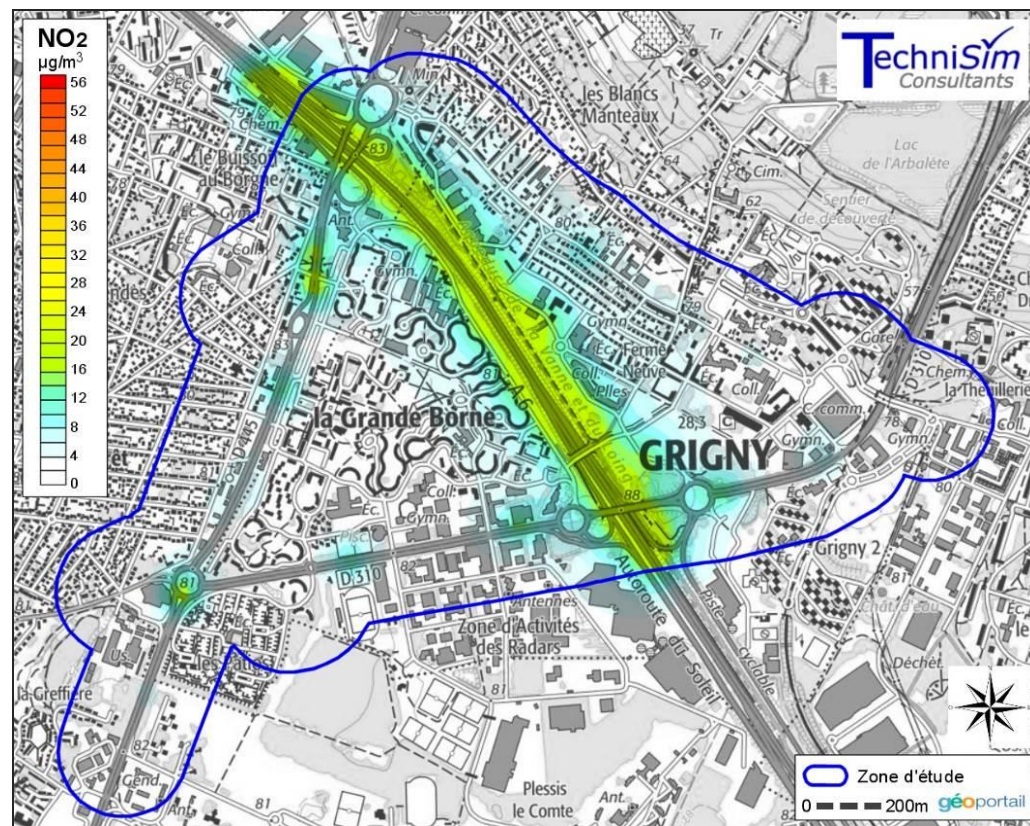


Figure 23 : Horizon 2035 Projet – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en NO<sub>2</sub>

❖ Particules PM10 et PM2,5

Les résultats des modélisations pour les particules PM10 et PM2,5 au niveau de l'ensemble de la zone d'étude, ainsi qu'au niveau de la zone la plus impactée de chaque îlot d'habitation du projet, sont reportés dans les tableaux immédiatement suivants.

Tableau 11 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m <sup>3</sup> ) Moyenne annuelle	Valeur-limite		40 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle		
	Recommandation OMS		20 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle		
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
<b>MAXIMUM</b>	9,8	7,0	7,0	6,1	6,1
<b>MOYENNE</b>	1,4	1,0	1,0	0,9	0,9
<b>CENTILE 90</b>	3,0	2,1	2,1	1,9	1,9
<b>CENTILE 80</b>	1,7	1,3	1,2	1,1	1,1
Îlot A1	1,9	1,4	1,3	1,2	1,2
Îlot A2	1,8	1,3	1,3	1,1	1,1
Îlot B1	1,7	1,2	1,2	1,0	1,0
Îlot B2	1,5	1,1	1,1	1,0	1,0
Îlot C1	1,7	1,2	1,2	1,1	1,1
Îlot C2	1,5	1,0	1,0	0,9	0,9
Îlot E1	1,4	1,0	1,0	0,9	0,9
Îlot E3	1,3	1,0	1,0	0,8	0,8
Îlot H1	1,5	1,1	1,1	1,0	1,0
Îlot H2	1,8	1,3	1,3	1,1	1,1
Îlot G1	1,2	0,9	0,9	0,8	0,8
Îlot G2	1,5	1,1	1,0	0,9	0,9
Îlot R2	2,8	2,0	2,0	1,8	1,7
<b>Nota Bene</b>	<i>Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.</i>				

Tableau 12 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne journalière

PM10 (µg/m³) Moyenne journalière	Valeur-limite		50 µg/m³ pour la moyenne journalière (35 dépassements autorisés)		
	Recommandation OMS		50 µg/m³ pour la moyenne journalière (3 dépassements autorisés)		
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
<b>MAXIMUM</b>	<b>39,0</b>	<b>28,5</b>	<b>28,2</b>	<b>25,6</b>	<b>25,7</b>
<b>MOYENNE</b>	6,7	4,8	4,8	4,2	4,2
<b>CENTILE 90</b>	13,9	9,9	9,9	8,6	8,6
<b>CENTILE 80</b>	8,1	5,8	5,8	5,0	5,0
Îlot A1	7,5	5,3	5,3	4,7	4,6
Îlot A2	6,9	4,9	4,9	4,3	4,3
Îlot B1	7,1	5,1	5,1	4,5	4,5
Îlot B2	6,7	4,8	4,7	4,1	4,2
Îlot C1	6,5	4,7	4,7	4,1	4,1
Îlot C2	6,4	4,6	4,6	4,0	4,0
Îlot E1	6,0	4,3	4,3	3,8	3,7
Îlot E3	5,8	4,2	4,2	3,6	3,6
Îlot H1	5,6	4,0	4,0	3,5	3,5
Îlot H2	5,8	4,2	4,1	3,7	3,7
Îlot G1	5,3	3,8	3,8	3,3	3,3
Îlot G2	5,3	3,8	3,8	3,3	3,3
Îlot R2	11,2	8,0	8,0	7,0	6,7
<b>Nota Bene</b>	Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.				

Tableau 13 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur-limite		25 µg/m³ pour la moyenne annuelle		
	Recommandation OMS		10 µg/m³ pour la moyenne annuelle		
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
<b>MAXIMUM</b>	<b>7,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>
<b>MOYENNE</b>	1,0	0,7	0,7	0,5	0,5
<b>CENTILE 90</b>	2,2	1,4	1,4	1,1	1,1
<b>CENTILE 80</b>	1,3	0,8	0,8	0,7	0,7
Îlot A1	1,4	0,9	0,9	0,7	0,7
Îlot A2	1,3	0,8	0,8	0,7	0,7
Îlot B1	1,2	0,8	0,8	0,6	0,6
Îlot B2	1,1	0,7	0,7	0,6	0,6
Îlot C1	1,3	0,8	0,8	0,7	0,7
Îlot C2	1,1	0,7	0,7	0,6	0,6
Îlot E1	1,0	0,7	0,7	0,6	0,6
Îlot E3	1,0	0,6	0,6	0,5	0,5
Îlot H1	1,1	0,7	0,7	0,6	0,6
Îlot H2	1,2	0,8	0,8	0,7	0,7
Îlot G1	0,9	0,6	0,6	0,5	0,5
Îlot G2	1,1	0,7	0,7	0,6	0,6
Îlot R2	2,1	1,3	1,3	1,1	1,1
<b>Nota Bene</b>	Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.				

Comme pour le dioxyde d'azote, les concentrations en particules PM10 et PM2,5 diminuent pour les scénarios futurs par rapport à l'état actuel. En effet, les améliorations technologiques apportées aux véhicules (moteurs, systèmes épuratifs des gaz, etc.) vont permettre une diminution des émissions et des concentrations. Regardant les particules PM10 et PM2,5, avec la mise en place du projet, tous les secteurs d'habitation étudiés connaîtront des teneurs respectant les valeurs limites réglementaires et les recommandations OMS. Sous les hypothèses considérées, il n'existe pas de différences significatives entre les scénarios 'avec' et 'sans' projet au niveau des concentrations en particules PM10 et PM2,5.

La cartographie des isocontours des concentrations moyennes pour les différents horizons étudiés pour les particules PM10 est illustrée par les figures suivantes.

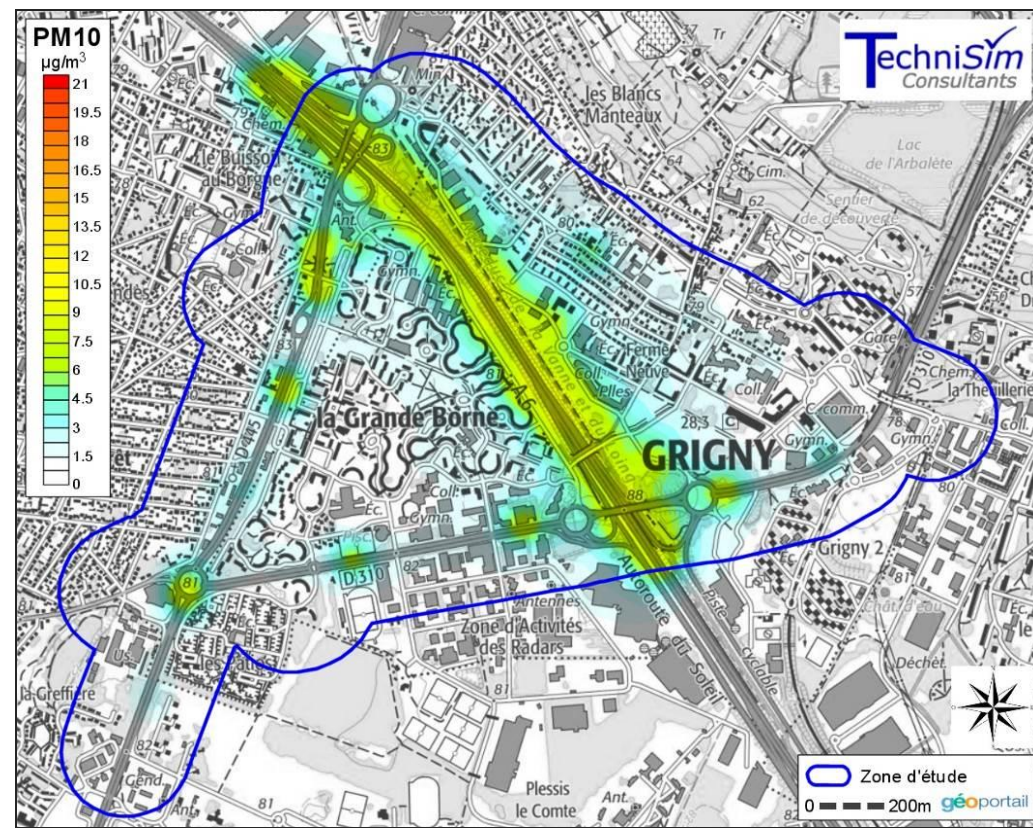


Figure 24 : Horizon 2019 Actuel – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10

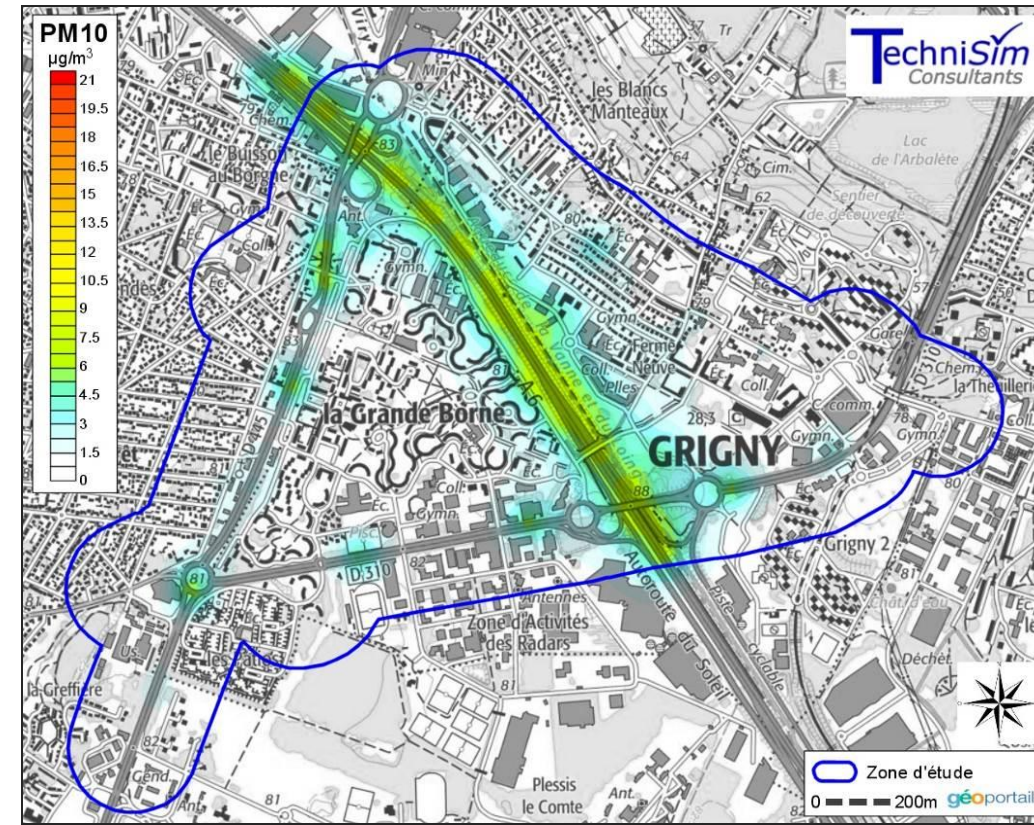


Figure 25 : Horizon 2025 Fil de l'eau – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10

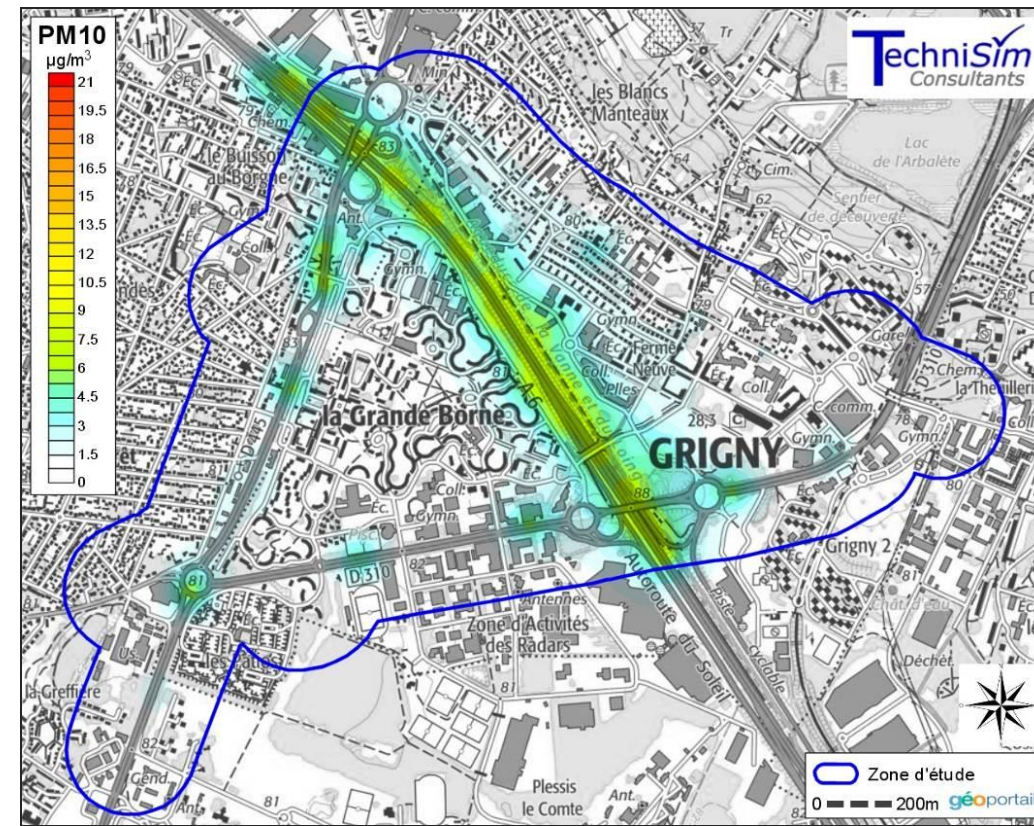


Figure 26 : Horizon 2025 Projet – concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne annuelle en PM10

