

# PROJET d'AMÉNAGEMENT SUR une ANCIENNE CARRIÈRE

## CHEMIN des BOURDONNS

GAGNY - Seine-Saint-Denis [93]

Volet Air & Santé



### ÉTAT INITIAL & ANALYSE des IMPACTS

Référence

172 104 056

Date

Version 3  
03 avril 2018

**TechniSim**  
Consultants



TERRIDEV  
22 RUE BEFFROY  
92200 NEUILLY-SUR-SEINE  
TEL. : 09 51 60 86 74



**PROJET d'AMENAGEMENT sur une ANCIENNE CARRIERE - GAGNY [93 – SEINE-SAINT-DENIS]**

**Volet Air & Santé**

**État initial & Analyse des impacts**

**TECHNISIM Consultants**

2 rue Saint Théodore

69003 LYON

Tél. : 04 72 33 91 67

TechniSim@wanadoo.fr





## SOMMAIRE

Présentation de l'étude et du projet	7	7.1. Données sanitaires	37
1. Contexte général	8	7.2. Effets de la pollution sur la santé	42
2. Présentation du Volet Air et Santé	8	7.3. Synthèse	44
2.1. Définition du domaine d'étude et de la bande d'étude	8	8. Analyse du domaine d'étude	44
2.2. Définition du niveau de l'étude	8	8.1. Identification des sites sensibles	44
3. Contexte législatif	9	8.2. Analyse de la population – Données INSEE	46
État initial	11	8.3. Occupation des sols – Densité de population	48
4. Contenu de l'état initial	12	8.4. Synthèse	49
4.1. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie [SRCAE]	12	9. Mesures <i>in situ</i>	49
4.2. Plan de Protection de l'Atmosphère [PPA]	12	9.1. Déroulement de la campagne de mesure	49
4.3. Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [PREPA]	14	9.2. Mesures des particules PM10 et PM2.5	50
4.4. Plan Climat Énergie Territorial	15	9.3. Résultats des mesures par tubes passifs	52
4.5. Plan climat-air-énergie territorial [PCAET]	15	9.4. Synthèse	56
4.6. Loi de transition énergétique pour la croissance verte	15	10. Perspectives d'évolution de l'état initial	57
4.7. Contentieux européen	16	11. Incidences prévisibles du projet en matière de qualité de l'air, d'émissions de gaz à effet de serre, de climat et de santé	57
4.8. Plan Particules et Plan d'Urgence pour la qualité de l'air	16	12. Conclusion de l'état initial	57
4.9. Projets « Villes respirables en 5 ans »	17	Analyse des impacts	59
4.10. Certificat qualité de l'air – Crit'Air	18	13. Contenu de l'analyse des impacts	60
4.11. Plan National Santé Environnement [PNSE]	19	14. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier	60
4.12. Plan Régional Santé Environnement [PRSE]	19	14.1. Quantification des émissions liées aux activités du chantier	60
4.13. Synthèse	20	14.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier	61
5. Identification des principales sources d'émissions atmosphériques	21	14.3. Synthèse	63
5.1. Registre des émissions polluantes	21	15. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation	63
5.2. Réseaux de transport	21	15.1. Flux de trafic – Indice VK	63
5.3. Inventaire des émissions	22	15.2. Évaluation des consommations énergétiques	67
5.4. Synthèse	27	15.3. Émissions atmosphériques	68
6. Surveillance de la qualité de l'air	28	15.4. Synthèse	73
6.1. Mesures réalisées par Airparif	28	15.5. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique	74
6.2. Procédure d'information et d'alerte	32	15.6. Conclusion de l'impact du projet sur la qualité de l'air	85
6.3. Bilan annuel de la qualité de l'air - cartographies	33	16. Effets de la pollution atmosphérique sur la santé	85
6.4. Synthèse	37	16.1. Effets généraux	85
7. Analyse des données sanitaires	37	16.2. Indice Pollution Population [IPP]	88
		16.3. Évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS]	90



16.4. Synthèse – Impacts du projet sur la santé .....	105
17. Coûts collectifs de l'impact sanitaire .....	106
17.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques.....	106
17.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre.....	108
18. Effets cumulés avec d'autres projets .....	108
19. Analyse qualitative des mesures de réduction de la pollution atmosphérique de proximité.....	108
20. Changements climatiques et impacts sur la santé .....	109
20.1. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé.....	109
20.2. Impacts du changement climatique sur les maladies allergiques.....	110
20.3. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles ...	110
21. Effets sur les sols et la végétation.....	110
21.1. Effets sur les sols.....	110
21.2. Effets sur la végétation.....	111
22. Articulation avec les plans et schémas d'Ile-de-France.....	112
22.1. Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA).....	112
22.2. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) .....	113
Conclusion et Synthèse.....	114
GLOSSAIRE.....	117
Annexes.....	118
Annexe n°1 : Fiches descriptives des mesures.....	119
Annexe n°2 : Métrologie des poussières PM10 et PM2.5.....	122
Annexe n°3 : Métrologie du dioxyde d'azote et des btex.....	123
Annexe n°4 : Conditions météorologiques observées durant la campagne de mesures par tubes passifs.....	126
Annexe n°5 : Présentation des substances mesurées .....	129
Annexe n°6 : Effets sanitaires des polluants générés par le trafic routier.....	139
<b>LISTE DES FIGURES</b>	
Figure 1 : Collectivités retenues pour le programme « Ville respirables en 5 ans » .....	17
Figure 2 : Les différents certificats qualité de l'air.....	18
Figure 3: Zones à circulation restreinte et différenciée.....	19
Figure 4 : Réseaux de transports proches du projet.....	21
Figure 5: Répartition des émissions de polluants par sources sur les aéroports français.....	22
Figure 6 : Contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques en Ile-de-France.....	22
Figure 7 : Contribution par secteur aux émissions de NOx en Ile-de-France pour l'année 2014.....	23
Figure 8 : Evolution des émissions de NOx en Ile-de-France par secteur entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF).....	23
Figure 9: Quantités d'oxydes d'azote (NOx) émises par km² selon les départements en 2012.....	23
Figure 10 : Contribution par secteur aux émissions de PM10 en Ile-de-France pour l'année 2014.....	24
Figure 11 : Contribution par secteur aux émissions de PM2.5 en Ile-de-France pour l'année 2014.....	24
Figure 12: Evolution des émissions de PM10 en Ile-de-France entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF).....	24
Figure 13: Evolution des émissions de PM2.5 en Ile-de-France entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF).....	24
Figure 14 : Contribution par secteur aux émissions de COVNM en Ile-de-France pour l'année 2014.....	25
Figure 15: Evolution des émissions de COVNM en Ile-de-France entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF).....	25
Figure 16 : Contribution par secteur aux émissions de HAP en Ile-de-France pour l'année 2012.....	25
Figure 17 : Contribution par secteur aux émissions de SO2 en Ile-de-France pour l'année 2012.....	25
Figure 18 : Contribution par secteur aux émissions de GES en Ile-de-France pour l'année 2012.....	26
Figure 19 : Bilan des émissions annuelles pour le département (estimations faites en 2014 pour l'année 2012).....	26
Figure 20 : Émissions selon le secteur d'activité – Source Airparif.....	27
Figure 21 : Localisation des stations de mesure d'Airparif par rapport au projet.....	28
Figure 22: Evolution de la concentration moyenne de dioxyde d'azote sur trois ans pour des stations urbaines de fond et de trafic.....	29
Figure 23: Evolution des concentrations moyennes sur trois ans en fond en PM10 en agglomération parisienne et hors agglomération.....	30
Figure 24: Nombre de jours de dépassement du seuil journalier de PM10 en Ile-de-France.....	31
Figure 25: Concentrations moyennes annuelles de PM2,5 en Ile-de-France en 2016.....	31
Figure 26: Nombre de jours de déclenchement de procédures d'information et d'alerte.....	33
Figure 27: Cartographies des concentrations de PM10 en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93.....	34
Figure 28: Cartographies des concentrations de PM2,5 en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93.....	34



Figure 29 : Cartographies des concentrations de NO <sub>2</sub> en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93	35
Figure 30 : Cartographies des concentrations de benzène en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93	35
Figure 31 : Concentration annuelle moyenne en NO <sub>2</sub> et PM10 sur la commune de Gagny, 36	36
Figure 32 : Espérance de vie à la naissance des femmes sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département	38
Figure 33 : Espérance de vie à la naissance des hommes sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département	38
Figure 34 : Espérance de vie à 60 ans sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département	38
Figure 35 : Taux standardisés de mortalité générale pour les deux sexes	39
Figure 36 : Taux comparatifs de mortalité prématurée en Ile-de-France	40
Figure 37 : Indicateurs sanitaires du département de Seine-Saint-Denis	42
Figure 38 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]	42
Figure 39 : Localisation des sites sensibles	45
Figure 40 : Évolution de la population depuis 1968	46
Figure 41 : Population par sexe et âge en 2014	46
Figure 42 : Répartition de la population active par type d'activité en 2014	47
Figure 43 : Ancienneté d'eménagement dans la résidence principale - 2014	48
Figure 44 : Occupation des sols aux alentours du projet	48
Figure 45 : Densité de population aux abords du site	49
Figure 46 : Emplacements des points de mesure <i>in situ</i> et sites sensibles	50
Figure 47 : Néphélomètre	50
Figure 48 : Résultats des mesures des particules en suspension PM10 et PM2,5	51
Figure 49 : Dispositifs d'échantillonnage passifs	52
Figure 50 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote	53
Figure 51 : Résultats des mesures en benzène, toluène et éthylbenzène	53
Figure 52 : Rapport toluène sur benzène	54
Figure 53 : Résultats des mesures pour les xylènes	54
Figure 54 : Résultats des mesures in situ	55
Figure 55 : Réseau routier considéré dans l'étude	64
Figure 56 : Consommation moyenne de carburants	68
Figure 57 : Émissions des oxydes d'azote	71
Figure 58 : Émissions des COV	71
Figure 59 : Émissions des particules PM10	72
Figure 60 : Émissions des particules PM2,5	72
Figure 61 : Émissions de HAP	72
Figure 62 : Émissions des gaz à effets de serre	73
Figure 63 : Modélisation gaussienne d'un panache	74
Figure 64 : Rose des vents utilisée pour les simulations	75
Figure 65 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations	75
Figure 66 : Emplacements des récepteurs	77
Figure 67 : Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2017	79
Figure 68 : Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2019	79
Figure 69 : Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2024	79
Figure 70 : Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2030	79
Figure 71 : Concentration en particules PM10 - Moyenne annuelle - Horizon 2017	82
Figure 72 : Concentration en particules PM10 - Moyenne annuelle - Horizon 2019	82
Figure 73 : Concentration en particules PM10 - Moyenne annuelle - Horizon 2024	82
Figure 74 : Concentration en particules PM10 - Moyenne annuelle - Horizon 2030	82
Figure 75 : Concentration en particules PM2,5 - Moyenne annuelle - Horizon 2017	83
Figure 76 : Concentration en particules PM2,5 - Moyenne annuelle - Horizon 2019	83
Figure 77 : Concentration en particules PM2,5 - Moyenne annuelle - Horizon 2024	83
Figure 78 : Concentration en particules PM2,5 - Moyenne annuelle - Horizon 2030	83
Figure 79 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP	88
Figure 80 : IPP - Dioxyde d'azote	89
Figure 81 : IPP - Benzène	89
Figure 82 : IPP - Particules PM10	89
Figure 83 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS	90
Figure 84 : Logigramme - Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	92
Figure 85 : Quotients de dangers par organes cibles - scénario « jeune enfant »	101
Figure 86 : Quotients de dangers par organes cibles - scénario « écolier- d'une école maternelle »	101
Figure 87 : Quotients de dangers par organes cibles - scénario « écolier- d'une école élémentaire »	101
Figure 88 : Quotients de dangers par organes cibles - scénario « collégien »	101
Figure 89 : Quotients de dangers par organes cibles - scénario « lycéen »	102
Figure 90 : Quotients de dangers par organes cibles - scénario « sportif »	102
Figure 91 : Excès de risque cumulé - Scénario « Mineur »	103
Figure 92 : Excès de risque de risque cumulé - Scénario « Habitants du projet »	103
Figure 93 : Coût de la pollution atmosphérique	107
Figure 94 : Photographie du Thermo pDR-1.500	122
Figure 95 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote	123
Figure 96 : Échantillonneur passif pour le BTEX (Dräger)	125
Figure 97 : Températures enregistrées lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017	126
Figure 98 : Origine des vents enregistrés lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017	126
Figure 99 : Précipitations enregistrées lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017	128
Figure 100 : Ensoleillement enregistré lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017	128
Figure 101 : Répartition des émissions de NOx en 2015 (source CITEPA)	129
Figure 102 : Émissions des oxydes d'azote en France métropolitaine	129
Figure 103 : Répartition des émissions de PM10 et des PM2,5 en 2015 (source CITEPA)	131
Figure 104 : Émissions des PM10 en France métropolitaine	131
Figure 105 : Émissions des PM2,5 en France métropolitaine	132
Figure 106 : Répartition des émissions de COV en 2015 (source CITEPA)	134
Figure 107 : Émissions des COV en France métropolitaine	135
Figure 108 : Émissions du benzène en France métropolitaine	136