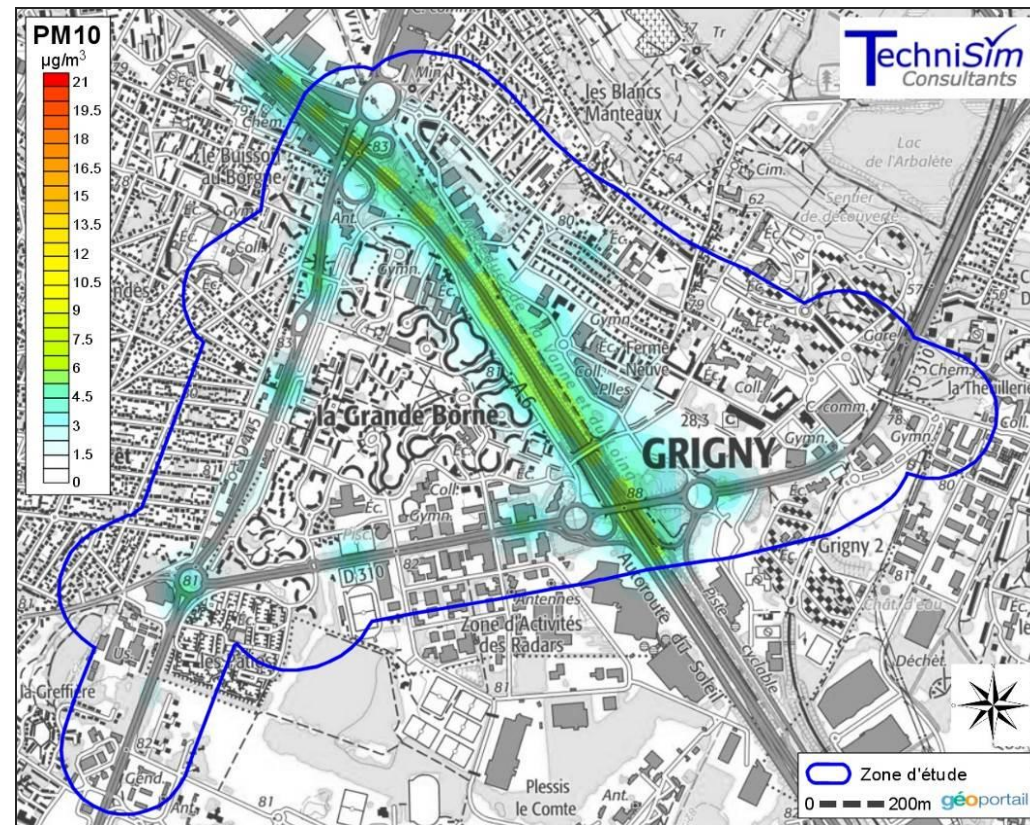


Figure 27 : Horizon 2035 Fil de l'eau – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en PM10

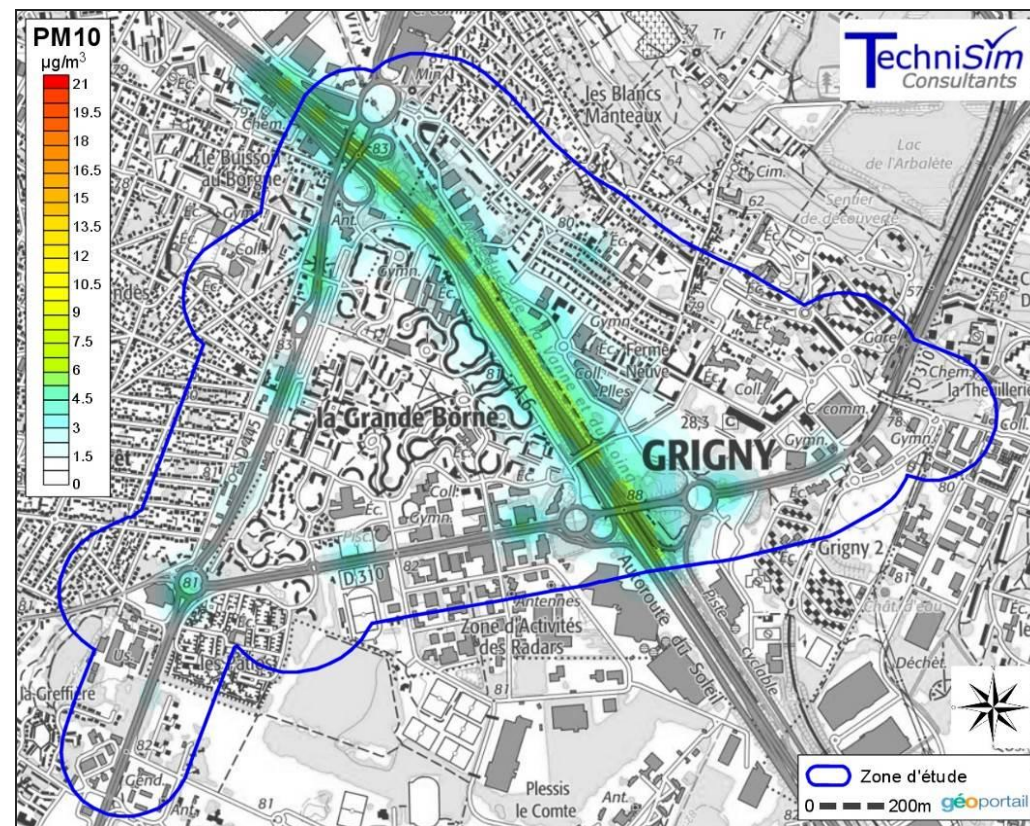


Figure 28 : Horizon 2035 Projet – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en PM10

❖ **Autres polluants réglementés**

Pour chacun de ces composés, les concentrations obtenues au niveau des secteurs étudiés sont inférieures aux valeurs réglementaires de la qualité de l'air, et cela, pour tous les scénarios considérés.

Les modifications de trafic liées au projet ne provoquent pas de modification significative de la qualité de l'air par rapport à la situation au Fil de l'Eau.

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil d'information et de recommandations	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo-(a)-pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³



## 6.5. CONCLUSION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Par rapport à la situation actuelle, l'indice VK diminue de -13 % et -15 % respectivement pour les scénarios 2025 et 2035 avec projet. Cette diminution du trafic, associée aux améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs va permettre une amélioration globale de la qualité de l'air sur la zone d'étude. Par rapport à la situation au 'Fil de l'Eau', il est possible de constater que la mise en place du projet n'induit qu'une faible variation du trafic (-1,5 % en 2025 et -0,5 % en 2035). Par conséquent, cela n'aura pas d'impact significatif sur la qualité de l'air. Au niveau des zones d'habitation du projet, les concentrations pour les horizons 2025 et 2035 respecteront les valeurs réglementaires quels que soient les composés.

## 7. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

### 7.1. INDICE POLLUTION POPULATION [IPP]

L'Indice Pollution Population [IPP] est un indicateur permettant d'apprécier l'exposition relative de la population à la pollution afin de comparer les scénarios étudiés. Cet indicateur ne reflète effectivement pas l'exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique. Il ne considère que le lieu de résidence, et non pas le quotidien de chaque individu. Néanmoins, cet indice permet une première analyse des différences entre les scénarios étudiés.

#### 7.1.1. Méthodologie

L'Indice Pollution Population [IPP] repose sur le croisement des densités de population avec les concentrations en polluants.

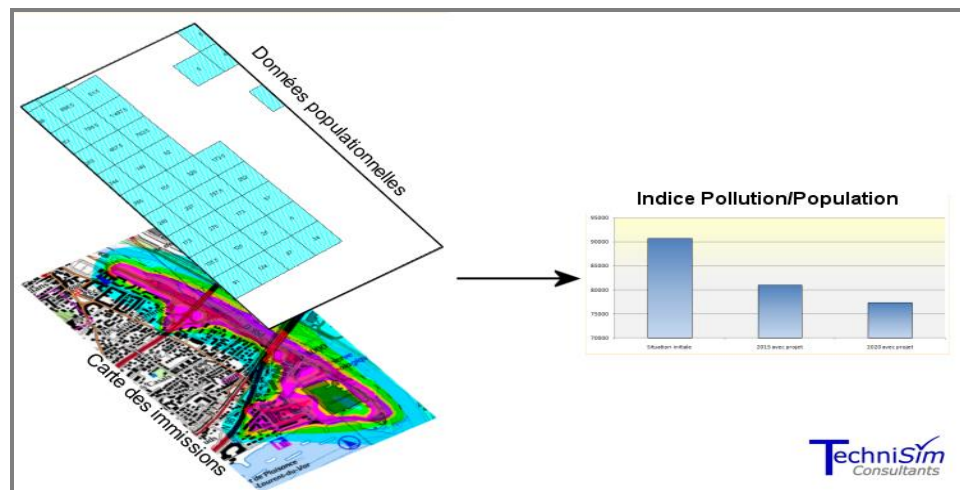


Figure 29 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP

Note : Le polluant « traceur » utilisé pour calculer cet indice est le dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>], puisqu'il s'agit d'un composé rejeté principalement par le trafic routier.

L'IPP est calculé au niveau des zones d'habitation à partir des données de l'INSEE (données carroyées – mailles de 200 mètres).

La cartographie suivante précise les carreaux de la bande d'étude utilisés dans le calcul de l'IPP, ainsi que les projets impliquant la création ou la démolition de logements dans la bande d'étude (données provenant de l'étude de faisabilité / programmation « MS3 Made In »).

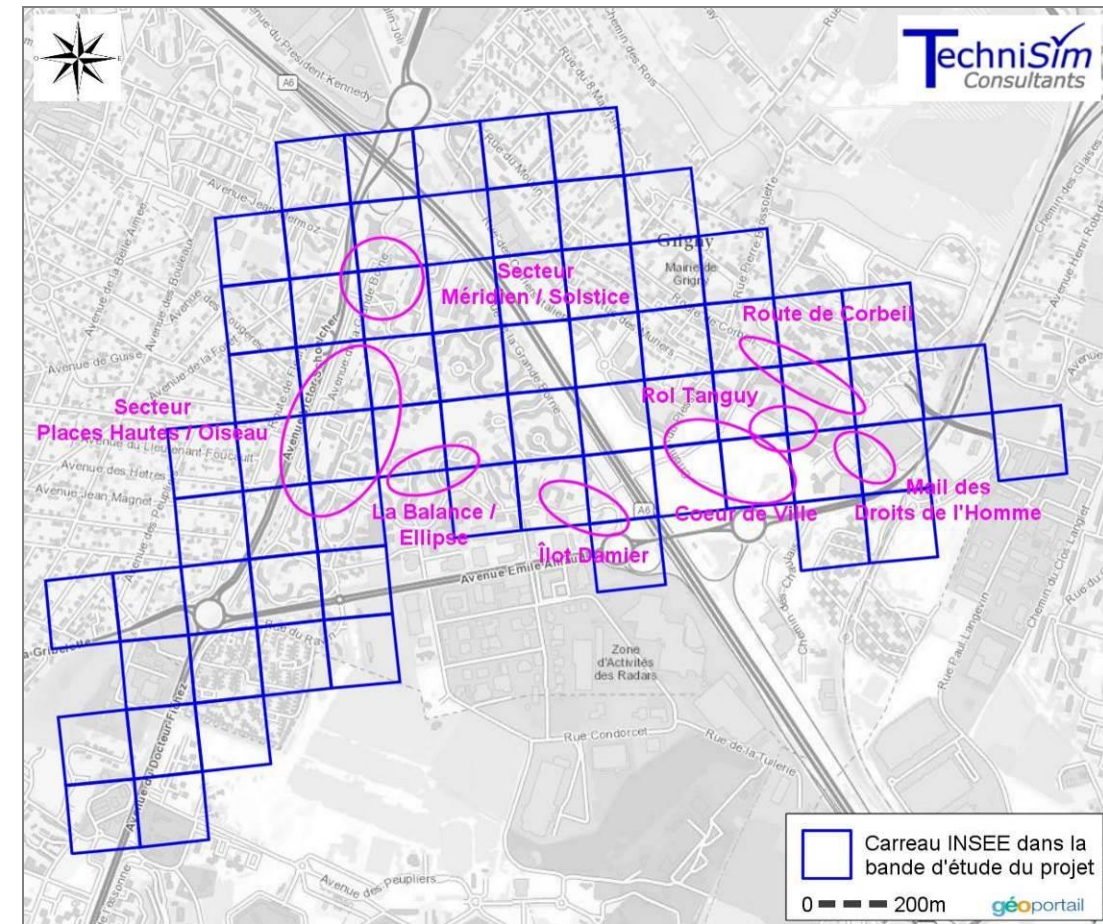


Figure 30 : Carreaux Insee de la bande d'étude et projets connexes considérés

### 7.1.2. Résultats

Les résultats de ces opérations sont indiqués dans le tableau et la figure immédiatement ci-après.

Tableau 15 : Indice Pollution Population

	Indice Pollution Population				
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
<b>IPP NO<sub>2</sub></b>	259 693	162 332 <i>-37 % par rapport à 2019</i>	156 188 <i>-40 % par rapport à 2019</i> <i>-4 % par rapport au fil de l'eau</i>	120 022 <i>-54 % par rapport à 2019</i>	121 406 <i>-53 % par rapport à 2019</i> <i>+1 % par rapport au fil de l'eau</i>

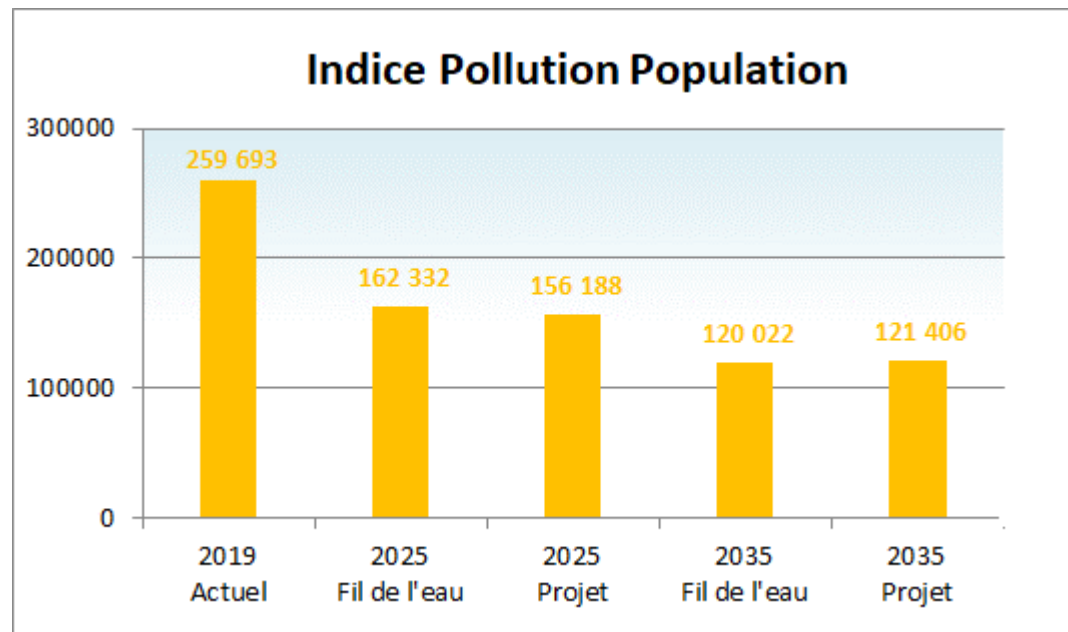


Figure 31 : Indice pollution population – Dioxyde d'azote

Par rapport à l'état actuel, la baisse des émissions futures, combinée à la mise en place des différents projets d'aménagement, va induire une diminution de l'indice IPP pour les scénarios futurs.