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic	8
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti	9
Tableau 3: Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques	14
Tableau 4: Caractéristiques des stations de mesure Airparif	28
Tableau 5: Concentrations en NO <sub>2</sub> relevées par AIRPARIF	29
Tableau 6: Concentrations en O <sub>3</sub> relevées par AIRPARIF	30
Tableau 7: Seuils de déclenchement en µg/m <sup>3</sup> des niveaux d'information et d'alerte	33
Tableau 8: Evolution de la population	46
Tableau 9 : Provenance des personnes actives travaillant à Gagny – Année 2014	46
Tableau 10 : Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi – Année 2014	47
Tableau 11 : Catégorie de logements – Année 2014	47
Tableau 12 : Description des emplacements des points de mesure	50
Tableau 13 : Résultats des mesures des particules PM10	51
Tableau 14 : Résultats des mesures des particules PM2,5	51
Tableau 15 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m <sup>3</sup> ]	52
Tableau 16: Résultats des mesures de BTEX [µg/m <sup>3</sup> ]	53
Tableau 17: Synthèse de l'état initial	58
Tableau 18: Données trafic pour la phase construction	61
Tableau 19: Emissions polluantes liées au trafic routier associé à la phase travaux	61
Tableau 20 : Scénarios analysés dans l'étude	63
Tableau 21 : Données du trafic sur l'ensemble du réseau routier étudié – Nombre de véhicules	65
Tableau 22 : Données du trafic sur l'ensemble du réseau routier étudié – Nombre de poids lourds	65
Tableau 23: Indice VK	67
Tableau 24: Consommation de carburants	67
Tableau 25 : Emissions globales pour les scénarios traités	70
Tableau 26: Evolution des émissions pour les principaux polluants	71
Tableau 27 : Quantité de GES produits	73
Tableau 28 : Concentrations maximales relevées dans la bande d'étude pour les composés faisant l'objet d'une réglementation	76
Tableau 29: Concentrations maximales relevées dans la bande d'étude pour les composés cités dans la circulaire du 25 février 2005 mais ne faisant pas l'objet d'une réglementation	76
Tableau 30 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle	78
Tableau 31 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire	78
Tableau 32 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle	80
Tableau 33 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier	81
Tableau 34 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle	81
Tableau 35 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française	84
Tableau 36 : Indice Pollution Population	88
Tableau 37: Evolution des IPP	88
Tableau 38 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour l'étude pour les effets à seuil	93

Tableau 39 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour l'étude pour les effets sans seuil	95
Tableau 40: Scénario d'exposition « jeune enfant » et paramètres considérés	97
Tableau 41: Scénario d'exposition « écolier » et paramètres considérés	97
Tableau 42: Scénario d'exposition « collégien » et paramètres considérés	97
Tableau 43: Scénario d'exposition « lycéen » et paramètres considérés	98
Tableau 44: Scénario d'exposition « sportif » et paramètres considérés	98
Tableau 45: Scénario d'exposition « mineur » et paramètres considérés	98
Tableau 46: Scénario d'exposition « habitant » et paramètres considérés	98
Tableau 47: Quotients de dangers maximaux par composé	100
Tableau 48: Excès de risque individuel maximal – Scénario « mineur »	102
Tableau 49: Excès de risque individuel maximal – Scénario « habitant du projet »	103
Tableau 50 : Coûts unitaires de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2010	106
Tableau 51: Déclinaison par Norme Euro des coûts des émissions de NOx, SO <sub>2</sub> , COVNM et PM2,5 dues à la combustion des VP et VUL [€2010/100 véh.km]	107
Tableau 52 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier	107
Tableau 53: Estimation des coûts des GES générés par le transport routier	108
Tableau 54: Principaux polluants allergisants	110
Tableau 56: Synthèse de l'étude des impacts	116
Tableau 57 : Vitesse du vent moyen journalier durant la campagne	126
Tableau 58 : Echelle de Beaufort	127
Tableau 59: Classement des sous-secteurs* les plus émetteurs en 2015 pour les oxydes d'azote	130
Tableau 60: Classement des sous-secteurs* les plus émetteurs en 2015 pour les particules PM10	132
Tableau 61: Classement des sous-secteurs* les plus émetteurs en 2015 pour les particules PM2,5	133
Tableau 62: Classement des sous-secteurs* les plus émetteurs en 2015 pour les COV	135
Tableau 63 : Effets sanitaires redoutés avec seuils – Voie inhalation	139
Tableau 64 : Effets sanitaires redoutés sans seuils – Voie inhalation	140



# Présentation de l'étude et du projet

## 1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Cette étude Air et Santé s'inscrit dans le cadre du projet de construction de logements collectifs ainsi que d'un collège sur l'emplacement d'une ancienne carrière extractive sise sur le territoire de la commune de Gagny (Département de la Seine-Saint-Denis /93).

La première partie de l'étude concerne l'état initial de la qualité de l'air du domaine considéré.

La deuxième partie de l'étude analysera les impacts du projet sur la qualité de l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

## 2. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTE

### 2.1. DEFINITION DU DOMAINE D'ETUDE ET DE LA BANDE D'ETUDE

Domaine d'étude

Selon la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005, le domaine d'étude est composé du projet et de l'ensemble du réseau routier subissant une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10 % du fait de la réalisation du projet.

Définition de la bande d'étude

« La bande d'étude est définie autour de chaque voie subissant, du fait de la réalisation du projet, une hausse ou une baisse significative de trafic (variation de 10 %, identiquement au domaine d'étude). Elle est adaptée à l'étude de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique à l'échelle locale résultant des polluants primaires. Dans le domaine d'étude, il peut donc y avoir plusieurs bandes d'études » (Circulaire DGS/SD 7 B du 25 février 2005).

Concernant la pollution particulière, la largeur de la bande d'étude est de 100 mètres, quel que soit le trafic.

Regardant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe médian du tracé le plus significatif du projet est définie (Cf. tableau ci-dessous) par :

- le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) prévu à terme ;  
ou
- le trafic à l'Heure de Pointe la plus chargée.

Il apparaît que la circulation maximale sur les brins routiers concernés sera comprise entre 1 000 et 2 500 véhicules par Heure de Pointe.

Il résulte de cela que la bande d'étude doit avoir au minimum une largeur de 150 mètres d'après le tableau suivant.

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

Trafic à l'Heure de Pointe (uvp/h)	TMJA à l'horizon d'étude (véh/j)	Largeur minimale de la bande d'étude (en mètres) de part et d'autre de l'axe
> 10 000	> 100 000	300
5 000 < trafic ≤ 10 000	50 000 < TMJA ≤ 100 000	300
2 500 < trafic ≤ 5 000	25 000 < TMJA ≤ 50 000	200
1 000 < trafic ≤ 2 500	10 000 < TMJA ≤ 25 000	150
≤ 1 000	≤ 10 000	100

### 2.2. DEFINITION DU NIVEAU DE L'ETUDE

L'importance de l'étude à mener varie en fonction de la charge prévisionnelle de trafic qui sera supportée par le projet.

Quatre niveaux d'études sont distingués, en fonction de deux paramètres principaux qui sont les suivants :

- La charge prévisionnelle de trafic ;
- Le nombre de personnes concernées par le projet.



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

Densité dans la bande d'étude [hab/km <sup>2</sup> ]	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)				Type d'étude
	> 50 000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25 000 à 50 000 véh/j ou 2 500 à 5 000 uvp/h	≤ 25 000 véh/j ou 2 500 uvp/h	≤ 10 000 véh/j ou 1 000 uvp/h	
> 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	IV
2 000 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	IV
< densité < 10 000 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	IV
< 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	IV
Pas de bâti	III	III	IV	IV	IV

Compte tenu de la densité de population dans la bande d'étude et du trafic prévisible à l'horizon de mise en service, il sera réalisé une étude de niveau II, qui sera rehaussée au niveau supérieur au droit des sites sensibles à la pollution atmosphérique (C'est-à-dire crèches, écoles, collèges, maisons de retraite, hôpitaux, centres sportifs en extérieur, ...). Selon le niveau de l'étude, les exigences réglementaires diffèrent également.

Ainsi, d'après la Circulaire interministérielle du 25 février 2005, les études de type II requièrent :

- Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine géographique d'étude ;
- Qualification de l'état initial par des mesures *in situ* ;
- Estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet ;
- Comparaison des variantes et de la solution retenue sur le plan de la santé *via* un indicateur sanitaire simplifié ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité ;
- Évaluation des risques sanitaires au niveau des sites sensibles.

Pour une étude de niveau II, les polluants à prendre en compte, définis selon une base réglementaire, sont les suivants :

- Les oxydes d'azote NOx (= NO + NO<sub>2</sub>)

- Le monoxyde de carbone CO ;
- Les particules émises à l'échappement ;
- Le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub> ;
- Les hydrocarbures ;
- Le benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ;
- La pollution particulaire : nickel (Ni) et cadmium (Cd).

### 3. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation de l'étude Air & Santé pour les projets d'aménagement 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'Énergie, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/02/1996 ;
- Le décret modifié 77-1141 du 12 octobre 1977, pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°76-629 du 25 février 1976 relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques ;
- 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 ;
- La circulaire Mote 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 circulaire interministérielle Equipement/Santé/Écologie du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et également avec l'appui des documents suivants :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier ;
- Note méthodologique du CERTU-SETRA de janvier 2008 : Études d'impact d'infrastructures routières – Volet « air et santé » – État initial et recueil des données ;
- Guides méthodologiques sur les études d'environnement volet « air et santé » de février 2005 (annexe de la circulaire du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières) ;
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser.



# État Initial

## 4. CONTENU DE L'ÉTAT INITIAL

Au sein de l'étude « Air », l'état initial permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air – avant la mise en œuvre du projet d'aménagement.

Cet état 'initial' servira de référence pour le suivi de la qualité de l'air en ce qui concerne les années à venir.

Cet état est également appelé état 'zéro' et porte sur les polluants atmosphériques réglementés.

L'état initial retrace également la politique ainsi que la stratégie mises en œuvre en matière de qualité de l'air et dans lesquelles s'inscrit le projet.

Il qualifie les enjeux et évalue les sensibilités existantes sur le domaine d'étude.

L'état initial doit traiter les thèmes suivants :

- recensement des sources de contamination déjà présentes dans le domaine d'étude ;
- description sociodémographique de la population concernée ;
- identification des sites dits « sensibles » à la pollution atmosphérique ;
- présentation des données sanitaires.

### 4.1. SCHEMA REGIONAL DU CLIMAT, DE L'AIR ET DE L'ÉNERGIE [SRCAE]

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

Le SRCAE remplace le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PROQA) instauré par la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (dite loi 'Laure'), et vaut schéma régional des énergies renouvelables prévu par l'article 19 de la loi n°2009-967 du 3 août 2009 [dite Grenelle 1].

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

D'une part, le SRCAE doit contenir :

- des orientations permettant de réduire les émissions des gaz à effet de serre ;
- des objectifs régionaux de maîtrise de demande en énergie ;
- des objectifs de valorisation du potentiel d'énergies renouvelables ;
- des orientations d'adaptation au changement climatique ;
- des orientations concernant la pollution atmosphérique.

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

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

D'autre part, ce schéma est concerné par :

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

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

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

Le SRCAE définit trois grandes priorités régionales pour 2020. Il s'agit de :

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

### 4.2. PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE [PPA]

La directive européenne 2008/50/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentration de polluants atmosphériques sont dépassées, les États membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes.

En droit français, outre les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être, des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants. L'application de ces



dispositions relève des articles L.222-4 à L.222-7 et R. 222-13 à R.222-36 du Code de l'environnement.

Le PPA est un plan d'actions - arrêté par le Préfet - qui a pour unique objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener dans la zone du PPA concerné les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

Il doit fixer des objectifs de réduction, réaliser un inventaire des émissions des sources de polluants, prévoir en conséquence des mesures qui peuvent être contraignantes et pérennes pour les sources fixes (installations de combustion, usines d'incinération, stations-services, chaudières domestiques, etc.) et mobiles, et définir des procédures d'information et de recommandation ainsi que des mesures d'urgence à mettre en œuvre lors des pics de pollution.

Chaque mesure doit être encadrée fonctionnellement et temporellement en vue de sa mise en œuvre, et est accompagnée d'estimations de l'amélioration de la qualité de l'air escomptée. La mise en application de l'ensemble de ces dispositions doit être assurée par les autorités de police et les autorités administratives en fonction de leurs compétences respectives. Dès lors qu'elles auront été reprises dans des arrêtés, les mesures du PPA seront opposables.

Le bilan de la mise en œuvre du PPA doit être présenté annuellement devant le Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST) et, au moins tous les cinq ans, la mise en œuvre du plan fait l'objet d'une évaluation par le ou les préfets concernés pour décider de son éventuelle mise en révision.

Le PPA doit être compatible avec les grandes orientations données par le Schéma Régional Climat-Air-Énergie (voir section 3 de cette partie) en remplacement du Plan Régional Qualité de l'Air (PRQA). En revanche, le lien de compatibilité est inversé avec le Plan de Déplacements Urbains (PDU) qui touche également la qualité de l'air au niveau local par ses objectifs inscrits dans la loi LOTI, à savoir : la diminution du trafic automobile, le développement des transports collectifs et des moyens de déplacement moins polluants, l'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie d'agglomération, l'organisation du stationnement dans le domaine public, le transport et la livraison des marchandises et l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques de favoriser le transport de leur personnel.

Dans la région Île-de-France, le périmètre du PPA est celui de l'ensemble de la région. En Île-de-France, un premier PPA a été approuvé le 07 juillet 2006 (Arrêté n° 2007-1590 relatif à la mise en œuvre du Plan de Protection de l'Atmosphère et à la réduction des émissions de polluants atmosphériques en Île-de-France). Une première version de ce PPA avait été proposée au cours de l'hiver 2004-2005. Lors de la consultation auprès des collectivités locales, l'analyse des hypothèses retenues pour son élaboration ainsi que les mesures proposées ont conduit à un avis défavorable en 2005. En effet, il a été jugé que le projet présenté s'attaquait insuffisamment aux questions spécifiquement urbaines : la

place de l'automobile dans le milieu urbain dense, l'exposition des piétons et autres usagers de la rue aux polluants « de proximité », y compris l'exposition des automobilistes dans le trafic. Il se concentre sur quelques mesures ciblées de renforcement de la réglementation applicable en Île-de-France.

Le PPA d'Île-de-France a été ensuite révisé en 2012 et approuvé en mars 2013 après enquête publique. Le PPA révisé mise sur 11 mesures réglementaires et des actions incitatives pour réduire les émissions de polluants atmosphériques.

Pour atteindre les objectifs fixés, les mesures réglementaires suivantes sont applicables tout au long de l'année pour certaines – ou seulement en cas de pics de pollution pour d'autres :

1. Obliger les principaux pôles générateurs de trafic à réaliser un plan de déplacement ;
2. Imposer des valeurs limites d'émission pour les chaufferies collectives ;
3. Limiter les émissions de particules dues aux équipements individuels de combustion du bois (depuis février 2015, la législation en Île-de-France autorise toutefois les feux d'agrément en foyer ouvert) ;
4. Gérer les dérogations relatives à l'interdiction de brûlage à l'air libre de déchets verts ;
5. Réduire les émissions de particules dues aux groupes électrogènes ;
6. Améliorer la connaissance et la mesure des émissions Industrielles ;
7. Interdire les épandages par pulvérisation quand l'intensité du vent est strictement supérieure à 3 sur l'échelle de Beaufort ;
8. Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les documents d'urbanisme ;
9. Définir les attendus relatifs à la qualité d'air à retrouver dans les études d'impact ;
10. Mettre en œuvre la réglementation limitant l'utilisation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) lors du stationnement des aéronefs sur les aéroports de Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly et Paris-le Bourget ;
11. Diminuer les émissions en cas de pointe de pollution.

Il est intéressant de noter que la mesure réglementaire n°9 concernant les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impact ne crée pas de droit nouveau ; nonobstant, elle vient préciser des dispositions réglementaires existantes.

Les études d'impact doivent comprendre les éléments suivants :

- Analyse de l'état initial du site et de son environnement :
  - état de la qualité de l'air sur la zone du projet, en particulier en matière de concentrations de NO<sub>2</sub> et de PM10 à partir des données publiques disponibles sur le site d'Airparif, à défaut de relevés plus précis diligentés par le maître d'ouvrage. Il pourra également être fait état d'une estimation du nombre de personnes exposées à des dépassements de valeurs

réglementaires de polluants atmosphériques (avant et après le projet) pour les installations émettrices de polluants atmosphériques.

- Analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement :
  - émissions directes de polluants atmosphériques par le projet ;
  - analyse des flux de transports - différenciés par mode - générés par le projet et émissions polluantes associées (si le projet implique des flux de transports importants de salariés ou de visiteurs, ce point concerne en particulier les projets de Zones d'Aménagement Concerté) ;
  - moyens de chauffage prévus par le projet et émissions polluantes associées (si le projet prévoit des moyens de chauffage) ;
  - émissions de polluants atmosphériques générées par la réalisation du projet (mise en suspension de poussières, émissions des engins de chantiers,...).
- Mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes.

Le porteur du projet traite des thèmes ci-dessus quand ils sont pertinents.

Le PPA est actuellement en cours de réactualisation. Après 18 mois de travail orchestré par la DRIEE, en concertation avec les représentants de tous les secteurs d'activités et les associations, le projet est en phase d'enquête publique depuis le lundi 18 Septembre 2017.

Le projet de PPA 2017-2020 a été présenté le 9 mars 2017 lors du 4<sup>e</sup> comité de pilotage de Révision du PPA. 25 défis et 45 actions sont retenus dans le projet de PPA. Ils agissent principalement sur les deux secteurs les plus émetteurs de particules (PM10) et d'oxydes d'azote (NOx) que sont les transports et le résidentiel-tertiaire, avec notamment l'utilisation de l'automobile.

Le secteur aérien, l'agriculture et l'industrie sont également pris en compte et se doivent d'apporter leur contribution au travers de plusieurs défis. Parmi ces défis, l'Île-de-France doit, par exemple, favoriser le covoiturage, former les agriculteurs au cycle de l'azote ou encore diminuer les émissions des aéronefs lors du roulage.

L'impact du PPA sur la qualité de l'air à l'horizon 2020, modélisé par Airparif, montre que le PPA conduira à une baisse importante des émissions de particules et de dioxyde d'azote et donc à une diminution considérable du nombre de Franciliens exposés à des dépassements de valeurs limites de la qualité de l'air.

En effet, le nombre de personnes exposées serait divisé par trois.

Les changements de comportement, encouragés par des défis du PPA, la mise en œuvre d'innovations techniques ou encore la mise en œuvre des Plans climat air-énergie territoriaux élaborés par les collectivités de plus de 20 000 habitants devraient permettre un retour définitif sous les valeurs limites, rapidement après 2020.

Ce projet de PPA va être mis en consultation auprès des CODERST (Comités départementaux de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques) et auprès

de l'ensemble des collectivités. Après avoir fait l'objet d'une enquête publique (automne 2017) son approbation définitive est prévue pour la fin de l'année 2017.

#### 4.3. PLAN NATIONAL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES [PREPA]

Ce plan, prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour le PRÉPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Ce plan combine les différents outils de la politique publique en matière de réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

Tel que prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le PRÉPA est composé par :

- un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 ;
- un arrêté établissant pour la période 2016-2020 - les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

La consultation du public s'est achevée le 27 avril 2017 ; le décret est paru au Journal Officiel le 11 mai 2017.

Les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques, en application de l'Article L. 222-9 du Code de l'Environnement, sont présentés dans le Décret N° 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques.

Ces derniers sont présentés dans le tableau qui va suivre.

**Tableau 3: Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques**

POLLUANTS	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	À partir de 2030
SO <sub>2</sub>	-55%	-66%	-77%
NOX	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH <sub>3</sub>	-4%	-8%	-13%
PM2.5	-24%	-42%	-57%

Les actions prioritaires sont présentées dans l'arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques.



Les actions relevant du domaine des transports et de la mobilité sont les suivantes :

- Convergence de la fiscalité entre l'essence et le gazole et alignement des régimes de déductibilité de la TVA entre l'essence et le gazole
- Encouragement de la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations, ainsi que de l'utilisation des vélos
- Encouragement de l'utilisation des véhicules les moins polluants :
  - Accompagnement technique et financier à la mise en place des ZCR (zones à circulation restreinte)
  - Utilisation des certificats qualité de l'air (CRIT'AIR) dans les ZCR et les zones visées par la circulation différenciée
  - Encouragement de la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres à l'aide de bonus écologiques et de primes à la conversion
  - Développement des infrastructures pour les carburants propres au titre du cadre national pour les carburants alternatifs
  - Renouvellement du parc public par des véhicules faiblement émetteurs (Article 37 de la Loi de transition énergétique)
- Renforcement des contrôles des émissions des véhicules routiers et engins mobiles non routiers

#### 4.4. PLAN CLIMAT ÉNERGIE TERRITORIAL

La loi « Grenelle II », du 12 juillet 2010, instaure l'obligation pour toutes les collectivités de plus de 50 000 habitants de se doter d'un Plan Climat-Energie Territorial (PCET).

Pour contribuer à la lutte contre le changement climatique, la France s'est engagée, au niveau européen et mondial, sur des objectifs très ambitieux.

Le PCAET est un outil de planification d'actions concrètes, à court, moyen et long termes (horizon 2050), relatives à la lutte contre le changement climatique qui s'opère.

Ce plan d'action vise 2 objectifs :

- « l'Atténuation » : réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire par des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique et par le développement d'énergies renouvelables
- « l'Adaptation » : identifier les vulnérabilités locales dues au changement climatique et développer un scénario d'adaptation

En 2014, le Plan Climat Énergie Territorial est devenu Plan Climat Air Énergie Territorial.

#### 4.5. PLAN CLIMAT-AIR-ENERGIE TERRITORIAL (PCAET)

Le Plan Climat-Air-Énergie Territorial définit - dans les champs de compétence de la collectivité publique concernée - les objectifs stratégiques et opérationnels afin d'atténuer

le réchauffement climatique et de s'y adapter, le programme des actions à réaliser afin d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire l'impact des émissions de gaz à effet de serre, et un dispositif de suivi et d'évaluation des résultats.

Depuis la Loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, seuls les établissements publics de coopération intercommunale sont obligés :

- au plus tard le 31 décembre 2016 pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 50 000 habitants existants au 1er janvier 2015 ;
- au plus tard le 31 décembre 2018 pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants existants au 1er janvier 2017.

Le PCAET devra contenir :

- Un bilan d'émissions de Gaz à Effet de Serre du territoire
- Des objectifs stratégiques et opérationnels en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique
- Un plan d'actions portant sur :
  - l'amélioration de l'efficacité énergétique
  - le développement coordonné des réseaux de distribution d'électricité, de gaz et de chaleur
  - l'augmentation de la production d'énergies renouvelables
  - la valorisation du potentiel d'énergie issue de la récupération
  - le développement du stockage et l'optimisation de la distribution d'énergie
  - le développement de territoires à énergie positive
  - la limitation des émissions de gaz à effet de serre
  - l'anticipation des impacts du changement climatique
  - la mobilité sobre et décarbonée
  - la maîtrise de la consommation d'énergie de l'éclairage public (si compétence)
  - le schéma directeur de développement de réseau de chaleur
  - la lutte contre la pollution atmosphérique (s'il existe un plan de protection de l'atmosphère)
- Un dispositif de suivi et d'évaluation

#### 4.6. LOI DE TRANSITION ÉNERGETIQUE POUR LA CROISSANCE

##### VERTE

La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe les grands objectifs d'un nouveau modèle énergétique français et vise à encourager une « croissance verte » en réduisant la facture énergétique de la France et en favorisant les énergies propres et sûres.

Les thèmes suivants sont abordés :

- Rendre les bâtiments et les logements économes en énergie



- Donner la priorité aux transports propres :
  - Aider à remplacer les vieux véhicules diesel par des voitures électriques ;
  - Favoriser le covoiturage en entreprise ;
  - Inciter à réaliser les trajets domicile-travail à vélo ;
- Viser un objectif « zéro gaspillage »
- Monter en puissance sur les énergies renouvelables
- Lutter contre la précarité énergétique

#### 4.7. CONTENTIEUX EUROPEEN

La France a fait l'objet d'un contentieux de l'Union Européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration dans l'air de particules PM10. Dans diverses zones, le pays ne respecte pas les valeurs limites de particules PM10 dans l'air (concentration annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup> et concentration journalière de 50 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), en vigueur depuis 2005.

Globalement, en 2011, 12 millions de Français étaient exposés aux dépassements des valeurs limites de concentrations en PM10 (source : bilan de la qualité de l'air en France en 2011 et des principales tendances observées au cours de l'année 2011 - MEDDE).

Parmi celles-ci, 15 font l'objet du contentieux engagé par la Commission européenne.