Ainsi, l'indice IPP pour les scénarios avec projet varie de -40 % en 2025 et de -53 % en 2035 par rapport à 2019.

En comparaison avec la situation au Fil de l'Eau, la création de la ZAC Grande Borne Ouest entraînera une diminution de l'indice IPP de -4 % avec la démolition des logements prévue en 2025, et une légère augmentation avec la totalité des logements créés en 2035 (+1 %).

### 7.2. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

Nota : la réalisation de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) est réalisée au niveau des zones d'habitation les plus exposées des différents secteurs du projet.

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition classiquement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

L'objectif de la démarche est l'identification et l'estimation des risques pour la santé de populations vivant des situations environnementales dégradées (que cela provienne du fait des activités anthropiques ou bien du fait des activités naturelles).

L'EQRS permet de calculer soit un pourcentage de population susceptible d'être touchée par une pathologie, soit un nombre de cas attendus de maladie. L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'Ineris 2013 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'Ineris 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone » ;
- Le guide de l'Ineris 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence – Méthodologie Ineris » ;
- La note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 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 ;
- L'avis de l'Anses de 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 ;
- la Note technique NOR : TRET1833075N 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.

La planche suivante schématise conceptuellement l'EQRS réalisée dans ce document.

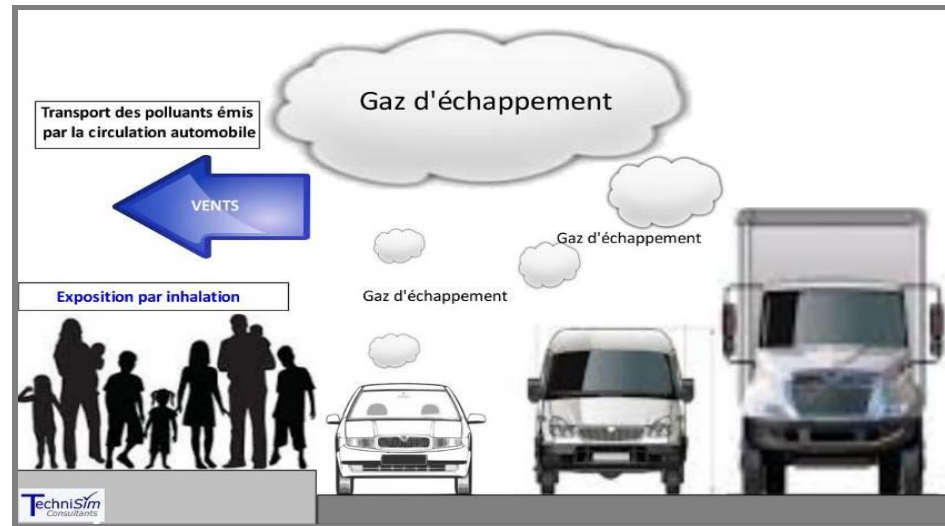


Figure 32 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

### 7.2.1. Hypothèses de travail retenues

Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic au niveau des zones les plus exposées de chaque secteur du projet.

La voie d'exposition privilégiée dans l'étude est la voie inhalation.

Il a été pris comme hypothèse que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante) alors que, en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérogène) et de chrome III (non cancérogène).

### 7.2.2. Contenu et démarche de l'EQR

Par convention, une EQR est constituée de quatre étapes :

- l'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- la définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- l'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- la caractérisation des risques sanitaires via le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

**Remarque importante :** il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

### ❖ Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000].

Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.

On distingue les effets selon plusieurs critères.

La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au niveau des effets, on distingue les effets selon qu'ils sont « à seuil » ou « sans seuil » :

- **Les effets toxiques « à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La **Valeur Toxique de Référence [VTR]** correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- **Les effets toxiques « sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérogènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse. La VTR est alors un **Excès de Risque Unitaire (ERU)** de cancer.

Dans le cadre de cette opération, les polluants retenus sont ceux issus de la Note technique du 22/02/2019.

### ❖ Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose.

En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles).

Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés, c'est-à-dire : des hautes doses vers les basses doses, à partir de l'étude de la relation dose-effet.

Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des **V**aleurs **T**oxicologiques de **R**éférence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR est différent selon le danger considéré. Il s'effectue par une approche :

- Déterministe, lorsqu'il s'agit des effets « avec seuils »
- Probabiliste, lorsqu'il s'agit des effets « sans seuils »

➤ Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite 'NOEL' pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.

La VTR est alors calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte. En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

➤ Pour les effets sans seuils, la VTR est alors un **Excès de Risque Unitaire** [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ . Il représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance d'effectue selon le logigramme ci-après.

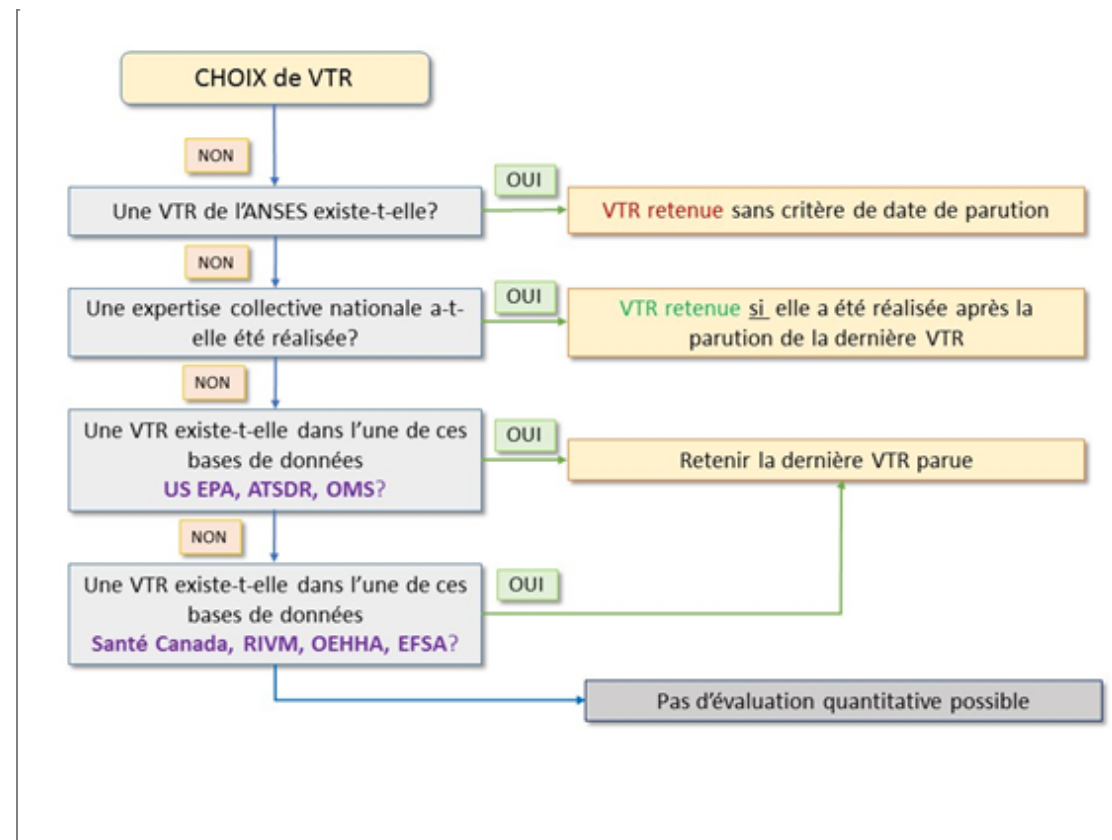


Figure 33 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont présentées dans les tableaux immédiatement suivants.

Tableau 16 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuil – Exposition Chronique par inhalation

Substances	N°CAS	Voie d'exposition (durée)	Effet(s) critique(s)	VTR	Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
<i>Benzène</i>	71-43-2	Inhalation (chronique)	Diminution du nombre des lymphocytes	<b>10</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	-	Anses	2008	VTR de l'Anses
<i>1,3-Butadiène</i>	106-99-0	Inhalation (chronique)	Atrophie ovarienne	<b>2,0</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	1 000	US EPA	2002 b	VTR retenue par l'Ineris
<i>Benzo(a)pyrène</i>	50-32-8	Inhalation (chronique)	Effets sur la survie du fœtus	<b>2,0E-03</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	-	US EPA	2017	Seule VTR disponible
<i>Arsenic</i>	7440-38-2	Inhalation (chronique)	Effets neurologiques et troubles du comportement	<b>0,015</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	Extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'Ineris
<i>Chrome VI</i>	7440-47-3	Inhalation (chronique)	Chrome IV sous forme particulaire - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage bronchioloalvéolaire	<b>3,0E-02</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l'Ineris
<i>Nickel</i>	7440-02-0	Inhalation (chronique)	Lésions pulmonaires	<b>0,23</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	-	TCEQ	2011	VTR retenue par l'Anses
<i>Particules diesel</i>	-	Inhalation (chronique)	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	<b>5,0</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
<i>Particules PM10</i>	-	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Particules PM2,5</i>	-	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Dioxyde d'azote</i>	10102-44-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Dioxyde de soufre</i>	7446-09-5	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Monoxyde de carbone</i>	630-08-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Acénaphène</i>	83-32-9	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Acénaphylène</i>	208-96-8	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Anthracène</i>	120-12-7	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[a]anthracène</i>	56-55-3	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[b]fluoranthène</i>	205-99-2	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[k]fluoranthène</i>	207-08-9	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Chrysène</i>	218-01-9	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Dibenzo[a,h]anthracène</i>	53-70-3	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Fluorène</i>	86-73-7	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Fluoranthène</i>	206-44-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène</i>	193-39-5	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Phénanthrène</i>	85-01-8	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Pyrène</i>	129-00-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[j]fluoranthène</i>	205-82-3	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[ghi]pérylène</i>	191-24-2	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						

Tableau 17 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets sans seuil par inhalation

Substances	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR	Unité	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
<i>Benzène</i>	71-43-2	Inhalation	Leucémies aiguës	<b>2,60E-05</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	Anses	2013	VTR de l'Anses
<i>1,3-Butadiène</i>	106-99-0	Inhalation	Leucémies	<b>3,00E-05</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	US EPA	2002	VTR retenue par l'Ineris
<i>Arsenic</i>	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	<b>1,50E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	TCEQ	2012	VTR retenue par l'Anses
<i>Chrome VI</i>	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	<b>4,00E-02</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	OMS	2000	VTR retenue par l'Ineris
<i>Nickel</i>	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	<b>2,60E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	OEHHA	2011	VTR retenue par l'Ineris
<i>Particules diesel</i>	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	<b>3,40E-05</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	OMS	1996	Seule VTR disponible
<i>Dibenzo[a,h]-anthracène</i>	53-70-3	Inhalation	Effets sur le foie, la peau, le système immunologique	<b>1,20E-03</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	OEHHA	2009	Seule VTR disponible
<i>Particules PM10</i>	-	Inhalation	<i>Aucune VTR disponible</i>					
<i>Particules PM2,5</i>	-	Inhalation	<i>Aucune VTR disponible</i>					
<i>Dioxyde d'azote</i>	10102-44-0	Inhalation	<i>Aucune VTR disponible</i>					
<i>Dioxyde de soufre</i>	7446-09-5	Inhalation	<i>Aucune VTR disponible</i>					
<i>Monoxyde de carbone</i>	630-08-0	Inhalation	<i>Aucune VTR disponible</i>					
<b>HAP – VTR basées sur les Facteurs d'Equivalence Toxique (FET) à partir de la VTR du Benzo[a]pyrène</b>								
<i>Benzo(a)pyrène</i>	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée) <b>Facteur d'Equivalence Toxique = 1 (référence)</b>	<b>1,10E-03</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	OEHHA	2005	Dernière VTR parue
<i>Acénaphthylène</i>	208-96-8	Inhalation	FET : 0,001	<b>1,10E-06</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Acénaphthène</i>	83-32-9	Inhalation	FET : 0,001	<b>1,10E-06</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Anthracène</i>	120-12-7	Inhalation	FET : 0,01	<b>1,10E-05</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Benzo[a]anthracène</i>	56-55-3	Inhalation	FET : 0,1	<b>1,10E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Benzo[b]fluoranthène</i>	205-99-2	Inhalation	FET : 0,1	<b>1,10E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Benzo[g,h,i]pérylène</i>	191-24-2	Inhalation	FET : 0,01	<b>1,10E-05</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Benzo[j]fluoranthène</i>	205-82-3	Inhalation	FET : 0,1	<b>1,10E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Benzo[k]fluoranthène</i>	207-08-9	Inhalation	FET : 0,1	<b>1,10E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Chrysène</i>	218-01-9	Inhalation	FET : 0,01	<b>1,10E-05</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Fluoranthène</i>	206-44-0	Inhalation	FET : 0,001	<b>1,10E-06</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Fluorène</i>	86-73-7	Inhalation	FET : 0,001	<b>1,10E-06</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène</i>	193-39-5	Inhalation	FET : 0,1	<b>1,10E-04</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Phénanthrène</i>	85-01-8	Inhalation	FET : 0,001	<b>1,10E-06</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
<i>Pyrène</i>	129-00-0	Inhalation	FET : 0,001	<b>1,10E-06</b>	[µg/m³] <sup>-1</sup>	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		

❖ **Étape n°3 : Évaluation des expositions**

L'exposition d'une population à une substance toxique est dépendante de deux facteurs :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma décrivant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations-cibles.

Il est ensuite identifié les voies de pénétration des polluants dans l'organisme. Celles-ci sont de trois types : ingestion, inhalation et contact cutané.

Les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux sont également identifiés.

Le devenir d'une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.

À partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes.

Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation.

Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Dans la situation étudiée, différents scénarios d'exposition sont considérés pour les résidents des secteurs étudiés, c'est-à-dire :

- Résident de la zone d'étude : ce scénario considère les habitants de la zone d'étude
- Résident des îlots A1, A2, B1, B2, C1, C2, E1, E3, G1, G2, H1 et H2. Ces scénarios considèrent les résidents du secteur Places Hautes / Oiseau
- Résident de l'îlot R2 : ce scénario considère les résidents du secteur Méridien / Solstices.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

Pour l'inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée. Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement.

Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \left( \sum_i (Ci \times ti) \right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration CI pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	
T	Nombre d'années d'exposition	[année]
Tm	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	[année]

Pour les polluants avec effets "à seuils", l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.

Alors que pour les effets "sans seuils", Tm sera assimilé à la vie entière prise conventionnellement égale à 70 ans.

Les paramètres associés aux scénarios d'exposition retenus sont indiqués dans le tableau ci-après.

**Tableau 18 : Scénarios d'exposition**

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations utilisées
<b>Résident de la zone d'étude</b>	Domicile	Vie entière : 70 ans 24 h/jour – 7 jours/semaine – 50 semaines/an Pas d'exposition pendant 2 semaines de congés annuels	Concentration correspondant au centile 90 des concentrations calculées sur le domaine d'étude
<b>Résident du projet (îlots A1, A2, B1, B2, C1, C2, E1, E3, G1, G2, H1, H2 et R2)</b>	Domicile	Vie entière : 70 ans 24 h/jour – 7 jours/semaine – 50 semaines/an Pas d'exposition pendant 2 semaines de congés annuels	Concentrations relevées au niveau de la zone étudiée

Pour les scénarios « Résident », il est considéré, de manière conservatrice, que **la personne vit exclusivement sur le secteur du projet étudié.**

Il est retenu qu'elle est exposée sans interruption aux teneurs calculées, excepté lors de deux semaines de vacances par an.

❖ **Étape n°4 : Caractérisation des risques**

La caractérisation des risques est réalisée à l'aide du calcul des indices de risques. Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou « sans seuils ».

➤ Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxicologique de Référence [VTR].  
On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

$$QD = CMI/CAA$$

CMI Concentration Moyenne Inhalée [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.  
Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

➤ Pour les effets toxiques « sans seuils », on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

$$ERI = ERU_i \times CMI$$

CMI Concentration Moyenne Inhalée [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
ERU<sub>i</sub> Excès de Risque Unitaire par inhalation [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]<sup>-1</sup>

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas bien entendu de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10<sup>-6</sup> (soit 1 cas de cancer supplémentaire sur 1 million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux Etats-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10<sup>-4</sup> comme le seuil de l'inacceptable en population générale.