La Commission européenne a donné le délai d'un an à la France pour convaincre zone par zone de la nécessité de la mise en œuvre d'actions efficaces pour répondre à ce manquement, sans quoi la France s'expose à une amende (au moins 11 M€) et à des astreintes journalières jusqu'à ce que la qualité de l'air soit respectée (au moins 240 000 € par jour), soit au total près d'au moins 100 M€ la première année et 85 M€ les années suivantes. Cette sanction, devant initialement aboutir en 2014, pourrait être appliquée prochainement.

Les zones de dépassement PM10 visées par le contentieux sont celles de : Paris, Marseille, Toulon, Avignon, la zone côtière urbanisée des Alpes-Maritimes, Valenciennes, Dunkerque, Lille, le territoire du Nord-Pas-de-Calais, Montbéliard/Belfort, Grenoble, Lyon, le reste de la région Rhône-Alpes, Bordeaux et l'île de La Réunion.

La France fait également l'objet de demandes d'information de la part de la Commission européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'air et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NOx).

#### 4.8. PLAN PARTICULES ET PLAN D'URGENCE POUR LA QUALITE DE L'AIR

Résultant du contentieux européen, le Grenelle de l'environnement avait fixé pour la France un objectif extrêmement ambitieux de réduction de 30 % des particules PM2,5 pour 2015. Pour y parvenir, un Plan Particules avait été mis en place en juillet 2010. Ce plan

comprendait des mesures dans le secteur domestique, l'industrie et le tertiaire, les transports et le secteur agricole, en vue d'améliorer l'état des connaissances sur le sujet. L'objectif principal de ce plan était la réduction de la pollution de fond par les particules en proposant des mesures pérennes dans tous les secteurs concernés. Il prévoyait aussi des actions de prévention et de gestion des pics de pollution, en faisant appel à la fois à des mesures :

- Régaliennes et obligatoires (renforcement de normes, augmentation des contrôles, éco-conditionnalité des aides...);
- Incitatives (crédit d'impôt, zones d'actions prioritaires pour l'air...);
- Portant sur une plus forte sensibilisation et mobilisation de la population et des acteurs de terrain.

Ce plan prévoyait surtout l'expérimentation de Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air (ZAPA) autour et dans certaines agglomérations volontaires où sont constatés ou prévus des dépassements des valeurs limites de la qualité de l'air, ainsi que l'instauration de l'« éco-redevance » kilométrique pour les poids lourds.

Faisant suite à l'échec des zones d'actions prioritaires pour l'air, à la suspension de l'éco-redevance, à l'échec relatif de la traduction des mesures des PPA en terme d'amélioration de la qualité de l'air, le ministre délégué chargé des Transports, de la Mer et de la Pêche avait mis en route, en septembre 2012, un Comité Interministériel de la Qualité de l'Air (Ctqa). Ce comité s'est réuni en 2013 pour débattre du plan d'urgence pour la qualité de l'air. Ce plan propose un total de 38 mesures à partir des cinq priorités suivantes :

- **Priorité 1 : Favoriser le développement de toutes les formes de transport et de mobilité propres par des mesures incitatives** (mesures 1 à 26). Ces mesures sont destinées à :
  - Favoriser le covoiturage (mesures 1 à 4) ;
  - Favoriser une logistique propre des derniers kilomètres en ville (mesures 5 à 10) ;
  - Accélérer le développement des véhicules électriques en ville (mesures 11 à 13) ;
  - Créer des leviers pour renouveler le parc des véhicules polluants (mesures 14 à 18) ;
  - Développer les transports en commun (mesures 19 à 22) ;
  - Développer le déplacement à bicyclette et la marche à pied (mesures 23 à 26).
- **Priorité 2 : Réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique** (mesures 27 à 32). Parmi les moyens pour y arriver, on distingue :
  - Les mesures d'ordre public environnemental (mesure 27 à 30) : réduire ponctuellement la vitesse sur certains axes routiers, développer sur les voies rapides urbaines des mesures de gestion dynamique du trafic, renforcer les mesures en cas d'épisode de pollution, soutenir la mise en





- Favorise les mobilités durables : transports collectifs, plans de mobilité active, pistes cyclables, aires et services de covoiturage... ;
- Facilite le développement de la mobilité électrique : services d'autopartage électrique, primes aux deux-roues électriques... ;
- Vise à éliminer le diesel en 5 ans : aides au renouvellement accéléré des flottes de taxis, d'autobus, de véhicules utilitaires et de service, de véhicules particuliers ...

#### 4.10. CERTIFICAT QUALITE DE L'AIR – CRIT'AIR

Pour protéger la santé des populations et favoriser le développement des véhicules à faibles émissions, la feuille de route issue de la conférence environnementale 2014 a prévu la création d'un dispositif d'identification des véhicules : le **certificat qualité de l'air**.

Ce dispositif a pour objectif de favoriser les véhicules les moins polluants en facilitant leur identification par le biais du « **certificat qualité de l'air** ».

Une nomenclature sous forme de pastilles de couleur va classer les voitures en 6 catégories, dépendant de leurs émissions en polluants atmosphériques (oxydes d'azote, particules, hydrocarbures imbrûlés et monoxyde de carbone), avec notamment une catégorie particulière pour les véhicules électriques.

Ce certificat est entré en vigueur à partir du 1er juillet 2016. Non obligatoire, le certificat permettra néanmoins - en fonction de la couleur de la pastille obtenue et des règles prises par les maires - aux automobilistes ayant effectué ces démarches de :

- circuler dans les zones de circulation restreinte (ZCR),
- bénéficier des modalités de stationnement favorables ;
- obtenir des conditions de circulation privilégiée.

VOITURES PARTICULIÈRES		
Tous les véhicules : - zero émission moteur : 100 % électrique et hydrogène	Essence et autres EURO 5 et 6 A partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2011	Essence et autres EURO 4 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus
6,5 % des voitures particulières	23 % des voitures particulières	23 % des voitures particulières
Essence et autres EURO 2 et 3 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 1997 et le 31 décembre 2005 inclus	Diesel EURO 3 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2001 et le 31 décembre 2005 inclus	Diesel EURO 2 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 1997 et le 31 décembre 2000 inclus
43 % des voitures particulières	3,4 % des voitures particulières	6 % des voitures particulières
Diesel EURO 4 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus	Non classés : 9 % des véhicules particuliers	

Source : developpement-durable.gouv.fr

Figure 2 : Les différents certificats qualité de l'air

Au 1er juillet 2017, les sanctions pour non-respect de l'usage des certificats de qualité de l'air (Vignettes Crit'air) et des mesures d'urgence arrêtées en cas de pic de pollution atmosphérique ont été renforcées. Le décret n°2017-782 du 5 mai 2017 prévoit des amendes de 4<sup>e</sup> classe (135€) pour les poids lourds, bus et autocars et de 3<sup>e</sup> classe (68€) pour les autres véhicules lorsque les infractions suivantes sont commises :

- Ne pas respecter les règles de la circulation différenciée en cas de pic de pollution ,
- Ne pas apposer un certificat Crit'air sur son véhicule circulant dans une zone à circulation restreinte comme celle de Paris ;
- Ne pas apposer un certificat Crit'air sur son véhicule circulant pendant un pic de pollution dans la zone de circulation différenciée (intra A86 à l'exclusion de celle-ci).

La carte suivante représente les zones à circulation restreinte et différenciée.



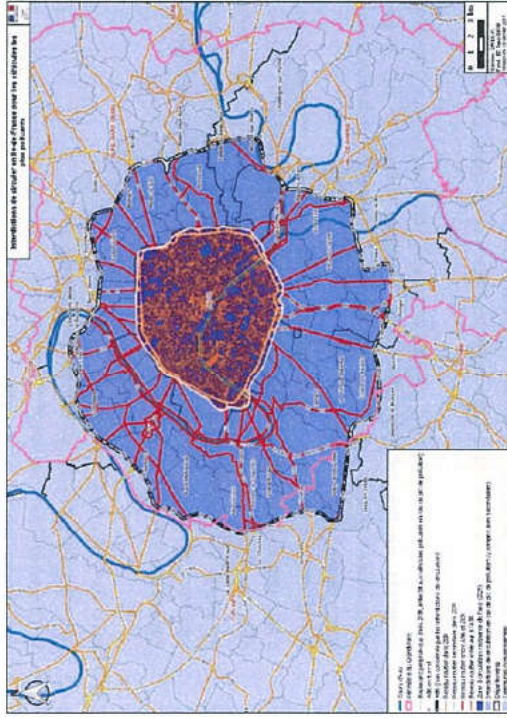


Figure 3: Zones à circulation restreinte et différenciée

#### 4.11. PLAN NATIONAL SANTE ENVIRONNEMENT [PNSE]

Le **Plan National Santé Environnement (PNSE)** vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et moyen terme.

En 2004, le gouvernement a lancé le premier PNSE. Puis, conformément aux engagements du Grenelle de l'environnement, et à la loi de santé publique du 09 août 2004, un second PNSE a été élaboré pour la période 2009-2013 et a fait l'objet d'une déclinaison en **Plans Régionaux Santé Environnement (PRSE)**.

Le troisième Plan National Santé Environnement (PNSE 3) a été élaboré par le ministère de l'Environnement et celui de la Santé, en concertation avec les autres ministères, les collectivités, les associations, les partenaires sociaux et les entreprises. Il a été présenté en Conseil des Ministres en novembre 2014.

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

- Action n°42 : cartographier la qualité de l'air des zones sensibles ;
- Action n°50 : élaborer un nouveau Programme de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques nocifs pour la santé et ayant un impact sur le climat (PREPA) ;

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

#### 4.12. PLAN REGIONAL SANTE ENVIRONNEMENT [PRSE]

L'adoption, le 21 juin 2004, par le Gouvernement, du Plan National Santé Environnement 1, et la demande de déclinaison de ce plan au niveau régional, constitue le cadre du PRSE Île-de-France approuvé par le Préfet de région le 18 septembre 2006. Intégré au Plan Régional de Santé Publique (PRSP) dont il constitue le volet environnement, le Plan Régional Santé Environnement (PRSE) a pour fonction de définir les objectifs régionaux en matière de santé environnementale et les actions à mettre en œuvre afin de mieux détecter, évaluer et gérer l'ensemble des risques sanitaires liés aux agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie.

Le PRQA (Plan Régional pour la Qualité de l'Air, désormais remplacé par le SRCAE) pour la région Île-de-France est étroitement lié au PRSE 1 dont il doit appuyer les actions en ce qu'elles concernent les impacts sanitaires liés aux polluants atmosphériques.

Leur mise en œuvre coordonnée permet de renforcer la visibilité et la cohérence des actions conduites au niveau régional.

Vingt-six actions ont été retenues en région Île-de-France.

La plupart d'entre elles sont issues de la déclinaison du plan national, même si d'autres, propres à la région, leur ont été adjointes :

- Étudier l'impact sanitaire du trafic aérien ;
- Réduire l'exposition à l'amiante dans les bâtiments et développer l'information ;
- Réduire les émissions de COV des installations industrielles ;
- Mettre en sécurité les sites industriels pollués.

Le retour d'expérience du PRSE 1 en Île-de-France a conduit, pour l'élaboration du PRSE 2 pour la période 2011-2015, à :



- Renforcer et élargir la consultation pour une meilleure implication : cette concertation permet de donner une plus grande visibilité au programme d'action mais aussi d'entraîner une plus forte implication des élus, des différents acteurs économiques et sociaux.
- Déterminer les priorités régionales afin de mieux justifier les stratégies, les choix effectués pour définir le programme d'actions.
- Consolider la cohérence du programme en améliorant l'articulation entre les actions.
- Améliorer la lisibilité du PRSE auprès des différentes parties prenantes et surtout du grand public.
- Prendre en compte les différents plans, plans existants ou en cours d'élaboration avec une composante santé environnement.
- Définir des indicateurs représentatifs des actions à mener.

Le Plan Régional Santé Environnement décline, pour l'Île-de-France, le deuxième Plan National Santé Environnement, adopté dans les suites du Grenelle Environnement. Son élaboration a associé, sous forme de concertation, plusieurs collègues, à savoir : les élus, les associations environnementales, les professionnels de santé, les représentants des employeurs et des salariés et l'Etat.

Fruit d'une élaboration commune en groupes de travail, le PRSE 2 identifie **16 actions prioritaires** pour la région.

Deux « actions pilotes transversales » innovantes traitent de démocratie sanitaire et abordent la question du lien entre inégalités sociales et environnementales.

Les 14 autres actions sont regroupées selon les deux axes majeurs identifiés lors des travaux :

- **Axe 1 : Réduire les inégalités environnementales** : cet axe regroupe à la fois des inégalités sociales telle la lutte contre l'habitat indigne et des inégalités d'expositions telle la lutte contre les nuisances sonores ou l'identification des zones de multi-exposition.
- **Axe 2 : Préparer l'avenir** en développant la vigilance sur les risques émergents : il s'agit par exemple de développer l'accès de la population à un réseau de consultations de pathologies environnementales. Le plan se penche également sur les sujets des radiofréquences d'une part, de la gestion de la qualité de l'air intérieur d'autre part, sujets importants qui relèvent du Plan National Santé Environnement.

L'élaboration du PRSE 2 s'est appuyée sur :

- les orientations du PNSE 2 déclinables en région ;
- la mise en évidence des spécificités régionales ;
- l'articulation avec les autres programmes nationaux et régionaux en cours ;

- le bilan et le retour d'expérience de l'élaboration du PRSE 1.

Le deuxième Plan Régional Santé Environnement (PRSE 2) a été approuvé par arrêté préfectoral du 27 juillet 2011. Il comporte 16 fiches actions et 2 fiches d'information.

Au moment de la rédaction de ce document, la démarche d'élaboration du 3<sup>e</sup> PRSE a été lancée officiellement (avril 2016) et est ouverte à la consultation. Pour apporter des réponses aux enjeux franciliens de santé environnementale, le PRSE3 propose 18 actions structurées en 4 axes. Elles portent sur le développement d'outils et de démarches nouvelles en santé environnement, la prévention, l'approfondissement des connaissances sur les expositions, les mesures dans l'environnement, la communication, la mise en réseau et la formation.

Déclinant au niveau régional le 3<sup>e</sup> Plan Régional Santé Environnement, il s'inscrit dans la continuité des PRSE1 et PRSE2 dans une volonté d'innovation. Il place au cœur de ses priorités la réduction des inégalités.

#### 4.13. SYNTHÈSE

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions visant le problème de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations :

- Échelle européenne : contentieux européen sur les particules PM10, demande d'information pour le dioxyde d'azote ;
- Échelle nationale : lois Grenelle, plan particules, Plan National Santé-Environnement, plan d'urgence pour la qualité de l'air, certificats Crit'Air pour les véhicules, projets expérimentaux « Villes respirables en 5 ans » ;
- Échelle régionale : Plan de Protection de l'Atmosphère, Schéma Régional Climat Air Énergie, Plan Régional Santé-Environnement, Plan Climat.



## 5. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

### 5.1. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES

Les données du Registre Français des émissions polluantes (IREP) permettent de lister les établissements rejetant des polluants dans l'atmosphère, de par leurs activités.

Selon ledit registre, aucun établissement n'est présent à moins de 3 kilomètres du projet.

Les établissements les plus proches sont :

- Placoplatre situé à Vaujours (distance 7 km) ;
- STEP Marne Aval sis à Noisy-le-Grand (distance 4,5 km) ,
- Chauffage S.G.R.M à Neuilly-sur-Marne (distance 3,1km).

Ces distances relativement importantes laissent supposer que ces établissements ne devraient pas influencer la qualité de l'air du projet.

### 5.2. RESEAUX DE TRANSPORT

Le site est localisé au 50 Chemin des Bourdons. L'axe routier important présent à proximité du projet est la départementale D370 qui longe le projet par l'est.

L'emplacement pressenti pour le projet est sis non loin d'une voie ferrée (550 mètres au sud).

L'aérodrome le plus proche se trouve à environ 5 kilomètres. Il s'agit de l'aéroclub de Chelles-le-Pin.

La figure ci-après représente la disposition des différents réseaux de transport aux alentours du site.

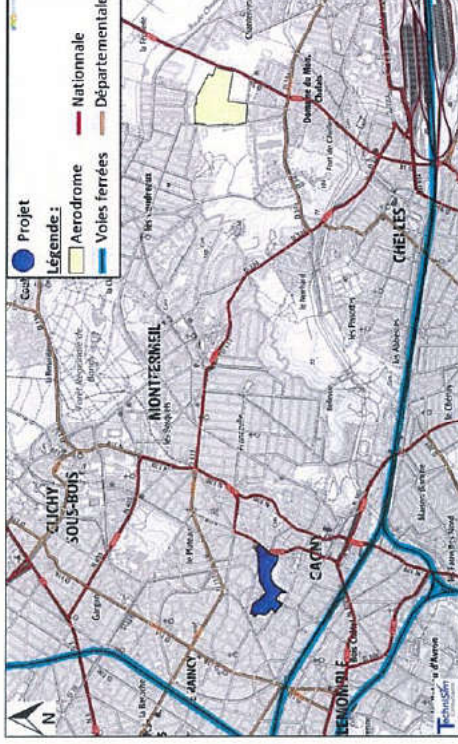


Figure 4 : Réseaux de transports proches du projet

Le trafic routier est principalement émetteur d'oxydes d'azote [NOx, NO, NO<sub>2</sub>], d'oxydes de carbone [CO, CO<sub>2</sub>], de COV, de HAP et de métaux lourds.

Selon l'Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroporutaires (ACNUSA), les zones aéroporutaires concentrent de nombreuses activités émettrices de polluants atmosphériques : en sus du trafic aérien, se trouvent le trafic routier, les divers engins et véhicules de piste, les véhicules de transport en commun, les installations de chauffage, de climatisation et de production d'énergie, les ateliers de maintenance et encore bien d'autres sources.

En se fondant sur les inventaires d'émissions disponibles sur diverses plateformes, il a été possible d'identifier certaines tendances sur la contribution de chaque type de source hors trafic routier. Les aéronefs constituent la première source d'émissions locales sur les plateformes pour la plupart des polluants connaissant des niveaux d'émissions significatifs (oxydes d'azote NOx, dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, monoxyde de carbone CO).

La figure qui suit présente la répartition des émissions polluantes par source sur les aéroports français.

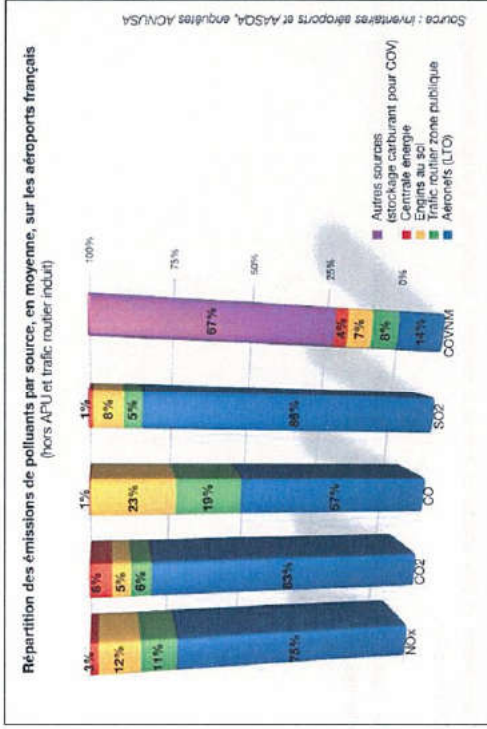


Figure 5: Répartition des émissions de polluants par sources sur les aéroports français

Les trains électriques ne produisent aucune pollution liée à la combustion. Néanmoins, ils produisent des poussières fines liées à l'usure des freins, des rails et des caténaires. Aussi les voies ferrées sont sources de particules PM10, PM2,5 et de métaux, dont les principaux sont le fer, le cuivre et le zinc.

### 5.3. INVENTAIRE DES EMISSIONS

L'Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) Airparif a réalisé en 2014 un inventaire des émissions de polluants atmosphériques sur la région Île-de-France pour l'année 2012.

Les émissions sont calculées pour plusieurs polluants, dont les Gaz à Effet de Serre (GES) selon plusieurs secteurs :

- Industrie manufacturière
- Agriculture
- Plateformes aéroportuaires
- Résidentiel et tertiaire
- Traitement des déchets
- Trafic routier
- Émissions naturelles
- Énergie
- Trafic ferroviaire et fluvial
- Chantiers et carrières

### Émissions franciliennes en 2012

Le transport routier apparaît comme le secteur prépondérant dans les émissions franciliennes d'oxydes d'azote et comme la deuxième source d'émission de particules fines (PM2,5) derrière le secteur résidentiel & tertiaire. Celui-ci comprend notamment le chauffage, qui est quant à lui le premier émetteur de particules fines PM2,5 et d'hydrocarbures dans la région, ainsi que la deuxième source d'oxydes d'azote.

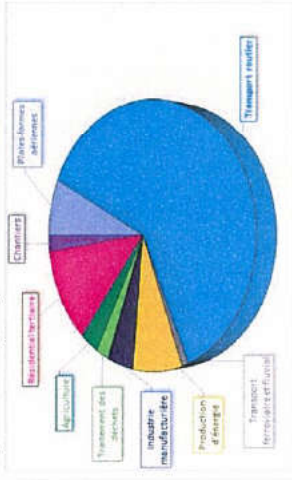
Émissions annuelles en kilotonnes (et en %)	Oxydes d'azote (NOx)	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	Particules <10 µm (PM10)	Particules fines <2,5 µm (PM2,5)	Dioxyde de soufre (SO2)
Trafic routier	53,7 (56 %)	10,4 (13 %)	4,3 (28 %)	3,5 (35 %)	0,1 (1 %)
Plate-forme aéroportuaire	0,3 (7 %)	0,7 (1 %)	0,2 (2 %)	0,4 (2 %)	0,4 (3 %)
Trafic ferroviaire et fluvial	1,1 (1 %)	0,1 (<1 %)	0,6 (4 %)	0,3 (3 %)	0 (<1 %)
Résidentiel et tertiaire	17 (18 %)	22 (28 %)	4 (26 %)	3,9 (39 %)	3,4 (24 %)
Industrie manufacturière	4,4 (5 %)	17,2 (24 %)	0,5 (3 %)	0,3 (3 %)	1,3 (9 %)
Chantiers et carrières	2,5 (3 %)	5,0 (9 %)	2,8 (18 %)	1,1 (11 %)	<0,1 (<1 %)
Extraction, transformation et distribution d'énergie	5,1 (5 %)	3,0 (3 %)	0,2 (1 %)	0,1 (1 %)	0,1 (0,7 %)
Traitement des déchets	2,2 (2 %)	<0,1 (<1 %)	<0,1 (<1 %)	<0,1 (<1 %)	0,7 (5 %)
Agriculture	2,7 (3 %)	0,2 (<1 %)	2,8 (18 %)	0,7 (7 %)	0,1 (1 %)
Émissions naturelles		13,6 (18 %)			
<b>TOTAL SECTEURS</b>	<b>95 (100 %)</b>	<b>73,7 (100 %)</b>	<b>15,5 (100 %)</b>	<b>10 (100 %)</b>	<b>14,2 (100 %)</b>

Source : Inventaire Airparif année de référence 2012

Figure 6: Contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques en Île-de-France



Oxydes d'azote (NOx)



Les oxydes d'azote sont émis lors des procédés de combustion à hautes températures.  
 Les principaux émetteurs d'oxydes d'azote sont :  
 ■ le trafic routier, qui contribue à hauteur de 61 % aux émissions franciliennes  
 ■ le secteur résidentiel et tertiaire pour 12 %

Figure 7 : Contribution par secteur aux émissions de NOx en Île-de-France pour l'année 2014

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la part des émissions de NOx imputables au trafic routier a baissé de -48%.  
 Cette diminution est principalement due à l'amélioration technologique des véhicules entre 2000 et 2012.

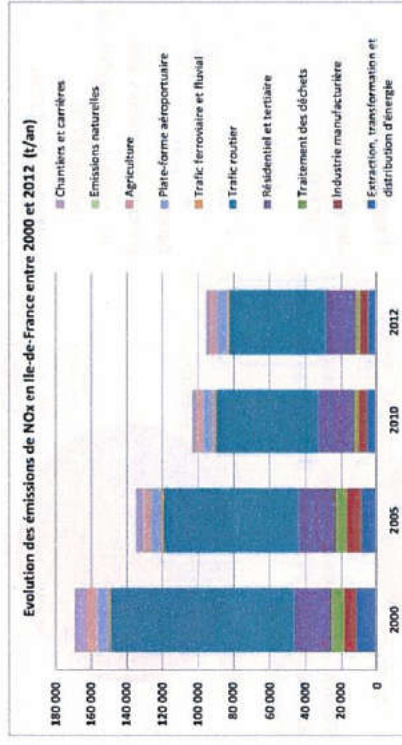


Figure 8 : Évolution des émissions de NOx en Île-de-France par secteur entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF)

Le département de la Seine-Saint-Denis est classé comme 4e département émettant la plus grande quantité d'oxydes d'azote par km<sup>2</sup> pour l'année 2012.