**En France, l'InVS utilise la valeur de 10<sup>-5</sup>.**

Ce seuil de 10<sup>-5</sup> est souvent retrouvé dans la définition des valeurs-guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP)<sup>4</sup> précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteurs d'incertitude dans leur construction, **le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.** Ainsi, en matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle « de seuils et d'intervalles de gestion ».

Le HCSP recommande l'utilisation des valeurs repères suivantes, après lecture critique des incertitudes attachées à l'exercice d'ERS :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10<sup>-4</sup> et/ou un QD > 10
- Un domaine de vigilance active pour un 10<sup>-5</sup> < ERI < 10<sup>-4</sup> et/ou un 1 < QD < 10
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10<sup>-5</sup> et/ou un QD < 1

Par ailleurs, les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS car les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuils : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuils : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

**7.2.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuils : Quotient de danger**

Les concentrations inhalées sont calculées sur la base des scénarios d'exposition (durée de vie passée sur le lieu) et des concentrations rencontrées.  
A partir des concentrations inhalées, les quotients de dangers sont ensuite déterminés par polluants et par organes-cibles.

Les quotients de dangers pour les scénarios étudiés sont présentés dans le tableau immédiatement suivant.

Pour tous les scénarios et horizons étudiés, les quotients de danger sont inférieurs à 1 (seuil d'acceptabilité), et cela, même en les additionnant par organe-cible. Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, les effets critiques n'apparaîtront pas *a priori* au sein de la population exposée suite à la mise en place du projet à l'horizon futur.

<sup>4</sup> Haut Conseil de la Santé Publique - « Evaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone » - Décembre 2010



Tableau 19 : Quotients de danger

Seuil d'acceptabilité : 1		QUOTIENTS de DANGER														
Polluants	Résident de la zone d'étude					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot A1					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot A2					
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	
<i>Benzène</i>	9,21E-03	3,35E-03	3,35E-03	2,47E-03	2,47E-03	5,26E-03	1,75E-03	1,74E-03	1,23E-03	1,23E-03	4,93E-03	1,64E-03	1,62E-03	1,15E-03	1,15E-03	
<i>1,3-Butadiène</i>	1,42E-02	5,55E-03	5,54E-03	4,07E-03	4,07E-03	8,70E-03	3,17E-03	3,13E-03	2,24E-03	2,24E-03	8,17E-03	2,96E-03	2,93E-03	2,10E-03	2,09E-03	
<i>Benzo(a)pyrène</i>	4,41E-02	3,57E-02	3,57E-02	3,15E-02	3,15E-02	2,74E-02	2,16E-02	2,14E-02	1,88E-02	1,88E-02	2,58E-02	2,04E-02	2,01E-02	1,77E-02	1,77E-02	
<i>Arsenic</i>	9,56E-05	8,88E-05	8,84E-05	8,44E-05	8,42E-05	5,82E-05	5,35E-05	5,29E-05	5,03E-05	5,02E-05	5,48E-05	5,02E-05	4,96E-05	4,73E-05	4,72E-05	
<i>Chrome</i>	1,01E-03	9,60E-04	9,57E-04	9,56E-04	9,55E-04	6,17E-04	5,78E-04	5,72E-04	5,69E-04	5,67E-04	5,81E-04	5,43E-04	5,37E-04	5,34E-04	5,33E-04	
<i>Nickel</i>	4,77E-05	4,41E-05	4,39E-05	4,14E-05	4,13E-05	2,90E-05	2,65E-05	2,62E-05	2,47E-05	2,46E-05	2,73E-05	2,49E-05	2,46E-05	2,32E-05	2,31E-05	
<i>Particules diesel</i>	4,27E-01	2,72E-01	2,71E-01	2,20E-01	2,19E-01	2,63E-01	1,69E-01	1,66E-01	1,39E-01	1,39E-01	2,47E-01	1,59E-01	1,57E-01	1,32E-01	1,31E-01	
Polluants	Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot B1					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot B2					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot C1					
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	
<i>Benzène</i>	4,90E-03	1,70E-03	1,69E-03	1,22E-03	1,22E-03	4,48E-03	1,55E-03	1,54E-03	1,11E-03	1,11E-03	4,76E-03	1,57E-03	1,55E-03	1,09E-03	1,09E-03	
<i>1,3-Butadiène</i>	7,85E-03	2,94E-03	2,92E-03	2,12E-03	2,11E-03	7,18E-03	2,69E-03	2,67E-03	1,93E-03	1,93E-03	7,91E-03	2,86E-03	2,82E-03	2,01E-03	2,01E-03	
<i>Benzo(a)pyrène</i>	2,41E-02	1,93E-02	1,92E-02	1,69E-02	1,69E-02	2,21E-02	1,77E-02	1,76E-02	1,55E-02	1,55E-02	2,52E-02	1,98E-02	1,95E-02	1,72E-02	1,72E-02	
<i>Arsenic</i>	5,21E-05	4,86E-05	4,82E-05	4,60E-05	4,59E-05	4,78E-05	4,45E-05	4,41E-05	4,21E-05	4,21E-05	5,32E-05	4,87E-05	4,81E-05	4,57E-05	4,57E-05	
<i>Chrome</i>	5,53E-04	5,26E-04	5,22E-04	5,20E-04	5,19E-04	5,07E-04	4,81E-04	4,78E-04	4,76E-04	4,76E-04	5,64E-04	5,26E-04	5,20E-04	5,17E-04	5,16E-04	
<i>Nickel</i>	2,60E-05	2,41E-05	2,39E-05	2,26E-05	2,25E-05	2,38E-05	2,21E-05	2,19E-05	2,07E-05	2,07E-05	2,65E-05	2,42E-05	2,39E-05	2,24E-05	2,24E-05	
<i>Particules diesel</i>	2,34E-01	1,49E-01	1,48E-01	1,22E-01	1,22E-01	2,14E-01	1,37E-01	1,36E-01	1,12E-01	1,12E-01	2,40E-01	1,55E-01	1,53E-01	1,28E-01	1,28E-01	
Polluants	Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot C2					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot E1					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot E3					
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	
<i>Benzène</i>	4,28E-03	1,48E-03	1,47E-03	1,06E-03	1,06E-03	4,11E-03	1,39E-03	1,38E-03	9,86E-04	9,86E-04	3,88E-03	1,32E-03	1,31E-03	9,41E-04	9,41E-04	
<i>1,3-Butadiène</i>	6,87E-03	2,56E-03	2,55E-03	1,84E-03	1,84E-03	6,68E-03	2,46E-03	2,44E-03	1,75E-03	1,75E-03	6,26E-03	2,32E-03	2,30E-03	1,65E-03	1,65E-03	
<i>Benzo(a)pyrène</i>	2,12E-02	1,70E-02	1,68E-02	1,49E-02	1,49E-02	2,09E-02	1,66E-02	1,65E-02	1,45E-02	1,45E-02	1,95E-02	1,56E-02	1,54E-02	1,36E-02	1,36E-02	
<i>Arsenic</i>	4,57E-05	4,25E-05	4,22E-05	4,02E-05	4,02E-05	4,47E-05	4,13E-05	4,09E-05	3,89E-05	3,89E-05	4,19E-05	3,88E-05	3,84E-05	3,66E-05	3,66E-05	
<i>Chrome</i>	4,85E-04	4,60E-04	4,57E-04	4,55E-04	4,55E-04	4,74E-04	4,47E-04	4,42E-04	4,40E-04	4,40E-04	4,44E-04	4,20E-04	4,16E-04	4,14E-04	4,14E-04	
<i>Nickel</i>	2,28E-05	2,11E-05	2,09E-05	1,97E-05	1,97E-05	2,23E-05	2,05E-05	2,03E-05	1,91E-05	1,91E-05	2,09E-05	1,93E-05	1,91E-05	1,80E-05	1,80E-05	
<i>Particules diesel</i>	2,05E-01	1,31E-01	1,30E-01	1,08E-01	1,08E-01	2,01E-01	1,29E-01	1,28E-01	1,06E-01	1,06E-01	1,89E-01	1,21E-01	1,19E-01	9,93E-02	9,93E-02	

Seuil d'acceptabilité : 1		QUOTIENTS de DANGER														
Polluants	Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot G1					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot G2					Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot H1					
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	
<i>Benzène</i>	4,06E-03	1,31E-03	1,30E-03	9,05E-04	9,04E-04	4,53E-03	1,41E-03	1,40E-03	9,55E-04	9,55E-04	3,57E-03	1,21E-03	1,21E-03	8,64E-04	8,64E-04	
<i>1,3-Butadiène</i>	6,76E-03	2,40E-03	2,37E-03	1,68E-03	1,67E-03	7,40E-03	2,56E-03	2,53E-03	1,75E-03	1,75E-03	5,70E-03	2,10E-03	2,09E-03	1,50E-03	1,50E-03	
<i>Benzo(a)pyrène</i>	2,19E-02	1,71E-02	1,69E-02	1,48E-02	1,48E-02	2,47E-02	1,90E-02	1,88E-02	1,64E-02	1,64E-02	1,79E-02	1,42E-02	1,41E-02	1,25E-02	1,25E-02	
<i>Arsenic</i>	4,59E-05	4,17E-05	4,12E-05	3,91E-05	3,91E-05	5,16E-05	4,62E-05	4,57E-05	4,32E-05	4,32E-05	3,84E-05	3,55E-05	3,53E-05	3,35E-05	3,35E-05	
<i>Chrome</i>	4,87E-04	4,51E-04	4,45E-04	4,42E-04	4,41E-04	5,47E-04	5,00E-04	4,94E-04	4,88E-04	4,87E-04	4,07E-04	3,84E-04	3,81E-04	3,79E-04	3,79E-04	
<i>Nickel</i>	2,29E-05	2,07E-05	2,04E-05	1,92E-05	1,92E-05	2,57E-05	2,30E-05	2,27E-05	2,12E-05	2,12E-05	1,92E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,65E-05	1,65E-05	
<i>Particules diesel</i>	2,09E-01	1,35E-01	1,33E-01	1,12E-01	1,12E-01	2,40E-01	1,56E-01	1,54E-01	1,31E-01	1,31E-01	1,74E-01	1,11E-01	1,10E-01	9,18E-02	9,17E-02	
Polluants	Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot H2					Résident du secteur Méridien / Solstice – Îlot R2										
	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet						
<i>Benzène</i>	3,98E-03	1,29E-03	1,28E-03	8,97E-04	8,97E-04	8,04E-03	2,74E-03	2,73E-03	1,96E-03	1,94E-03						
<i>1,3-Butadiène</i>	6,30E-03	2,24E-03	2,22E-03	1,56E-03	1,56E-03	1,33E-02	4,92E-03	4,89E-03	3,55E-03	3,48E-03						
<i>Benzo(a)pyrène</i>	2,05E-02	1,60E-02	1,59E-02	1,39E-02	1,39E-02	4,00E-02	3,18E-02	3,16E-02	2,81E-02	2,75E-02						
<i>Arsenic</i>	4,36E-05	3,96E-05	3,93E-05	3,72E-05	3,72E-05	8,76E-05	8,09E-05	8,04E-05	7,72E-05	7,54E-05						
<i>Chrome</i>	4,63E-04	4,29E-04	4,25E-04	4,21E-04	4,20E-04	9,29E-04	8,75E-04	8,69E-04	8,72E-04	8,52E-04						
<i>Nickel</i>	2,18E-05	1,97E-05	1,95E-05	1,83E-05	1,83E-05	4,37E-05	4,02E-05	3,99E-05	3,79E-05	3,70E-05						
<i>Particules diesel</i>	2,02E-01	1,30E-01	1,29E-01	1,09E-01	1,09E-01	3,98E-01	2,54E-01	2,52E-01	2,12E-01	2,05E-01						

Les graphiques ci-dessous illustrent les quotients de danger par organes cibles pour les habitants de la zone d'étude ainsi que pour les résidents de l'îlot le plus exposé du secteur Places Hautes / Oiseau (îlot A1) et les résidents du secteur Méridien / Solstices.

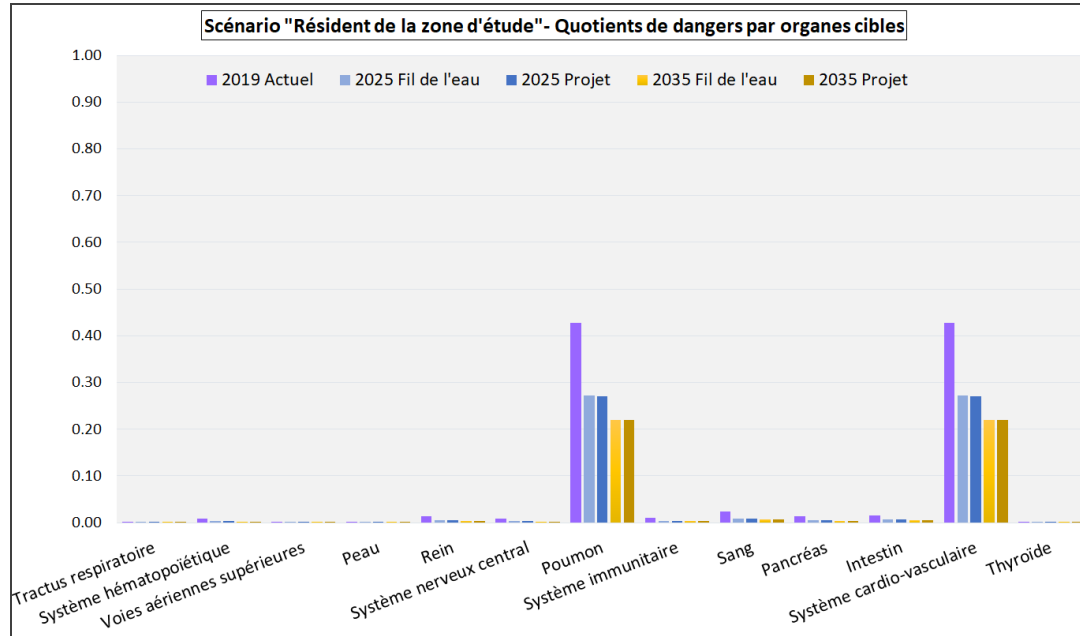


Figure 34 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident de la zone d'étude »

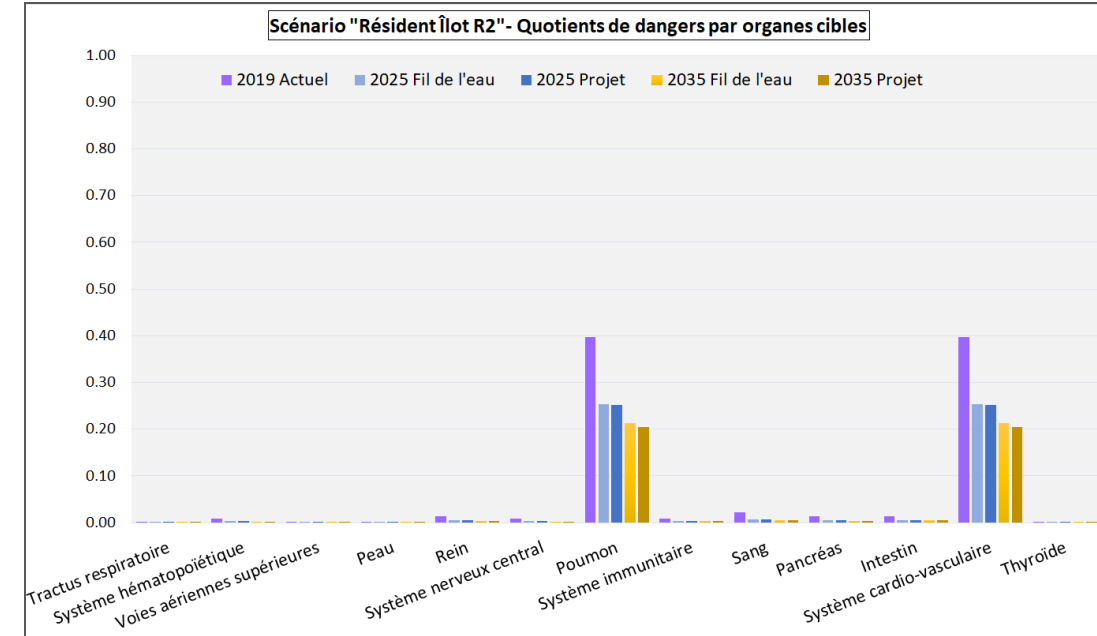


Figure 36 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident du secteur Méridien / Solstice – îlot R2 »

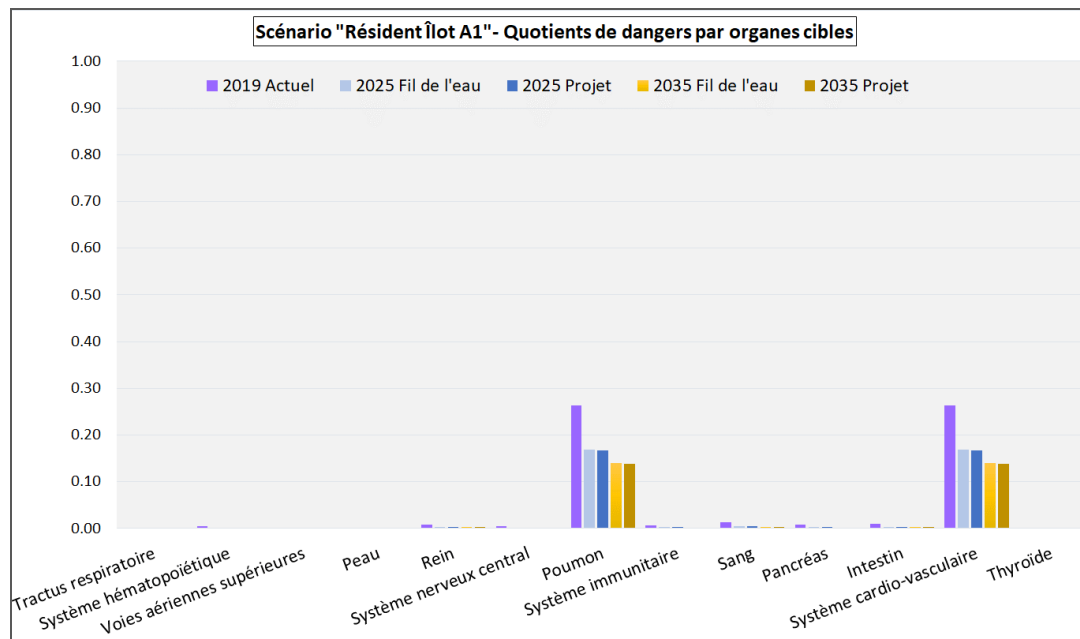


Figure 35 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident du secteur Places Hautes / Oiseau - îlot A1 »

#### 7.2.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)

Cet indicateur représente le nombre de cancers supplémentaires au sein d'une population exposée à un certain niveau de polluants par rapport à une population non exposée. C'est la raison pour laquelle on parle d'**excès de risque**.

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables.

En France, l'INVS utilise la valeur de  $10^{-5}$ , cette valeur est reprise dans la Circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation. Ce seuil signifie que sur une population de 100 000 habitants exposée à un composé pour un niveau donné, il sera observé 1 cancer supplémentaire par rapport à une population de même effectif non exposée.

Le calcul des excès de risque individuel est effectué à partir des concentrations moyennes inhalées au niveau des secteurs étudiés.

Le tableau qui va suivre compare les ERI entre les situations avec et sans réalisation du projet pour les habitants de la zone d'étude et les futurs résidents du projet.

Les hypothèses d'exposition des résidents de la zone d'étude et du projet sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Hypothèses d'exposition pour le calcul de l'ERI

	Résident de la zone d'étude	Résident du projet
2019 à 2024 0 à 5 ans	Exposition de 6 ans aux concentrations calculées pour 2019 <i>(il est considéré que les futurs résidents de la ZAC ont toujours habité la zone d'étude avant d'emménager sur le projet)</i>	
2025 à 2034 6 à 15 ans	Exposition de 10 ans aux concentrations du scénario « 2025 Fil de l'Eau »	Exposition de 10 ans aux concentrations du scénario « 2025 Projet »
2035 à 2088 16 à 70 ans (durée conventionnelle pour vie entière)	Exposition de 54 ans aux concentrations du scénario « 2035 Fil de l'Eau »	Exposition de 54 ans aux concentrations du scénario « 2035 Projet »

Les Excès de Risques Individuels les plus élevés sont obtenus pour les particules diesel, qui contribuent à environ 95 % des ERI cumulés.

Les taux de ce polluant entraînent des Excès de Risque Individuel supérieurs à la valeur recommandée de  $10^{-5}$  pour tous les scénarios étudiés.

La dangerosité des particules diesel sur la santé est d'ores et déjà reconnue. C'est pourquoi la Région Ile-de-France prévoit le bannissement progressif des véhicules diesel.

En tout état de cause, il convient de retenir que le dépassement du seuil recommandé n'est pas dû à la mise en place du projet, mais à la présence de l'autoroute A6 et de la RD445, qui accentue les concentrations de fond en polluants atmosphériques.

Dans le cas présent, selon les hypothèses considérées, les différences avec le Fil de l'Eau sont minimales.

En effet, la mise en place du projet entraînera pour la population exposée une diminution non significative de -1 à -10 cancers sur 10 millions de personnes.

Par ailleurs, il importe de rappeler que les hypothèses considérées pour ces scénarios sont majorantes (24 h/j à domicile), et que les ERI cumulés sont compris dans le domaine de vigilance active, et non pas dans le domaine d'action rapide tel que défini par le Haut Conseil de la Santé Publique.

La fréquentation des habitations des différents secteurs du projet ne semble pas de nature à occasionner de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations exposées. **Cela d'autant plus que l'indice sanitaire ERI tend à évoluer à la baisse pour les scénarios futurs, par rapport à la situation actuelle.**

Tableau 21 : Excès de risque individuel

POLLUANTS	EXCES de RISQUE INDIVIDUEL													
	Résident de la zone d'étude		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot A1		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot A2		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot B1		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot B2		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot C1		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot C2	
	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet
<i>Benzène</i>	8,25E-07	8,24E-07	5,18E-07	5,17E-07	4,97E-07	4,96E-07	5,13E-07	5,13E-07	4,85E-07	4,85E-07	4,83E-07	4,82E-07	4,72E-07	4,72E-07
<i>1,3-Butadiène</i>	3,09E-07	3,09E-07	2,04E-07	2,04E-07	1,96E-07	1,95E-07	1,96E-07	1,96E-07	1,86E-07	1,85E-07	1,91E-07	1,90E-07	1,80E-07	1,80E-07
<i>Benzo(a)pyrène</i>	7,30E-08	7,30E-08	4,71E-08	4,69E-08	4,48E-08	4,47E-08	4,31E-08	4,30E-08	4,02E-08	4,02E-08	4,38E-08	4,36E-08	3,89E-08	3,88E-08
<i>Arsenic</i>	1,93E-10	1,93E-10	1,23E-10	1,23E-10	1,17E-10	1,16E-10	1,14E-10	1,14E-10	1,06E-10	1,06E-10	1,13E-10	1,13E-10	1,02E-10	1,02E-10
<i>Chrome</i>	1,15E-06	1,15E-06	7,30E-07	7,27E-07	6,92E-07	6,90E-07	6,76E-07	6,75E-07	6,27E-07	6,27E-07	6,73E-07	6,71E-07	6,04E-07	6,04E-07
<i>Nickel</i>	2,53E-09	2,53E-09	1,61E-09	1,60E-09	1,53E-09	1,52E-09	1,49E-09	1,49E-09	1,39E-09	1,38E-09	1,49E-09	1,48E-09	1,34E-09	1,33E-09
<i>Particules diesel</i>	4,17E-05	4,16E-05	2,86E-05	2,85E-05	2,73E-05	2,72E-05	2,59E-05	2,58E-05	2,43E-05	2,42E-05	2,68E-05	2,67E-05	2,35E-05	2,35E-05
<i>Dibenzo[a,h]anthracène</i>	1,67E-08	1,67E-08	1,08E-08	1,08E-08	1,03E-08	1,03E-08	9,93E-09	9,91E-09	9,28E-09	9,27E-09	1,00E-08	1,00E-08	8,96E-09	8,96E-09
<i>Acénaphylène</i>	8,52E-10	8,07E-10	5,54E-10	5,26E-10	5,29E-10	5,02E-10	5,07E-10	4,83E-10	4,74E-10	4,52E-10	5,17E-10	4,91E-10	4,59E-10	4,37E-10
<i>Acénaphène</i>	1,08E-09	1,08E-09	7,06E-10	7,03E-10	6,73E-10	6,71E-10	6,46E-10	6,45E-10	6,05E-10	6,05E-10	6,58E-10	6,57E-10	5,85E-10	5,85E-10
<i>Anthracène</i>	2,23E-09	2,22E-09	1,40E-09	1,40E-09	1,33E-09	1,32E-09	1,28E-09	1,28E-09	1,19E-09	1,19E-09	1,29E-09	1,29E-09	1,15E-09	1,14E-09
<i>Benzo[a]anthracène</i>	1,28E-08	1,27E-08	8,21E-09	8,18E-09	7,82E-09	7,79E-09	7,53E-09	7,52E-09	7,03E-09	7,03E-09	7,63E-09	7,61E-09	6,79E-09	6,78E-09
<i>Benzo[b]fluoranthène</i>	1,09E-08	1,09E-08	7,01E-09	6,98E-09	6,65E-09	6,64E-09	6,47E-09	6,46E-09	6,02E-09	6,02E-09	6,48E-09	6,46E-09	5,81E-09	5,80E-09
<i>Benzo[g,h,i]pérylène</i>	1,58E-09	1,58E-09	1,01E-09	1,01E-09	9,63E-10	9,60E-10	9,24E-10	9,23E-10	8,61E-10	8,61E-10	9,41E-10	9,38E-10	8,32E-10	8,31E-10
<i>Benzo[j]fluoranthène</i>	1,13E-08	1,13E-08	6,85E-09	6,83E-09	6,47E-09	6,45E-09	6,40E-09	6,39E-09	5,92E-09	5,91E-09	6,26E-09	6,25E-09	5,69E-09	5,68E-09
<i>Benzo[k]fluoranthène</i>	9,12E-09	9,11E-09	5,83E-09	5,81E-09	5,53E-09	5,52E-09	5,41E-09	5,40E-09	5,03E-09	5,03E-09	5,39E-09	5,37E-09	4,86E-09	4,85E-09
<i>Chrysène</i>	2,62E-09	2,62E-09	1,69E-09	1,68E-09	1,60E-09	1,60E-09	1,56E-09	1,56E-09	1,46E-09	1,45E-09	1,56E-09	1,55E-09	1,40E-09	1,40E-09
<i>Fluoranthène</i>	1,26E-09	1,26E-09	8,10E-10	8,07E-10	7,70E-10	7,68E-10	7,42E-10	7,41E-10	6,92E-10	6,91E-10	7,52E-10	7,50E-10	6,68E-10	6,67E-10
<i>Fluorène</i>	2,30E-10	2,30E-10	1,37E-10	1,36E-10	1,29E-10	1,29E-10	1,30E-10	1,30E-10	1,21E-10	1,20E-10	1,25E-10	1,24E-10	1,16E-10	1,16E-10
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène</i>	7,97E-09	7,95E-09	5,10E-09	5,08E-09	4,85E-09	4,83E-09	4,67E-09	4,66E-09	4,35E-09	4,35E-09	4,73E-09	4,72E-09	4,20E-09	4,20E-09
<i>Phénanthrène</i>	2,66E-09	2,66E-09	1,70E-09	1,69E-09	1,62E-09	1,61E-09	1,55E-09	1,55E-09	1,45E-09	1,44E-09	1,58E-09	1,57E-09	1,39E-09	1,39E-09
<i>Pyrène</i>	1,08E-09	1,08E-09	6,98E-10	6,95E-10	6,64E-10	6,62E-10	6,42E-10	6,41E-10	5,99E-10	5,99E-10	6,48E-10	6,46E-10	5,79E-10	5,78E-10
<b>Cumulé</b>	<b>4,41E-05</b>	<b>4,40E-05</b>	<b>3,02E-05</b>	<b>3,00E-05</b>	<b>2,88E-05</b>	<b>2,87E-05</b>	<b>2,74E-05</b>	<b>2,73E-05</b>	<b>2,57E-05</b>	<b>2,56E-05</b>	<b>2,82E-05</b>	<b>2,81E-05</b>	<b>2,48E-05</b>	<b>2,48E-05</b>