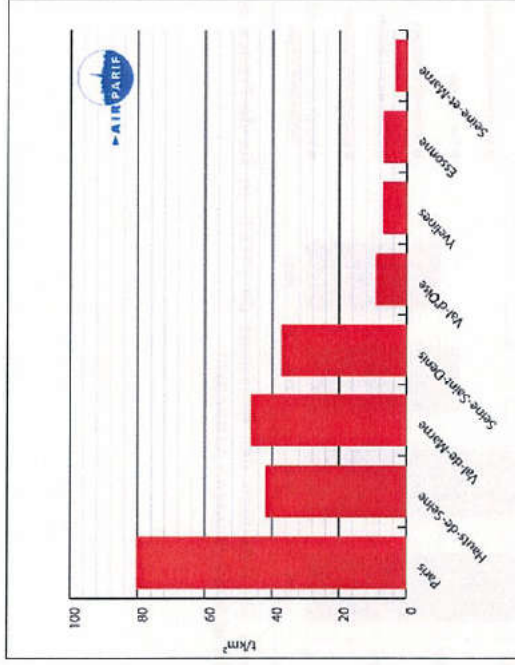


Figure 9 : Quantités d'oxydes d'azote (NOx) émises par km<sup>2</sup> selon les départements en 2012

Particules PM10 et PM2,5

Les particules recensées dans l'inventaire sont celles de diamètre inférieur à 10 microns (PM10) et celles de diamètre inférieur à 2,5 microns (PM2,5), directement rejetées dans l'atmosphère (particules primaires).

Les particules sont émises par différents secteurs :

- Le trafic routier (soit à l'échappement des véhicules, soit par l'abrasion des routes, pneus et des freins) ;
- Le secteur résidentiel (appareils de chauffage) ;
- L'agriculture (préparation du sol, récoltes, gestion des résidus, engins agricoles, fertilisation et utilisation d'engrais azotés libérant de l'ammoniac).

En général, la répartition des contributions aux émissions de PM2,5 est très proche de celle observée pour les PM10.

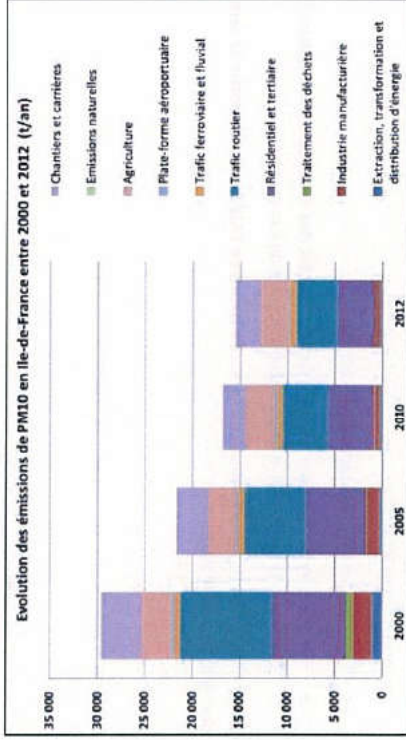
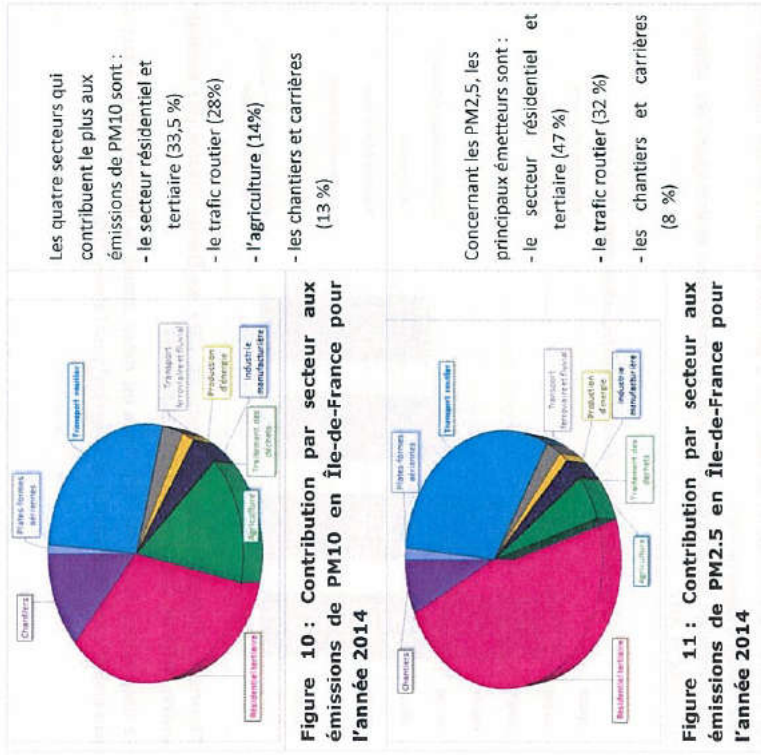


Figure 12: Évolution des émissions de PM10 en Île-de-France entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF)

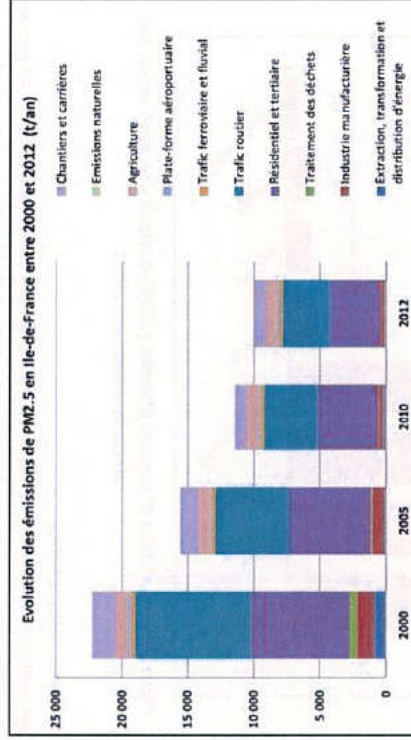


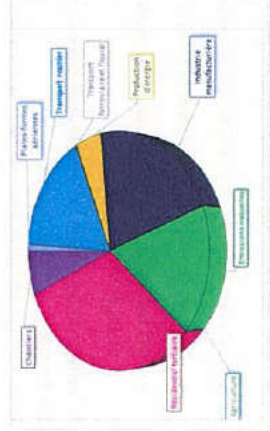
Figure 13: Évolution des émissions de PM2.5 en Île-de-France entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF)



**Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)**

Les COVNM sont issus notamment de :

- l'évaporation de carburant, notamment pour les deux-roues motorisés
- l'utilisation industrielle de solvants ou de colles
- l'usage des solvants pour le secteur résidentiel/tertiaire et chantiers

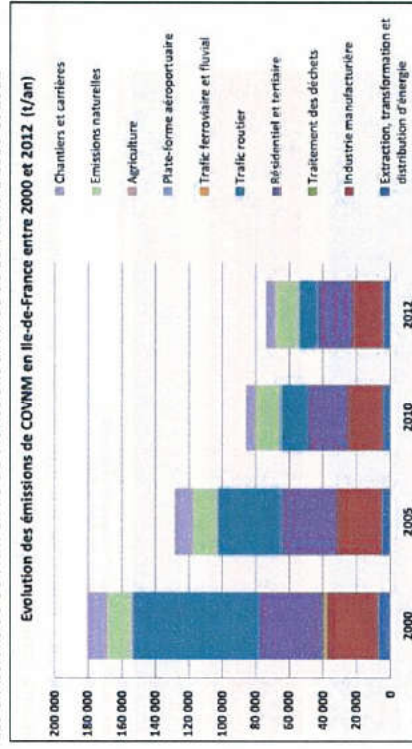


**Figure 14 : Contribution par secteur aux émissions de COVNM en Île-de-France pour l'année 2014**

Les trois secteurs qui contribuent le plus aux émissions de COVNM sont :

- le secteur résidentiel & tertiaire (33 %)
- le secteur de l'industrie manufacturière (21%)
- le trafic routier (17,5 %)
- les émissions naturelles (16%)

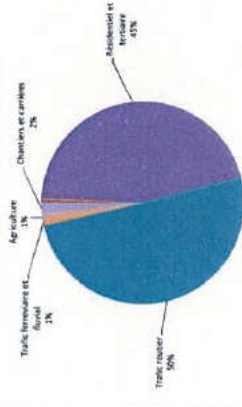
Les émissions de COVNM en Île-de-France ont diminué de 59 % entre 2000 et 2012.



**Figure 15: Évolution des émissions de COVNM en Île-de-France entre 2000 et 2012 (source : AIRPARIF)**

**Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP]**

Emissions de HAP par secteur d'activité - Île-de-France - 2012



**Figure 16 : Contribution par secteur aux émissions de HAP en Île-de-France pour l'année 2012**

Les émissions de HAP s'élevaient à 3,8 tonnes en 2012 sur la région.

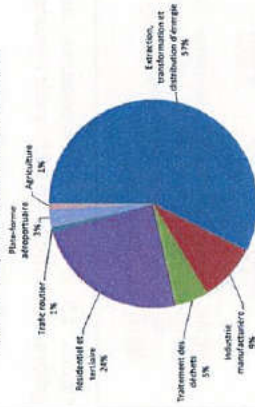
Les principaux émetteurs sont :

- le trafic routier (50%)
- le secteur résidentiel & tertiaire (45 %)

Les émissions de HAP en Île-de-France ont diminué de 30 % entre 2000 et 2012

**Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Emissions de SO<sub>2</sub> par secteur d'activité - Île-de-France - 2012



**Figure 17 : Contribution par secteur aux émissions de SO<sub>2</sub> en Île-de-France pour l'année 2012**

Le secteur d'activité qui contribue le plus aux émissions de SO<sub>2</sub> est celui de l'extraction, transformation et distribution d'énergie (57%).

Le trafic routier ne représente que 1% des émissions.

Les émissions de SO<sub>2</sub> en Île-de-France ont diminué de 67 % entre 2000 et 2012

**Gaz à effet de serre (GES)**

Les principaux secteurs contribuant aux émissions de GES en équivalent CO<sub>2</sub> en Île-de-France sont les suivants :

- D'abord : le secteur résidentiel et tertiaire (41 %)
- Puis : le trafic routier (32 %)
- Et enfin : l'industrie (20 %), qui comprend l'industrie manufacturière (9 %), la production d'énergie (7 %) et le traitement des déchets (4 %)

Il est à retenir que les décharges constituent les plus gros contributeurs aux émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) en Île-de-France (44 %).

Globalement, les émissions directes de gaz à effet de serre en équivalent CO<sub>2</sub> ont diminué de 18 % entre 2000 et 2012 en Île-de-France.

Emissions annuelles GES*		en mégatonnes (Mt)	en t/ha
Trafic routier		12,0	32
Plate-forme aéroportuaire		1,3	4
Trafic ferroviaire et fluvial		<0,1	<1
Résidentiel et tertiaire		16,6	43
Industrie manufacturière		0,6	9
Charbonniers et carrières		0,3	1
Extraction, transformation et distribution d'énergie		2	7
Traitement des déchets		1,6	4
Agriculture		1	2
Emissions naturelles		NC	NC
<b>TOTAL SECTEURS</b>		<b>40,5</b>	<b>100</b>

\*Gaz à effet de serre en équivalent dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Les gaz à effet de serre comptabilisés sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).  
 (Source : Inventaire Airparif année de référence 2012)

**Figure 18 : Contribution par secteur aux émissions de GES en Île-de-France pour l'année 2012**

**Bilan des émissions sur le département de la Seine-Saint-Denis**

La figure suivante présente le bilan 2012 des émissions de polluants pour le département de la Seine-Saint-Denis.

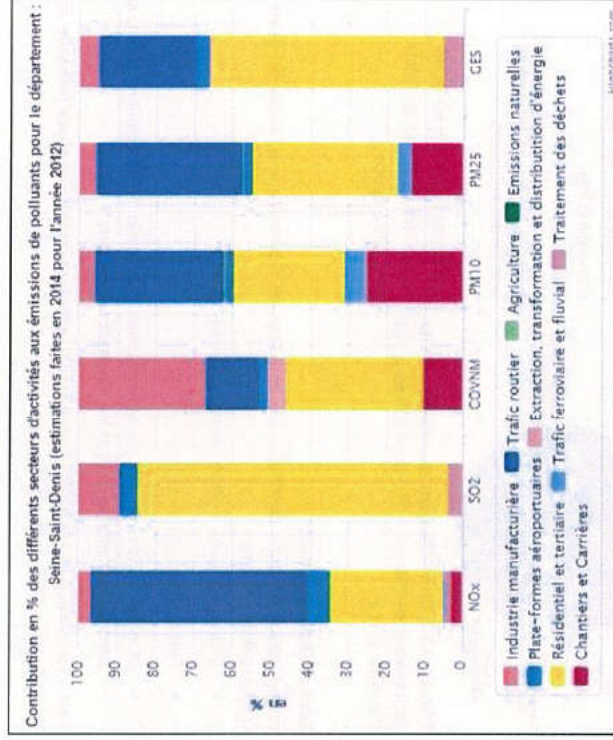
Le trafic routier représente :

- 57% des émissions des oxydes d'azote (NOx) ;
- 34% des émissions de PM10 et 38% des émissions de PM2.5 ;
- 25% des émissions de gaz à effet de serre ;
- Mais seulement 1% des émissions des oxydes de soufre [SO<sub>2</sub>] et 14% des émissions de COVNM.