POLLUANTS	EXCES de RISQUE INDIVIDUEL													
	Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot E1		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot E3		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot G1		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot G2		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot H1		Résident du secteur Places Hautes / Oiseau – Îlot H2		Résident du secteur Méridien / Solstices – Îlot R2	
	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Fil de l'eau	Situation Projet
<i>Benzène</i>	4,55E-07	4,54E-07	4,43E-07	4,43E-07	4,35E-07	4,35E-07	4,49E-07	4,49E-07	4,24E-07	4,23E-07	4,33E-07	4,33E-07	7,01E-07	6,96E-07
<i>1,3-Butadiène</i>	1,75E-07	1,75E-07	1,70E-07	1,69E-07	1,71E-07	1,71E-07	1,76E-07	1,76E-07	1,61E-07	1,60E-07	1,65E-07	1,64E-07	2,80E-07	2,76E-07
<i>Benzo(a)pyrène</i>	3,82E-08	3,81E-08	3,63E-08	3,63E-08	3,89E-08	3,88E-08	4,21E-08	4,21E-08	3,39E-08	3,39E-08	3,70E-08	3,69E-08	6,60E-08	6,49E-08
<i>Arsenic</i>	9,93E-11	9,91E-11	9,45E-11	9,43E-11	9,97E-11	9,95E-11	1,08E-10	1,08E-10	8,81E-11	8,80E-11	9,58E-11	9,57E-11	1,78E-10	1,75E-10
<i>Chrome</i>	5,89E-07	5,88E-07	5,60E-07	5,59E-07	5,90E-07	5,89E-07	6,41E-07	6,40E-07	5,21E-07	5,21E-07	5,67E-07	5,66E-07	1,06E-06	1,04E-06
<i>Nickel</i>	1,30E-09	1,30E-09	1,24E-09	1,24E-09	1,31E-09	1,30E-09	1,42E-09	1,42E-09	1,15E-09	1,15E-09	1,26E-09	1,25E-09	2,34E-09	2,29E-09
<i>Particules diesel</i>	2,33E-05	2,33E-05	2,22E-05	2,21E-05	2,42E-05	2,42E-05	2,71E-05	2,71E-05	2,10E-05	2,09E-05	2,36E-05	2,36E-05	4,02E-05	3,92E-05
<i>Dibenzo[a,h]anthracène</i>	8,79E-09	8,78E-09	8,37E-09	8,36E-09	8,92E-09	8,90E-09	9,61E-09	9,59E-09	7,83E-09	7,82E-09	8,47E-09	8,46E-09	1,51E-08	1,49E-08
<i>Acénaphthylène</i>	4,51E-10	4,30E-10	4,30E-10	4,10E-10	4,61E-10	4,39E-10	5,02E-10	4,78E-10	4,03E-10	3,85E-10	4,41E-10	4,20E-10	7,70E-10	7,19E-10
<i>Acénaphthène</i>	5,76E-10	5,75E-10	5,49E-10	5,48E-10	5,89E-10	5,87E-10	6,40E-10	6,39E-10	5,15E-10	5,14E-10	5,63E-10	5,62E-10	9,77E-10	9,61E-10
<i>Anthracène</i>	1,12E-09	1,12E-09	1,06E-09	1,06E-09	1,13E-09	1,13E-09	1,22E-09	1,21E-09	9,82E-10	9,81E-10	1,06E-09	1,06E-09	2,02E-09	1,98E-09
<i>Benzo[a]anthracène</i>	6,66E-09	6,65E-09	6,34E-09	6,33E-09	6,77E-09	6,75E-09	7,31E-09	7,30E-09	5,92E-09	5,91E-09	6,43E-09	6,42E-09	1,15E-08	1,13E-08
<i>Benzo[b]fluoranthène</i>	5,67E-09	5,66E-09	5,40E-09	5,39E-09	5,70E-09	5,69E-09	6,08E-09	6,06E-09	5,02E-09	5,01E-09	5,37E-09	5,36E-09	9,98E-09	9,82E-09
<i>Benzo[g,h,i]pérylène</i>	8,17E-10	8,16E-10	7,76E-10	7,75E-10	8,35E-10	8,33E-10	9,10E-10	9,08E-10	7,25E-10	7,24E-10	7,95E-10	7,94E-10	1,43E-09	1,40E-09
<i>Benzo[j]fluoranthène</i>	5,49E-09	5,48E-09	5,22E-09	5,21E-09	5,37E-09	5,36E-09	5,55E-09	5,54E-09	4,79E-09	4,78E-09	4,95E-09	4,94E-09	1,01E-08	9,97E-09
<i>Benzo[k]fluoranthène</i>	4,73E-09	4,72E-09	4,50E-09	4,49E-09	4,72E-09	4,71E-09	4,99E-09	4,98E-09	4,18E-09	4,17E-09	4,43E-09	4,42E-09	8,34E-09	8,21E-09
<i>Chrysène</i>	1,37E-09	1,37E-09	1,30E-09	1,30E-09	1,37E-09	1,37E-09	1,45E-09	1,45E-09	1,21E-09	1,21E-09	1,29E-09	1,28E-09	2,40E-09	2,36E-09
<i>Fluoranthène</i>	6,55E-10	6,54E-10	6,23E-10	6,22E-10	6,66E-10	6,65E-10	7,21E-10	7,20E-10	5,81E-10	5,80E-10	6,32E-10	6,32E-10	1,14E-09	1,12E-09
<i>Fluorène</i>	1,11E-10	1,11E-10	1,06E-10	1,05E-10	1,06E-10	1,05E-10	1,05E-10	1,05E-10	9,66E-11	9,64E-11	9,57E-11	9,56E-11	2,04E-10	2,02E-10
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène</i>	4,12E-09	4,11E-09	3,91E-09	3,91E-09	4,19E-09	4,18E-09	4,54E-09	4,53E-09	3,65E-09	3,65E-09	3,97E-09	3,97E-09	7,20E-09	7,08E-09
<i>Phénanthrène</i>	1,37E-09	1,37E-09	1,30E-09	1,30E-09	1,40E-09	1,39E-09	1,52E-09	1,52E-09	1,21E-09	1,21E-09	1,33E-09	1,33E-09	2,40E-09	2,36E-09
<i>Pyrène</i>	5,67E-10	5,66E-10	5,39E-10	5,39E-10	5,74E-10	5,72E-10	6,17E-10	6,15E-10	5,04E-10	5,03E-10	5,43E-10	5,43E-10	9,82E-10	9,66E-10
<b>Cumulé</b>	<b>2,46E-05</b>	<b>2,46E-05</b>	<b>2,34E-05</b>	<b>2,34E-05</b>	<b>2,55E-05</b>	<b>2,55E-05</b>	<b>2,85E-05</b>	<b>2,84E-05</b>	<b>2,21E-05</b>	<b>2,21E-05</b>	<b>2,49E-05</b>	<b>2,48E-05</b>	<b>4,24E-05</b>	<b>4,14E-05</b>

**7.2.5. Incertitudes relatives à l'EQRS**

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont chacune en ce qui les concerne sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].

Le tableau qui va suivre résume de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

**Tableau 22 : Etapes de l'EQRS et incertitudes associées**

<p><b>Étape 1 : Identification du danger</b></p> <p><i>Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaction de mélanges de polluants</li> <li>• Produits de dégradation des molécules mal connus</li> <li>• Données pas toujours disponibles pour l'homme ou même l'animal</li> </ul>
<p><b>Étape 2 : Choix de la VTR</b></p> <p><i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations</li> <li>• Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme)</li> <li>• Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)</li> </ul>
<p><b>Étape 3 : Estimation de l'Exposition</b></p> <p><i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation)</li> <li>• Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace</li> <li>• Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population</li> </ul>
<p><b>Étape 4 : Caractérisation du risque</b></p> <p><i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées)</li> <li>• Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat</li> <li>• Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude</li> </ul>

❖ **Identification des dangers**

L'identification des dangers est une démarche qualitative qui est initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.

A ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus.

Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes, ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.

Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission, mais la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes et/ou la sévérité des effets sanitaires conduisent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

❖ **Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité**

L'identification exhaustive des dangers potentiels pour l'homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des valeurs toxicologiques de référence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérigènes sans effet de seuil, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effets néfastes définis chez l'animal. Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale se fait également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs changent d'une substance à une autre. Pour certaines d'entre elles, il n'existe pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

#### ❖ Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition :

- la définition des populations et des usages ;
- les modèles utilisés ;
- les paramètres ;
- les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

#### ❖ Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.

Pour les produits cancérigènes sans effet de seuil, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d'exposition identifiées - les VTR et les doses d'exposition, afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, poids corporel, etc.).

### 7.3. SYNTHÈSE – IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ

En comparaison avec le Fil de l'Eau, la création de la ZAC Grande Borne Ouest entraînera une diminution de l'indice IPP de -4 % avec les démolitions de logements prévues en 2025, et une légère augmentation avec la totalité des logements créés en 2035 (+1 %).

Les quotients de danger de tous les scénarios étudiés sont inférieurs à 1 (seuil d'acceptabilité), et cela, même en les additionnant par organe-cible.

Sous les hypothèses d'exposition considérées, les taux en particules diesel entraînent des Excès de Risques Individuels supérieurs à la valeur recommandée de  $10^{-5}$  pour tous les scénarios examinés.

En tout état de cause, cette situation n'est pas due à la mise en place du projet (les différences avec le Fil de l'Eau sont minimales) mais à la présence de l'autoroute A6 et de la RD445, qui accentue les concentrations de fond en polluants atmosphériques.

En outre, il convient de rappeler que les hypothèses considérées pour ces scénarios sont majorantes (24 h/j à domicile), et que les ERI cumulés sont compris dans le domaine de vigilance active, et non pas dans le domaine d'action rapide tel que défini par le Haut Conseil de la Santé Publique.

La fréquentation des habitations des différents secteurs du projet n'est donc pas susceptible d'occasionner de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations exposées. Cela d'autant plus que l'indice sanitaire ERI tend à évoluer nettement à la baisse pour les scénarios futurs par rapport à la situation actuelle.



## 8. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

Le tableau suivant présente les consommations énergétiques moyennes (en Tonnes d'équivalent pétrole / jour), calculées à partir des trafics avec le logiciel COPERT V :

Tableau 23 : Consommation de carburant [Tep / jour]

	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Projet	2035 Fil de l'eau	2035 Projet
Consommation en carburant	10,01	8,72	8,59	8,32	8,26

L'histogramme suivant illustre graphiquement les consommations respectives pour chacun des scénarios considérés.

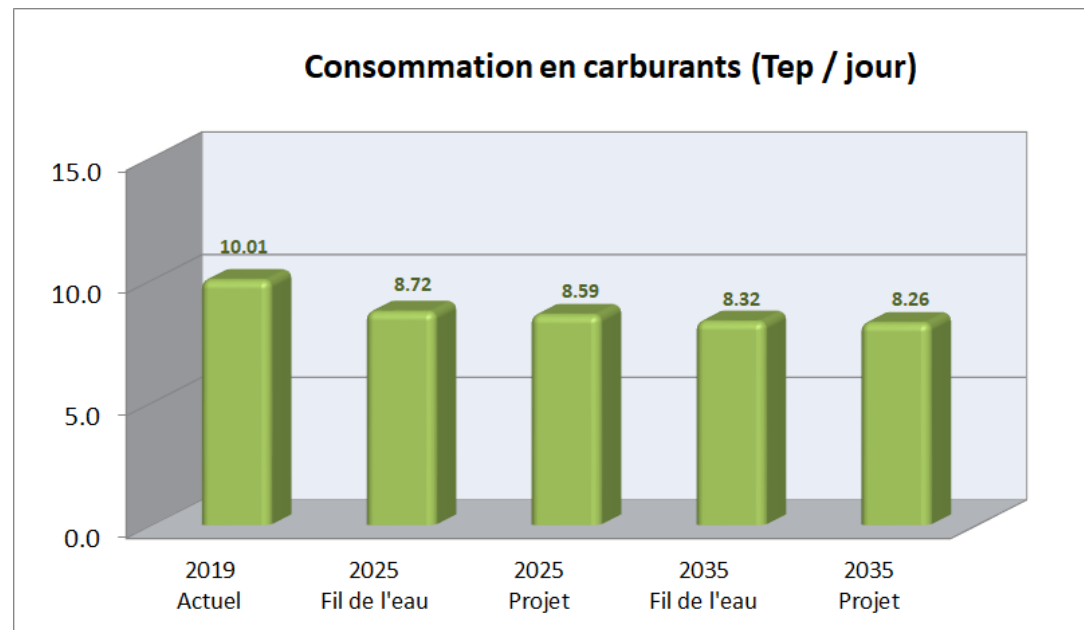


Figure 37 : Consommation moyenne de carburant par jour

Par rapport à l'état actuel, les consommations en carburant pour les scénarios avec projet varient de -14,2 % et de -17,5 % respectivement pour les horizons 2025 et 2035. Par rapport au Fil de l'Eau, la mise en place du projet génère une faible diminution de la consommation en carburant (-1,5 % en 2025 et -0,7 % en 2035).

## 9. COÛTS COLLECTIFS DE L'IMPACT SANITAIRE

### 9.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.

La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique.

Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Le tableau ci-dessous explicite les valeurs recommandées.

Tableau 24 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2010 (en €<sub>2010</sub> / 100 véhicules x km)

Type de véhicules	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
VL	13,5	3,8	1,6	1,3	1,0
PL	133,0	26,2	12,4	6,6	4,4

D'après la densité de population retrouvée dans la zone d'étude, les coûts utilisés sont ceux correspondant à un milieu de type « urbain très dense ».

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population.

Sur la région Île-de-France, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,8 % par an.

Sur la dernière décennie, l'inflation a été en moyenne de 1,12 % par an (INSEE). Ce chiffre sera utilisé afin d'extrapoler les coûts aux horizons futurs.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau immédiatement suivant (valeurs journalière et annuelle).

Tableau 25 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier

Type de véhicules	2019 Actuel (en € <sub>2019</sub> )	2025 Projet (en € <sub>2025</sub> )	2025 Projet (en € <sub>2025</sub> )	2035 Projet (en € <sub>2035</sub> )	2035 Projet (en € <sub>2035</sub> )
<b>Sur une journée</b>					
VL	19 845 €	15 911 €	15 679 €	16 049 €	15 969 €
PL	8 475 €	7 014 €	6 889 €	6 558 €	6 486 €
<b>Total</b>	<b>28 320 €</b>	<b>22 925 €</b>	<b>22 568 €</b>	<b>22 607 €</b>	<b>22 455 €</b>
<b>Sur l'ensemble de l'année</b>					
VL	7 243 k€	5 808 k€	5 723 k€	5 858 k€	5 829 k€
PL	3 093 k€	2 560 k€	2 515 k€	2 394 k€	2 367 k€
<b>Total</b>	<b>10 337 k€</b>	<b>8 368 k€</b>	<b>8 237 k€</b>	<b>8 252 k€</b>	<b>8 196 k€</b>

Les coûts de la pollution atmosphérique varient faiblement avec la mise en place du projet : -1,6 % en 2025 et -0,7 en 2035.

Le graphique ci-dessous illustre les résultats obtenus.

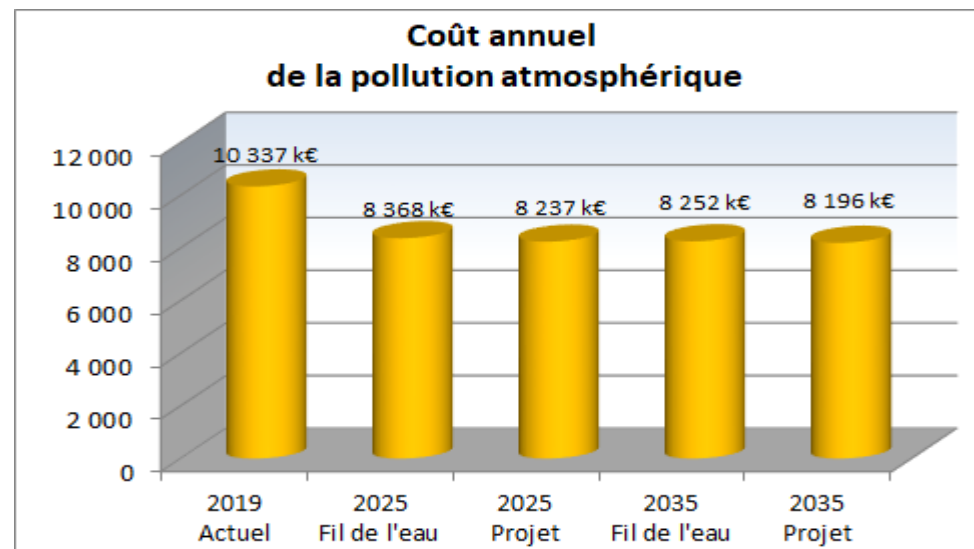


Figure 38 : Coût annuel de la pollution atmosphérique

Remarque importante : il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition. Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Des études sont actuellement menées sur ce sujet.

## 9.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO<sub>2</sub>.

La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « La valeur de l'action pour le climat » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO<sub>2</sub> émise sont de 54 €<sub>2018</sub> en 2018, de 250 €<sub>2018</sub> en 2030 et de 500 €<sub>2018</sub> en 2040.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V.

Le tableau suivant présente les rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 26 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier

	2019 Actuel	2025 Fil de l'eau	2025 Cumulé	2035 Fil de l'eau	2035 Cumulé
<b>Sur une journée</b>	2 299 € <sub>2019</sub>	5 110 € <sub>2025</sub>	5 034 € <sub>2025</sub>	12 115 € <sub>2035</sub>	12 027 € <sub>2035</sub>
<b>Sur une année</b>	839 k€ <sub>2019</sub>	1 865 k€ <sub>2025</sub>	1 838 k€ <sub>2025</sub>	4 422 k€ <sub>2035</sub>	4 390 k€ <sub>2035</sub>

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente à l'horizon futur en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.

Ces résultats sont représentés graphiquement ci-après, en valeur annuelle.

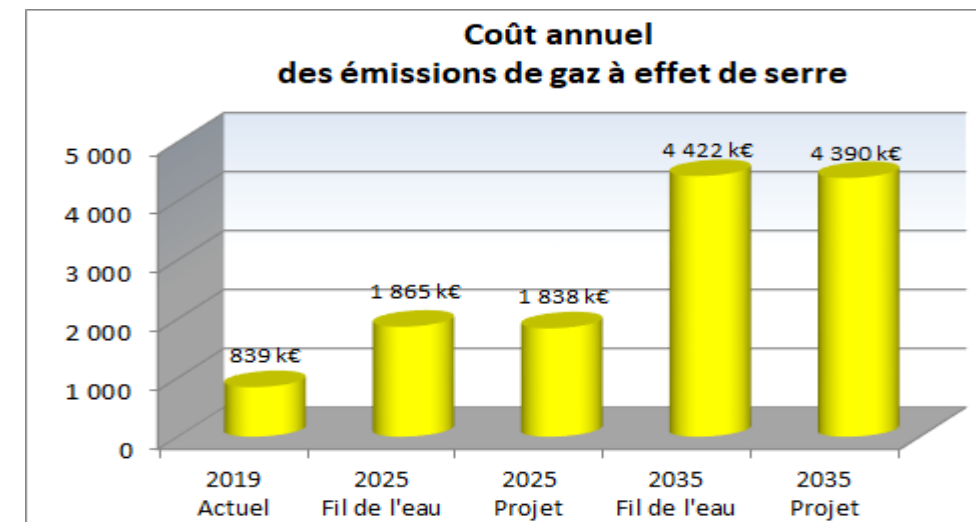


Figure 39 : Coût annuel des émissions de GES

## 10. MESURES DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

### 10.1. MESURES DE RÉDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ISSUE DES TRANSPORTS

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables.

Cependant, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation des normes Euro 6 (7 dans les prochaines années) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Pour accompagner le réaménagement du secteur, une étude sur l'amélioration du réseau de transport en commun peut être engagée de façon à renforcer leur utilisation et permettre une moindre utilisation de véhicules personnels.

Afin d'encourager l'utilisation de véhicules propres, il est également possible d'envisager de mettre en place des stationnements et des bornes de recharge dédiés aux voitures électriques sur les voies réaménagées avec le projet.

Également, une réflexion sur les vitesses de circulation peut être menée sur les voies routières aux abords du projet. En effet, des vitesses moins importantes s'accompagnent généralement d'une plus grande fluidité du trafic et d'une diminution des émissions de polluants.

### 10.2. MESURES DE REDUCTION

#### ❖ Eloignement

L'éloignement consiste à distancer les populations des sources d'émissions - en particulier les populations sensibles - pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.

Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière car elles représentent une part importante des émissions de polluants.

Les mesures d'éloignement face aux sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu en termes d'exposition des personnes peut rapidement être important.

#### ❖ Adaptation de la morphologie urbaine

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air pour, soit :

- Favoriser la dispersion des polluants et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations ;
- Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles), afin que les zones à enjeux ou sensibles soient protégées des sources d'émission.

#### ❖ Mesures constructives sur les bâtiments et gestion au quotidien

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Pour limiter la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur, plusieurs recommandations peuvent être faites, visant :

- le positionnement et l'implantation des ouvrants : dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des pièces de vie, comportant des ouvertures généralement plus larges, sur cour, et les pièces de service (buanderie, salle de bain) sur la façade côté voirie. Dans la pratique, ces recommandations peuvent néanmoins être complexes à mettre en œuvre.
- le positionnement des bouches de prises d'air neuf : les règles de l'art applicables aux installations de ventilation mécanique contrôlée du secteur résidentiel sont exposées dans le document technique unifié NF-DTU 68.3. De manière générale, le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment sera préféré, loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée.
- la ventilation : mise en place d'une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double-flux comprenant une filtration de l'air entrant. Deux types de filtres sont généralement installés : un filtre gravimétrique, retenant les pollens et un filtre retenant les poussières fines (taux d'abattement allant jusqu'à 30 % selon les filtres). Ces filtres doivent être changés très régulièrement pour maintenir l'efficacité du système (1 à 2 fois par an). Cependant, en fonction de la performance des filtres et de la localisation géographique (à proximité immédiate de routes très circulées), ces derniers peuvent vite s'encrasser et doivent être changés à une fréquence plus élevée (tous les 2 à 3 mois). Au-delà du changement de filtre, une VMC double-flux demande un entretien régulier pour éviter qu'elle ne s'encrasse et perde en efficacité (nettoyage des bouches d'extraction, dépoussiérage des bouches de soufflage, et entretien complet tous les trois ans par un professionnel). Les systèmes VMC double-flux sont intrinsèquement très efficaces. Cependant la qualité des installations est encore trop souvent négligée et le changement des filtres peut s'avérer délicat, voire impossible. La mise en œuvre de ces systèmes doit donc être anticipée dès la conception des bâtiments, pour permettre leur entretien.

### 10.3. AMÉNAGEMENTS DU TERRITOIRE

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Aussi, les activités polluantes, mais également les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs, ...) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.

À l'échelle de l'aménagement, plusieurs paramètres exercent une influence sur l'exposition des populations et sur la dispersion des polluants :

- La présence d'obstacles verticaux obstrue bien entendu les flux d'air, mais peut aussi être mise à profit *via* des bâtiments « masquants », par exemple, pour protéger des espaces vulnérables de voies au trafic soutenu ;
- La présence d'obstacles horizontaux influence fortement la vitesse du vent en fonction des inégalités de hauteur de la canopée urbaine ;
- Les configurations « en canyon » bloquent le flux d'air et limitent la ventilation ;
- La complexité des rues et leur obstruction (rapport entre l'écartement des immeubles et leur hauteur) sont des facteurs aggravants.

Les espaces ouverts (nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) constituent des espaces permettant la circulation de l'air et la dispersion des polluants, contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres.

Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et les espèces végétales, et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines ;
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote...); selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO<sub>2</sub> et de 1 % pour les PM10 ;
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière ;
- Les alignements d'arbres ont de fait une capacité de captation, mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé) ;
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes. Cela est à prendre en considération dans le choix des espèces.

## 11. QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

### 11.1. PRÉSENTATION

Le projet prévoyant la création de logements, la problématique de la pollution de l'air intérieur dans les habitations est donc un sujet à prendre en considération. En effet, en France, une personne passe en moyenne 80 à 90 % de son temps en milieu clos, que ce soit en habitat, au travail ou dans les transports. Chaque année en France, la pollution de l'air intérieur est responsable du décès d'environ 20 000 personnes et engendre un coût socio-économique évalué à 19,5 milliards d'euros<sup>5</sup>. Aussi, la question de la qualité de l'air intérieur est un sujet faisant l'objet de plus en plus d'études sanitaires et scientifiques.

Les polluants susceptibles d'affecter la qualité de l'air intérieur et la santé sont nombreux et de plusieurs types : composés toxiques (formaldéhyde, monoxyde de carbone, ...), biologiques (acariens, pollens, moisissures, ...), radioactifs (radon) ou physiques (particules fines, amiante).

L'origine de ces polluants est multiple. En effet, certains polluants proviennent de l'interaction avec l'air extérieur, mais la plupart sont émis à l'intérieur même des bâtiments, que ce soit par les équipements, les matériaux de construction ou les activités humaines.

La pollution de l'air intérieur peut avoir des effets sur la santé plus ou moins graves : toux, céphalées, irritation des yeux et de la gorge, fatigue, nausées, cancer.



Figure 40 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe)

<sup>5</sup> ANSES (avril 2014) « Etude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur »

## 11.2. POLLUANTS

Dans les habitations, le **formaldéhyde** est un des polluants les plus répandus du fait des nombreuses sources potentiellement présentes en environnement intérieur : bois agglomérés et contreplaqués (meuble et matériaux de construction), colle, vernis, produits ménagers, cosmétiques, fumée de tabac, ... Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures, classé cancérigène certain chez l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Le **monoxyde de carbone** provient de la combustion incomplète de matériaux carbonés, donc en général d'installations de chauffage mal réglées ou mal entretenues. Il est responsable de nombreuses morts par asphyxie en se liant à l'hémoglobine à la place du dioxygène, d'autant plus qu'il s'agit d'un gaz incolore et inodore.

Les **oxydes d'azote** (NOx) sont une famille de gaz formés d'azote et d'oxygène, comprenant principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Emis lors de combustions à haute température, la pollution intérieure provient essentiellement des appareils de chauffage ou de production d'eau chaude, des gazinières, du tabagisme ou de la circulation automobile (transfert de la pollution extérieure à l'intérieur des bâtiments).

Les **Composés Organiques Volatils** (COV) sont des substances pouvant facilement se trouver sous forme gazeuse dans l'atmosphère. Ils correspondent à plusieurs familles chimiques : alcanes, alcènes, aldéhydes, cétones, esters, alcools, terpènes... Les sources intérieures de COV sont les activités humaines (tabagisme, produits d'entretien, bricolage, utilisation de bougies, d'encens...), les matériaux de construction, l'ameublement (vernis, peinture, colles...) et les équipements (imprimantes, appareils de chauffage...).

Les **particules en suspension** sont des solides de nature très diverse qui restent longtemps dans l'air compte tenu de leur petite taille. Les particules sont considérées comme substances hautement prioritaires par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). Elles peuvent provenir de la fumée de tabac, de la cuisson des aliments, de bougies, d'encens, de feux de cheminée, ...

Le **dioxyde de carbone** est issu principalement de la respiration. Il ne présente pas un grand danger sanitaire, mais peut être utilisé pour déterminer le niveau de confinement d'un local et l'efficacité de la ventilation.

Les **polluants biologiques** sont constitués de l'ensemble des micro-organismes et des vecteurs particulaires en suspension dans l'air. Ils sont omniprésents et très divers, il s'agit des bactéries (dont certaines produisent des endotoxines), des virus, des moisissures (dont certaines produisent des mycotoxines), des allergènes d'animaux (chats, chiens), d'insectes (blattes) ou d'acariens, ou des pollens. Les effets sanitaires de ces micro-organismes, pollens, ou résidus de micro-organismes pour les allergènes, vont dépendre des espèces présentes, de leurs concentrations et de la durée d'exposition et des personnes exposées. Outre le risque infectieux, il existe des risques allergiques et toxiques non négligeables.

## 11.3. RECOMMANDATIONS

La ventilation et l'aération jouent un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution de l'air intérieur. En effet, elles permettent d'évacuer l'air chargé en pollution ou en humidité et d'apporter de l'air neuf. Le renouvellement de l'air d'un logement est la résultante de plusieurs facteurs : la perméabilité à l'air du bâtiment, l'ouverture des fenêtres et des portes et la présence de dispositifs spécifiques de ventilation (naturelle ou mécanique). Une maintenance régulière des systèmes de ventilation est donc primordiale pour réduire les problèmes de pollution intérieure.

Le taux d'humidité est un facteur important de la pollution de l'air intérieur. Un air trop humide tend à favoriser le développement de moisissures et bactéries dont les spores et toxines peuvent affecter la santé, tandis qu'un air trop sec fragilise les muqueuses respiratoires et les rend plus sensibles à la pollution. L'OQAI recommande un taux d'humidité relative compris entre 40 et 60 % pour une température de 18 à 22°C. Il est donc conseillé de maintenir une humidité aux alentours de 50 %, dans un premier temps par une bonne ventilation des locaux, et dans un second temps par l'installation d'un humidificateur ou déshumidificateur d'air.

Une attention particulière doit être appliquée dans l'aménagement des logements afin de limiter les matériaux, peintures et meubles dégageant de composés toxiques comme le formaldéhyde ou les COV. Les produits de construction et de décoration (matériaux d'isolation, peinture, papiers peints, colle, vernis, moquette, ...) doivent être choisis en fonction de leur niveau d'émissions de COV indiqué sur l'étiquette « émissions dans l'air intérieur » obligatoire depuis 2013.



Figure 41 : Etiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration

L'emploi de produits d'entretien doit respecter les dosages et les consignes d'utilisation indiquées sur l'étiquette et stockés, flacon fermé, dans une zone ventilée.

Les appareils de combustion (chauffage et gazinière) doivent être entretenues et vérifiées périodiquement.

Enfin, le tabagisme, ainsi que l'utilisation de bougies, d'encens et de parfums d'intérieur est déconseillé.

Afin de remédier à une pollution de l'air persistante, il existe des dispositifs de décontamination par effet photochimique, oxydation photocatalytique ou photoplasma. Ces appareils présentent cependant des inconvénients (efficacité en situation réelle, coût élevé, bruit, ...) et de ce fait, ne doivent être envisagés qu'après mise en place d'actions préventives.

## 12. ARTICULATION AVEC LE SRCAE

Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) de la région Île-de-France fixe des objectifs concernant notamment la qualité de l'air et la lutte contre le réchauffement climatique.

Parmi les objectifs définis, « l'amélioration de la qualité de l'air pour la santé des franciliens » sera respecté avec la mise en place du projet.

En effet, par rapport à la situation actuelle de 2019, les émissions de polluants atmosphériques, dont le dioxyde d'azote et les particules, vont diminuer en moyenne de 27 % à l'horizon 2025 et de 36 % en 2035 pour les scénarios avec projet.

Ces diminutions entraîneront des concentrations moins élevées, d'où des effets moindres sur la santé, par rapport à l'année 2019.

Avec une diminution des émissions de gaz à effet de serre de -14 % en 2025 et -18 % en 2035 par rapport à l'état actuel, la mise en place du projet ira dans le sens de l'objectif de réduction des GES.

## ***CONCLUSION***

## 13. CONCLUSION

La présente étude Air et Santé s'inscrit dans le cadre de l'Opération d'Intérêt National (OIN) d'aménagement des communes de Grigny et Viry-Châtillon, dans le département de l'Essonne (91).

L'étude a été menée en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N 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.

Concernant l'étude des impacts, plusieurs scénarios ont été examinés :

- La situation actuelle pour l'année 2019 ;
- L'horizon 2025 : situation sans projet (Fil de l'Eau) ;
- L'horizon 2025 : situation future avec réalisation du projet ;
- L'horizon 2035 : situation sans projet ;
- L'horizon 2035 : situation future avec projet.

D'une manière générale, le projet va entraîner une modification minimale des flux de véhicules sur le domaine d'étude par rapport à la situation au 'Fil de l'Eau'.

Par rapport à la situation actuelle, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, ainsi que la mise en application des normes Euro, associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution globale des émissions et des concentrations en polluants atmosphériques.

Du point de vue sanitaire, la création de la ZAC Grande Borne Ouest entraînera une diminution de l'indice IPP (Indice Pollution Population) avec les démolitions de logements prévues en 2025, et une légère augmentation avec la totalité des logements créés en 2035.

Également, une EQRS [Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires] a été réalisée au niveau des différents secteurs du projet.

Les Quotients de Danger calculés au niveau de tous les secteurs étudiés sont inférieurs au seuil d'acceptabilité.

En revanche, sous les hypothèses d'exposition considérées, les taux particules diesel entraînent des Excès de Risques Individuels supérieurs à la valeur recommandée pour tous les scénarios examinés. Cette situation n'est pas due à la mise en place du projet, - les différences avec le Fil de l'Eau étant minimales -, mais à la présence de l'autoroute A6 et de la RD445 qui accentue les concentrations de fond en polluants atmosphériques.

Il faut par ailleurs garder à l'esprit que les hypothèses considérées sont majorantes, et que les Excès de Risques Individuels ne sont pas compris dans le domaine d'action rapide tel que défini par le Haut Conseil de la Santé Publique.

La fréquentation des habitations des différents secteurs du projet ne devrait donc pas être de nature à occasionner de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations exposées. Cela d'autant plus que l'indice sanitaire ERI tend à évoluer nettement à la baisse pour les scénarios futurs par rapport à la situation actuelle.

En somme, le projet ne va pas entraîner d'augmentation significative de risque de survenue d'une pathologie au sein de la population exposée par rapport à la situation au 'Fil de l'Eau'.

En conclusion, le projet n'aura aucun impact significatif sur la qualité de l'air ambiant, ni au niveau du domaine étudié, ni sur la santé des populations des différents secteurs du projet par rapport à la situation au 'Fil de l'Eau'.



THEMES	Avantages / Inconvénients
TRAFIC	D'après les hypothèses considérées, la circulation pour les scénarios futurs avec projet diminue légèrement par rapport au scénario 'Fil de l'eau' (-1,5 % en 2025 et -0,5 % en 2035).
CONSUMMATION DE CARBURANT	La consommation énergétique baisse faiblement avec le projet par rapport à la situation au Fil de l'Eau (-1,5 % en 2025 et -0,7 % en 2035).
ÉMISSIONS POLLUANTES	Par rapport à la situation au Fil de l'Eau, les émissions diminuent avec le projet de façon minime (-1,5 % en 2025 et -0,7 % en 2035).
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Par rapport à la situation au Fil de l'Eau, la mise en place du projet occasionne une faible diminution des émissions de GES (-1,5 % en 2025 et -0,7 % en 2035).
CONCENTRATION DANS L'AIR AMBIANT	D'après les hypothèses considérées, les concentrations sont globalement maximales pour l'horizon actuel 2019.
INDICE POLLUTION-POPULATION [IPP]	En comparaison avec la situation au Fil de l'Eau, la création de la ZAC <b>Grande Borne Ouest</b> entraînera une diminution de l'indice IPP de -4 % avec les démolitions de logements prévues en 2025, et une légère augmentation avec la totalité des logements créés en 2035 (+1 %).
ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]	La fréquentation des habitations du projet ne devrait pas entraîner de risque inacceptable de survenue de pathologie au sein des populations exposées. Cela d'autant plus que les indices sanitaires tendent à évoluer nettement à la baisse pour les scénarios futurs avec projet, par rapport à la situation actuelle.
COUT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	Les coûts de la pollution atmosphérique varient peu avec la mise en place du projet : -1,6 % en 2025 et -0,7 en 2035.
COUT DES GAZ A EFFET DE SERRE	Par rapport à la situation au Fil de l'Eau, les coûts des émissions de gaz à effet de serre diminuent légèrement avec le projet (-1,5 % en 2025 et -0,7 % en 2035).
MESURE(S) COMPENSATOIRE(S)	La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Néanmoins, une réflexion sur les transports en commun, les véhicules électriques et la vitesse de circulation pourrait être envisagée.
EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS	L'étude Air et Santé a considéré l'impact cumulé par rapport aux mêmes projets que ceux retenus dans l'étude trafic.