À l'échelle du département, le secteur du trafic routier est le plus important contributeur aux émissions d'oxydes d'azote.

Le secteur résidentiel et tertiaire est le plus fort contributeur aux émissions de gaz à effet de serre.

Ces deux secteurs contribuent en parts équivalentes aux émissions primaires de PM10 et PM2,5.



**Figure 19 : Bilan des émissions annuelles pour le département (estimations faites en 2014 pour l'année 2012)**

**Bilan des émissions sur la commune**

La figure qui va suivre présente le bilan 2012 des émissions de polluants pour la commune de Gagny.



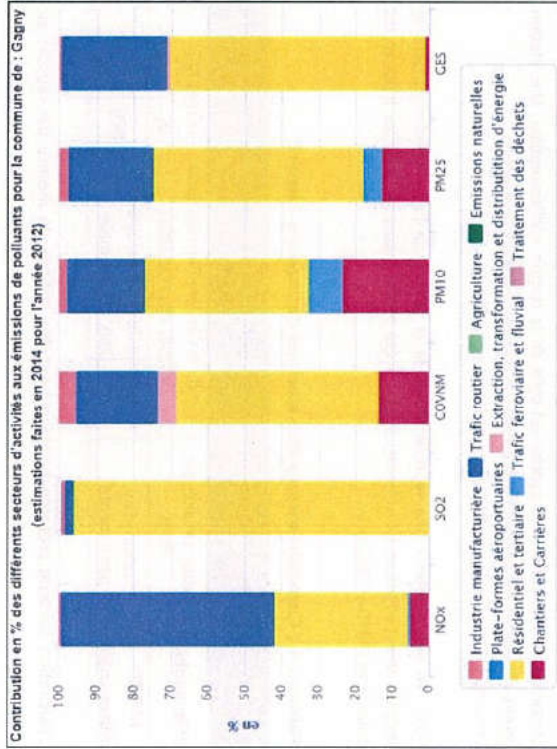


Figure 20 : Émissions selon le secteur d'activité - Source Airparif

**Particules PM10 et PM2.5**

Le résidentiel et tertiaire (notamment à cause du chauffage) est le principal émetteur de poussières PM10 et PM2,5 en ce qui concerne la commune de Gagny.

Pour les particules PM10, le second secteur émetteur est celui des chantiers et des carrières.

Pour les PM2,5, le trafic routier se place en seconde position.

L'ensemble des émissions de particules pour l'année 2012 est estimé à 52 tonnes (30 tonnes de PM10 et 22 tonnes de PM2,5).

**Oxyde d'azote (NOx)**

Sur la commune de Gagny, le transport routier constitue la majeure partie des oxydes d'azote émis, suivi par le secteur résidentiel & tertiaire. À eux deux, ces secteurs représentent plus de 90 % des émissions d'oxydes d'azote.

En 2012, environ 129 tonnes d'oxyde d'azote ont été émises sur la commune.

**Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)**

Le secteur résidentiel & tertiaire est le principal émetteur de COVNM sur la commune, suivi par le trafic routier.

La quantité de composés organiques volatils non méthaniques rejetée durant l'année 2012 est proche des 127 tonnes.

**Dioxyde de soufre (SO2)**

Sur Gagny, le dioxyde de soufre est majoritairement émis par le secteur résidentiel & tertiaire (chauffage).

À lui seul, ce secteur constitue près de 95 % des émissions de dioxyde de soufre.

La totalité des rejets de dioxyde de soufre pour l'année 2012 est estimée à 4 tonnes.

**Gaz à effet de serre (GES)**

Les émissions de gaz à effet de serre sont globalement dues au trafic routier et au secteur résidentiel & tertiaire, représentant respectivement près de 30 % et plus de 65 % des émissions.

En totalité, la commune a émis près de 70 kilotonnes de gaz à effet de serre durant l'année 2012.

**5.4. SYNTHÈSE**

Le transport routier apparaît comme le secteur prépondérant dans les émissions franciliennes d'oxydes d'azote et comme la deuxième source d'émission de particules fines (PM2,5), derrière le secteur résidentiel & tertiaire.

Le réseau routier retrouvé à proximité du site et de la commune est assez développé.

Le trafic routier ainsi que le secteur résidentiel & tertiaire sont les principaux secteurs émetteurs de polluants sur la commune de Gagny.

## 6. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

### 6.1. MESURES REALISEES PAR AIRPARIF

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (dite loi 'LAURE') reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l'État assure-t-il, avec le concours des collectivités territoriales, la surveillance de la qualité de l'air au moyen d'un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés : les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

Ces associations sont régies par la loi "19C1". La surveillance de la qualité de l'air (objectifs de qualité, seuils d'alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du décret n°98360 du 16 mai 1998. Un autre décret datant aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l'agrément des organismes de la qualité de l'air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l'information du public sur la qualité de l'air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l'air ont le plus souvent une compétence régionale, mais il existe plusieurs associations à compétence territoriale plus limitée.

Concernant l'Île-de-France, l'organisme en charge de cette mission est l'association Airparif qui, par ailleurs, ne dispose d'aucune station de mesure à proximité immédiate du projet.

La station de mesure la plus proche est celle de la station « Villemomble ». Une station semi-permanente est également présente par intermittence à Villemomble. Les caractéristiques de ces stations sont décrites ci-après.

Aussi, en vue d'obtenir une représentation de la qualité de l'air précisément dans le secteur, une campagne de mesures *in situ* a été réalisée pour le NO<sub>2</sub>, les BTEX et les poussières PM10 et PM2,5.

**Tableau 4 : Caractéristiques des stations de mesure Airparif**

Station	Type	Localisation	Polluants mesurés
Villemomble	Station urbaine de fond	Rue de la Carrière Parc Gareme 93250, VILLEMOMBLE	-NO <sub>2</sub> et NOx -O <sub>3</sub>
RN302 - Villemomble	Station semi-permanente	Avenue de Rosny-sous-Bois 93250, Villemomble	NO <sub>2</sub>

L'illustration suivante présente l'emplacement des stations de mesure par rapport au projet.



**Figure 21 : Localisation des stations de mesure d'Airparif par rapport au projet**

#### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Globalement sur l'Île-de-France, la situation vis-à-vis des oxydes d'azote et du dioxyde d'azote est insatisfaisante. Même si les niveaux de fond restent stables dans l'ensemble, il est observé un gradient important entre les zones rurales franciliennes et le centre de l'agglomération parisienne : alors que les niveaux moyens annuels dans l'agglomération parisienne peuvent atteindre 39 µg/m<sup>3</sup> en 2016, le niveau de fond régional moyen est de l'ordre de 10 µg/m<sup>3</sup>. Les concentrations les plus importantes sont relevées à proximité des grands axes de circulation, où elles sont deux fois supérieures à celles relevées hors influence directe de ces voies (situation de fond).

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées par les deux stations oscillent entre 28 µg/m<sup>3</sup> et 34,5 µg/m<sup>3</sup> pour la station fixe, et entre 53 et 64 µg/m<sup>3</sup> pour la station semi-permanente.

Les concentrations sont en légère augmentation ces dernières années sur les deux stations, et sont supérieures à la valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup> en ce qui concerne la station semi-permanente.

Le tableau ci-après indique les taux de dioxyde d'azote mesurés sur les stations considérées.



Tableau 5: Concentrations en NO<sub>2</sub> relevées par AIRPARIF

STATIONS	Année	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dép 200 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire
		[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	
		Valeur limite : 40	-	Valeur limite: 18 dép.
Villemomble	2011	34,2	177	0
	2012	31,0	142	0
	2013	29,7	119	0
	2014	29,0	151	0
	2015	29,1	134	0
	2016	28,6	104	0
Villemomble semi-permanente	2011	53	-	-
	2012	57	-	-
	2013	60	-	-
	2014	61	-	-
	2015	62	-	-
	2016	64	-	-

Selon le bilan annuel d'Airparif de 2016<sup>1</sup> : « en s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, les teneurs de NO<sub>2</sub> moyennes sur trois ans montrent une tendance à la baisse depuis la fin des années 1990. Les améliorations technologiques sur les différentes sources d'émissions (trafic, chauffage, industrie) expliquent cette baisse, en particulier la généralisation progressive des pots catalytiques sur les véhicules [...]. En revanche, le profil de l'évolution du dioxyde d'azote à proximité des axes routiers est très différent. Entre 1998 et 2012, les niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés sur le même échantillon de stations trafic sont globalement constants et une tendance à la diminution n'est observée qu'à partir de 2011.

Les graphiques ci-après présentent l'évolution de la concentration moyenne de dioxyde d'azote en moyennes sur trois ans pour des stations urbaines de fond et de trafic.

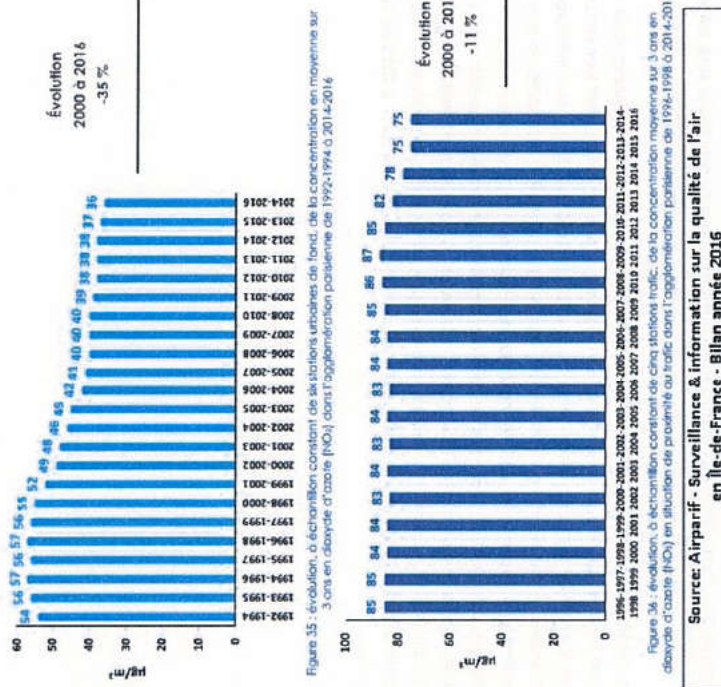


Figure 35 : évolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyenne sur 3 sites en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'agglomération parisienne de 1992 à 2016

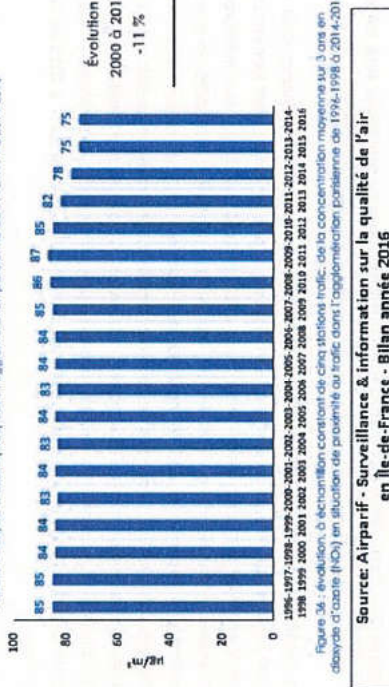


Figure 36 : évolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 sites en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996 à 2016

Source: Airparif - Surveillance & information sur la qualité de l'air en Île-de-France - Bilan année 2016

Figure 22: Évolution de la concentration moyenne de dioxyde d'azote sur trois ans pour des stations urbaines de fond et de trafic

Ozone (O<sub>3</sub>)

L'ozone est un polluant secondaire dont les teneurs sont très influencées par les conditions météorologiques : sa formation est favorisée par un ensoleillement important et des températures élevées. L'ozone est un polluant irritant qui présente des effets sanitaires à concentrations élevées (>100 µg/m<sup>3</sup>).

Le tableau ci-après indique les taux d'ozone mesurés sur la station permanente considérée.

Les seuils de recommandation et d'information sont régulièrement dépassés, contrairement aux seuils d'alerte.