# Annexes

## ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

<b>AASQA</b>	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air	<b>HPM</b>	Heure de pointe du matin
<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	<b>HPS</b>	Heure de pointe du soir
<b>AEE</b>	Agence Européenne de l'Environnement	<b>IFSTTAR</b>	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
<b>As</b>	Arsenic	<b>INRETS</b>	Institut de recherche sur les transports
		<b>INSEE</b>	Institut national de la statistique et des études économiques
<b>Ba</b>	Baryum	<b>InVS</b>	Institut de Veille Sanitaire
<b>B(a)P</b>	Benzo(a)Pyrène	<b>IPP</b>	Indice Pollution Population
<b>BPCO</b>	Broncho-pneumopathie chronique obstructive		
<b>BTEX</b>	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes	<b>Ni</b>	Nickel
		<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>Cd</b>	Cadmium	<b>NOx</b>	Oxydes d'azote
<b>CERTU</b>	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques	<b>N<sub>2</sub>O</b>	Protoxyde d'azote
<b>CH<sub>2</sub>O</b>	Formaldéhyde	<b>O<sub>3</sub></b>	Ozone
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane	<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O</b>	Acétaldéhyde		
<b>C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O</b>	Acroléine	<b>Pb</b>	Plomb
<b>C<sub>4</sub>H<sub>6</sub></b>	1,3-Butadiène	<b>PDU</b>	Plan de Déplacement Urbain
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Benzène	<b>PL</b>	Poids Lourd
<b>CITEPA</b>	Centre Interprofessionnel technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique	<b>PM</b>	Particulate Matter (particules fines en suspension)
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone	<b>PM10</b>	Particules de taille inférieure à 10 µm
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone	<b>PM2,5</b>	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
<b>COPERT</b>	COmputer PRogramme to calculate Emissions from Road Transport	<b>PNSE</b>	Plan National Santé Environnement
<b>CORINAIR</b>	CORe INventories AIR	<b>PPA</b>	Plan de Protection de l'Atmosphère
<b>COV</b>	Composé Organique Volatil	<b>PRQA</b>	Plan Régional pour la Qualité de l'Air
<b>COVNM</b>	Composé Organique Volatil Non Méthanique	<b>PRSE</b>	Plan Régional Santé Environnement
		<b>PSQA</b>	Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air
<b>Cr</b>	Chrome	<b>QD</b>	Quotient de danger
		<b>SETRA</b>	Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements
<b>DRIEE</b>	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie	<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>EIS</b>	Evaluation de l'Impact Sanitaire	<b>SRCAE</b>	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
<b>ERI</b>	Excès de Risque Individuel		
<b>ERU</b>	Excès de risque Unitaire	<b>TCEQ</b>	Texas Commission on Environmental Quality
<b>EQRS</b>	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	<b>TMJA</b>	Trafic Moyen Journalier Annuel
<b>FET</b>	Facteur d'équivalence Toxique	<b>US EPA</b>	United States Environmental Protection Agency
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre	<b>UVP</b>	Unité de Véhicule Particulier
<b>HAP</b>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	<b>VK</b>	Véhicules-Kilomètres
<b>Hg</b>	Mercure	<b>VL</b>	Véhicule Léger
		<b>VTR</b>	Valeur Toxicologique de Référence

## ANNEXE N°2 : EFFETS SANITAIRES REDOUTÉS

Tableau 27 : Effets sanitaires redoutés avec seuil – Voie inhalation

<b>Benzène</b>	De nombreuses études ont mis en évidence des effets hématotoxiques et immuno-toxiques. La plupart des effets sanguins ont été associés à des expositions par inhalation.
<b>Butadiène (1,3)</b>	Chez l'homme, la toxicité s'observe essentiellement par inhalation. Des effets hématologiques minimes sont retrouvés et potentiellement des effets cardiovasculaires.
<b>Benzo(a)pyrène</b>	La littérature ne rapporte que des effets par contact cutané.
<b>Arsenic</b>	La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de : - l'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose), - du système cardiovasculaire (maladie de Raynaud) - de la peau (hyperkératose et hyperpigmentation) - du système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).
<b>Chrome</b>	Les manifestations toxiques du chrome sont généralement attribuées aux dérivés hexavalents. Le chrome III est un composé naturel de l'organisme, mais il possède également une action toxique. Il n'y a pas d'étude rapportant les effets du chrome III seul chez l'homme, cependant il a été montré que lors d'exposition au chrome sous la forme hexavalente ce dernier est tout ou partiellement réduit en chrome trivalent. Le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors de l'exposition par inhalation aux dérivés du chrome III et du chrome VI.
<b>Nickel</b>	Les études chez l'homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.
<b>Monoxyde de carbone</b>	Les signes d'appel d'une intoxication chronique sont les mêmes que dans le cas d'une intoxication subaiguë débutante : céphalées, vertiges et asthénie, parfois associés à des troubles digestifs. Les études conduites afin d'évaluer l'effet sur le myocarde indiquent que l'oxyde de carbone favorise le développement d'une ischémie myocardique à l'effort chez les sujets ayant une coronaropathie préexistante sans favoriser l'apparition de trouble du rythme. Ces effets ont été observés pour les expositions répétées à faibles doses.

<b>Particules diesel</b>	<p>Le dépôt des particules en suspension dans le système respiratoire dépend des propriétés physico-chimiques de l'aérosol (la taille, la forme, la surface, le caractère, ...). Après leur dépôt, les particules et particulièrement les particules inférieures à 0,1 µm semblent transloquer facilement vers des sites extrapulmonaires et atteignent alors différents organes cibles.</p> <p>Les effets des particules sont dus à la fois par leurs dépôts dans le système respiratoire, mais aussi par les polluants qu'elles transportent (imbrûlés, HAP, etc.). Elles peuvent en effet véhiculer sur leur surface des substances toxiques capables de passer la barrière air/sang au niveau des alvéoles pulmonaires.</p> <p>Les principaux effets toxicologiques des polluants, en particulier sur les mécanismes de stress oxydatif ainsi que sur l'appareil cardiovasculaire, sont mis en évidence par plusieurs études biologiques. D'autres études ont aussi montré que la fonction respiratoire diminuait lors d'une exposition chronique à long-terme aux particules. En augmentant le stress oxydatif, elles aggravent l'inflammation des BPCO (Bronco-Pneumopathies Chroniques Obstructives) et conduisent à leur exacerbation. De même, l'inflammation alvéolaire serait à l'origine d'une inflammation systémique contribuant à augmenter la coagulabilité sanguine elle-même responsable de l'initialisation et la progression de l'athérosclérose à l'origine de maladies cardiaques ischémiques aiguës et d'accidents vasculaires cérébraux. De plus, des lésions anatomo-pathologiques des bronches et des bronchioles, ainsi qu'un épaississement de la paroi artérielle ont été aussi associés à une exposition chronique aux particules. Les effets de la pollution aérienne sur la variabilité de la fréquence cardiaque ont été mis en évidence pour la pollution particulaire.</p>
<b>Oxydes d'azote</b>	<p>Chez l'homme, le monoxyde d'azote a une action toxique au niveau des plaquettes, et induit la formation de nitrosylhémoglobine et de méthémoglobine. Il a également des effets respiratoires.</p> <p>Les enfants exposés au dioxyde d'azote dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires.</p> <p>Les enfants exposés au dioxyde d'azote dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.</p>
<b>Dioxyde de soufre</b>	Plusieurs études effectuées chez les humains ont démontré que des expositions répétées à de faibles concentrations de SO <sub>2</sub> (moins de 5 ppm) causent une insuffisance pulmonaire permanente. Cet effet peut sans doute être attribué à des crises répétées de bronchoconstriction

Tableau 28 : Effets sanitaires redoutés sans seuil – Voie inhalation

	Effets cancérogènes	Effets sur la reproduction et le développement
<b>Benzène</b>	Plus de 25 études ont rapporté une augmentation des taux de cancer au cours des expositions professionnelles au benzène. La leucémie aiguë est l'affection la plus souvent rapportée dans les études de cas mais l'épidémiologie retrouve une association significative avec les leucémies de tout type voire d'autres affections du tissu hématopoïétique comme les lymphomes non hodgkiniens.	Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus à des niveaux supérieurs ou égaux à ceux mesurés chez la mère exposée par inhalation. Ependant les effets par inhalation sur la reproduction et le développement ne sont pas suffisants pour établir une relation causale.
<b>Butadiène (1,3)</b>	Chez l'homme, il semble qu'il existe un lien entre la survenue de leucémies et les expositions au 1,3-butadiène	Le 1,3-butadiène a été étudié par l'Union Européenne mais n'a pas été classé. Aucune information n'est disponible quant aux effets sur la reproduction et le développement du 1,3-butadiène chez l'homme
<b>Benzo(a)pyrène</b>	Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'Homme. Les études chez l'animal indiquent que le benzo[a]pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapportés correspondent , une action à la fois locale et systémique.	Il n'existe pas, en l'état actuel des connaissances, de preuves suffisantes permettant de conclure à la toxicité du formaldéhyde sur la reproduction et le développement embryofœtal. D'après la bibliographie, aucune étude n'a été, effectuée chez l'homme pour rechercher un éventuel effet du benzo[a]pyrène sur la reproduction. Le benzo[a]pyrène est embryotoxique chez la souris.
<b>Arsenic</b>	L'arsenic a été l'un des premiers composés chimiques reconnus comme cancérogène par : - le CIRC (groupe 1) - l'US EPA (classe A) - l'Union Européenne (quatre substances en catégorie 1). Les principaux cancers liés à une exposition à l'arsenic sont les cancers de la peau, de la vessie, des poumons, des reins et du foie.	Ces effets ont été très peu étudiés chez l'homme. Toutefois pour des doses très faibles, avortements spontanés, mortalités fœtale et infantile tardive et faibles poids de naissance ont été mis en évidence ces dernières années. De même, des effets sur le développement intellectuel ont été observés. Chez l'animal, aucun effet sur la reproduction n'est observé ; des

	Effets cancérogènes	Effets sur la reproduction et le développement
		effets sur le développement sont principalement mis en évidence par inhalation, avec des pertes post implantatoires et une diminution du nombre de fœtus viables. Seul l'arséniate de plomb est classé par l'Union Européenne en Catégorie 1 et 3.
<b>Chrome</b>	De nombreuses études épidémiologiques réalisées en Allemagne, en Italie, au Japon, au Royaume Uni ou aux Etats Unis sur des salariés de la production des chromates ont largement mis en évidence un excès de risque pour le cancer du poumon.	Les seules données connues concernant les effets toxiques du chrome sur la fonction de reproduction sont issues d'études réalisées chez la femme exposée professionnellement aux dichromates. Les résultats montrent une augmentation de l'incidence des complications au cours de la grossesse et de la naissance, une toxicose pendant la grossesse ainsi qu'une augmentation des hémorragies post-natales (Shmitova, 1978, 1980). Bien qu'ayant été pratiquées en présence d'un groupe témoin, ces études sont d'une qualité médiocre et ne permettent pas de conclure quant à l'effet du chrome sur la reproduction humaine.
<b>Nickel</b>	Les différentes études épidémiologiques portant sur les effets cancérogènes du nickel ont été basées sur des études de cohorte de travailleurs de raffineries et ont mis en évidence une augmentation du risque de cancer du poumon et du nez.	Chez les femmes exposées, le taux de malformations était de 16,9 % contre 5,8 % chez les non-exposés. Les auteurs indiquent que la différence observée est statistiquement significative, cependant aucune précision supplémentaire n'est donnée.

	Effets cancérogènes	Effets sur la reproduction et le développement
<b>Particules diesel</b>	Des études épidémiologiques ont montré un risque accru de risque accru de cancers pulmonaires pour des populations professionnellement exposées aux émissions des moteurs à combustion. Ces effets semblent se confirmer également expérimentalement mais certains résultats sont parfois contradictoires comme en témoigne des études de cancérogenèse expérimentales qui ont été menées sur des rats. Ainsi, "il est couramment admis par la communauté scientifique que les particules diesel sont responsables de la cancérogénécité expérimentale des émissions diesel " (SFSP, 1996). De surcroît, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) classe les particules diesel comme étant probablement cancérigènes chez l'Homme.	Certaines études chez l'animal semblent montrer des atteintes possibles au niveau de la spermatogenèse. Ces données sont cependant trop partielles et ne peuvent pas être extrapolées actuellement chez l'homme.
<b>Oxydes d'azote</b>	Le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote n'ont pas été classés cancérogènes par l'UE, l'US EPA et l'IARC ; le monoxyde n'a pas été étudié par l'UE. Différentes études ont montré des résultats positifs quant à la génotoxicité du dioxyde d'azote, néanmoins il n'a pas été classé par l'UE. Le monoxyde d'azote n'a pas été étudié.	Le monoxyde d'azote n'a pas été étudié par l'UE, et le dioxyde d'azote n'est pas classé reprotoxique. Chez l'animal, le dioxyde d'azote induit des effets neuro-comportementaux, des signes d'embryotoxicité. En revanche, aucun effet tératogène ou sur la spermatogenèse n'est rapporté.

	Effets cancérogènes	Effets sur la reproduction et le développement
<b>Dioxyde de soufre</b>	Plusieurs études épidémiologiques ont évalué la possibilité que le dioxyde de soufre cause des cancers tels un cancer du poumon, un cancer de l'estomac ou des tumeurs cérébrales. Toutes les études comportaient des facteurs de confusion non contrôlés comme une exposition concomitante à d'autres produits chimiques. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a passé en revue ces études et décidé que les données actuelles ne permettent pas d'établir la cancérogénécité chez l'humain. Cependant, il y a quelques signes de cancérogénécité chez les animaux. Évaluation globale faite par le CIRC : Il est impossible de classer le SO <sub>2</sub> en fonction de sa cancérogénécité chez l'humain (groupe 3).	Un certain nombre d'études épidémiologiques ont indiqué qu'une exposition au SO <sub>2</sub> peut être reliée à des effets nocifs sur l'appareil reproducteur. Cependant, aucune de ces études n'a fourni des données indiquant clairement que le SO <sub>2</sub> soit responsable des effets observés. Aucune conclusion ne peut être tirée du peu d'information recueillie chez les animaux.
<b>Monoxyde de carbone</b>	Le monoxyde de carbone n'est pas classé par le CIRC.	L'oxyde de carbone ne modifie pas la fertilité et ne semble pas tératogène, mais il est nettement foetoxique. Lors d'une intoxication grave de la mère dans le coma, il peut y avoir mort du fœtus ou, sinon, de graves séquelles neurologiques. Si l'exposition est prolongée ou l'intoxication aigue moins importante, on peut observer un retard de croissance <i>in utero</i> et une augmentation de la mortalité néonatale. Si l'enfant survit, il ne semble pas y avoir de séquelles à long terme.

## Contact

### **TechniSim Consultants**

2 rue Saint-Théodore  
69003 LYON

Fixe : 04 72 33 91 67

Mél. : [technisim@wanadoo.fr](mailto:technisim@wanadoo.fr)

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.  
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

**ADDENDA** : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.  
Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.  
Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.