<sup>1</sup> Surveillance & information sur la qualité de l'air en Île-de-France - Bilan année 2016

**Tableau 6: Concentrations en O<sub>3</sub> relevées par AIRPARIF**

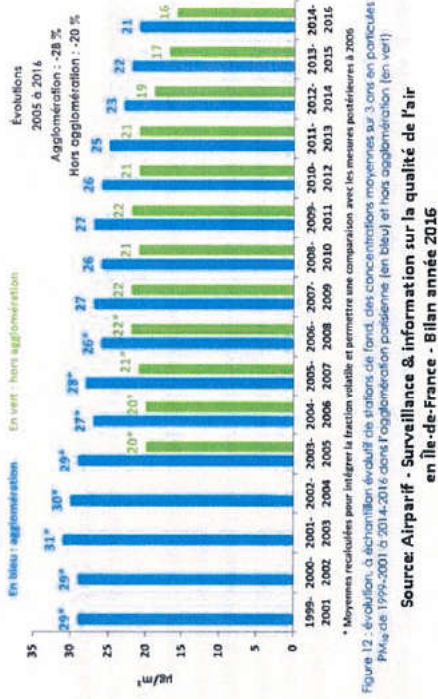
Station	Année	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dép 180 H	Nb Dép 240 H	Nb Dép 300 H	Nb Dép 360 H
		-	Seuil de recommandation et d'information : 180	Seuil d'information	Seuil d'alerte 1	Seuil d'alerte 2	Seuil d'alerte 3
Villemomble	2016	41	208	6	0	0	0
	2015	45	193	1	0	0	0
	2014	42	157	0	0	0	0
	2013	42	181	1	0	0	0
	2012	40	196	7	0	0	0
	2011	43	178	0	0	0	0

**Particules PM10**

Aucune station de mesure située à proximité ne surveille ce polluant. Aussi, par défaut, il sera utilisé les données disponibles dans les rapports d'Airparif.

Les concentrations dans l'air ambiant des particules en suspension PM10 et PM2,5 sont très impactées par les conditions météorologiques et par les phénomènes de transferts inter-régionaux. Néanmoins, en s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles, il est observé une tendance à la baisse en Île-de-France entre 1999 et 2016. La figure ci-après présente l'évolution des concentrations moyennes sur trois ans en fond en PM10 en agglomération parisienne et hors agglomération.

Il est constaté que les taux mesurés hors agglomération sont très inférieurs à la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup>.



**Figure 23: Évolution des concentrations moyennes sur trois ans en fond en PM10 en agglomération parisienne et hors agglomération**

Le rapport du bilan de 2015 précise : « Au-delà de la quantité de polluants émis dans l'atmosphère, les teneurs en particules PM10 d'une année sur l'autre sont très impactées par le contexte météorologique. Les années 2008 et 2010 ont connu une météorologie favorable à une bonne qualité de l'air n'ayant pas entraîné d'épisodes intenses de particules. A l'inverse, en 2007 et en 2009, des situations particulièrement défavorables, couplées à des émissions accrues de particules (notamment chauffage au bois pendant les épisodes hivernaux), ont conduit à de forts niveaux en hivers et au printemps. » Par conséquent, la qualité de l'air est variable d'une année sur l'autre comme l'indique la figure ci-après (nombre de dépassements du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> de 2007 à 2015 en Île-de-France).



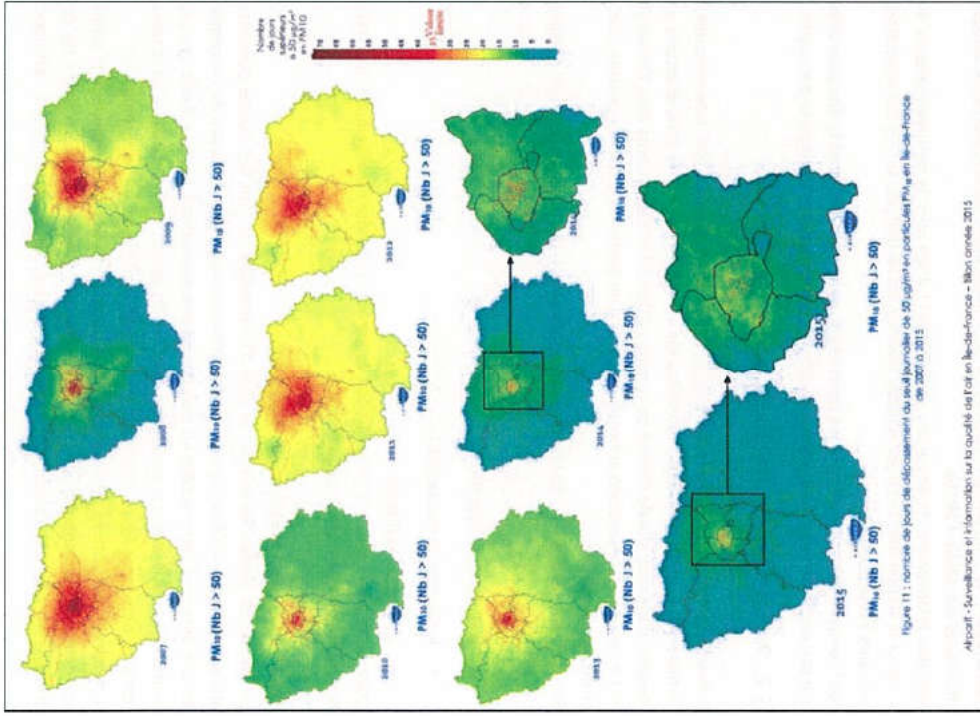


Figure 24: Nombre de jours de dépassement du seuil journalier de PM10 en Île-de-France

**Particules PM2,5**

Aucune des deux stations considérées ne mesure les particules PM2,5. Pour information, la figure ci-après présente les concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 mesurées en Île-de-France en 2016. Les taux les plus élevés sont mesurés à proximité des voies de circulation.

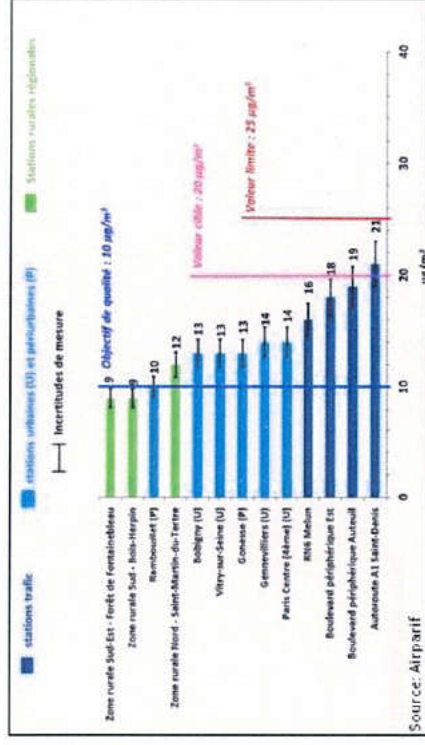


Figure 25: Concentrations moyennes annuelles de PM2,5 en Île-de-France en 2016

### Conclusion

Pour la station fixe de Villemomble, les teneurs en dioxyde d'azote sont inférieures aux normes réglementaires. En ce qui concerne la station semi-permanente, les mesures de dioxyde d'azote indiquent un dépassement de la valeur limite annuelle. Une explication possible est la proximité de la nationale N302 Avenue de Rosny, qui est un axe routier important.

Les concentrations mesurées pour l'ozone par la station fixe de Villemomble dépassent régulièrement le seuil d'information et de recommandation. Néanmoins, elles demeurent inférieures aux seuils d'alerte.

Bien que relativement éloignées du site projeté (1,4 km pour la semi-permanente et 1,5 km pour la station fixe) ces deux stations renseignent néanmoins sur les concentrations de polluants à une échelle locale.

Pour connaître plus précisément les concentrations de polluants dans le domaine d'étude, une campagne de mesures a été menée. Elle est présentée plus loin dans le document.

## 6.2. PROCEDURE D'INFORMATION ET D'ALERTE

Relevant de l'arrêté inter-préfectoral du 07 juillet 2014 et de l'arrêté interministériel du 26 mars 2014, cette procédure interdépartementale organise une série d'actions et de mesures d'urgence afin de réduire ou supprimer l'émission de polluants dans l'atmosphère en cas de pointe de pollution atmosphérique, et d'en limiter les effets sur la santé humaine et sur l'environnement.

Elle concerne la région Île-de-France dans son ensemble, et s'applique à quatre polluants :

- l'ozone (O<sub>3</sub>) ;
- le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ;
- le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ;
- les particules (PM<sub>10</sub>).

Cette procédure comporte deux niveaux de gravité croissante : le niveau d'information et de recommandation et le niveau d'alerte.

### Niveau d'information et de recommandation

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'information de l'un des quatre polluants est atteint ou risqué de l'être. Le seuil d'information correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée a des effets limités et transitoires sur la santé des catégories de populations particulièrement sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques et insuffisants respiratoires chroniques).

Il comprend des actions d'information de la population, des recommandations sanitaires aux catégories de populations particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée, ainsi que des recommandations et des mesures visant à réduire certaines des

émissions polluantes, comme la recommandation faite par les autorités aux conducteurs de véhicules à moteur de limiter leur vitesse.

### Niveau d'alerte

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'alerte de l'un des polluants est atteint ou risqué de l'être. Le seuil d'alerte correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement, et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

En sus des actions prévues au niveau d'information et de recommandation, ce niveau comprend des mesures de restriction ou de suspension des activités concourant à la pollution (industries et transports), y compris, le cas échéant, de la circulation des véhicules.

Pour l'ozone seulement : deux seuils supplémentaires d'alerte ont été définis (soit trois seuils d'alerte au total pour ce polluant), déclenchant l'activation ou le renforcement de certaines mesures selon la gravité de l'épisode de pollution.

Le tableau ci-après indique les seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution dans la région Île-de-France pour les 4 polluants concernés.

Polluant	Niveau d'information	Niveau de recommandation	Niveau d'alerte
O <sub>3</sub>	120 µg/m <sup>3</sup>	160 µg/m <sup>3</sup>	240 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	180 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	10 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>



Tableau 7: Seuils de déclenchement en µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'information et d'alerte

	Ozone (O <sub>3</sub> )	Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Poussières en suspension (PM10)
	<i>Moyenne horaire</i>			
	<i>Moyenne glissante sur 24 heures</i>			
Niveau d'INFORMATION	180	200	300	Avant 2012 : 80 <sup>a</sup> Depuis 2012 : 50 <sup>b</sup>
Niveau d'ALERTE	seuil 240 seuil 300 <sup>a</sup> seuil 360	400 ou 200 <sup>c</sup>	500 <sup>a</sup>	Avant 2012 : 125 <sup>b</sup> Depuis 2012 : 80 <sup>b</sup>

a : trois heures consécutives

b : seuil admis par le CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France)

c : si la procédure d'information a été déclenchée la veille ou le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau déclenchement pour le lendemain

Le graphique suivant illustre le nombre de jours de déclenchement des procédures d'information et d'alerte pour la région Île-de-France.

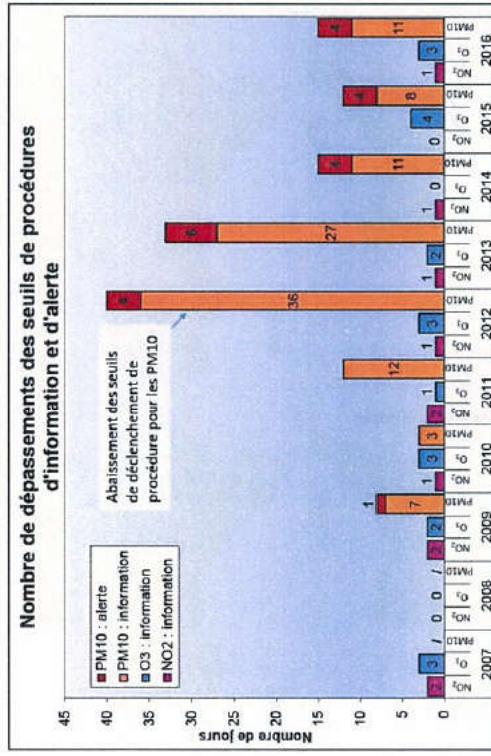


Figure 26: Nombre de jours de déclenchement de procédures d'information et d'alerte

En 2016, la région a connu 15 jours de déclenchement du niveau d'information et 4 jours d'alerte.

Ces épisodes d'alerte ont tous eu pour origine le taux de poussières en suspension, dont les seuils ont été abaissés en novembre 2011, cela expliquant la très forte augmentation des déclenchements de procédure en 2012 et 2013.

### 6.3. BILAN ANNUEL DE LA QUALITE DE L'AIR - CARTOGRAPHIES

Depuis les années 1990, la qualité de l'air en Île-de-France s'est améliorée. En 2015, il est estimé que compte 300 000 franciliens sont exposés à la pollution aux particules fines (PM10) et 1,6 millions au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), contre respectivement 5,6 millions et 3,8 millions en 2007 (Source : PPA – 2017>2020 - Version soumise à la consultation des collectivités).

#### Particules en suspensions PM10 et PM2,5

Les taux de particules PM10 subissent la forte influence des conditions météorologiques, toutefois, selon les études d'Airparif, en s'affranchissant des fluctuations météorologiques, les teneurs en particules ont eu tendance à baisser en Île-de-France entre 1999 et 2016, bien que la valeur journalière soit fréquemment dépassée à proximité du trafic routier et lors des situations anticycloniques hivernales qui favorisent l'accumulation des polluants dans les basses couches de l'atmosphère. Les analyses de composition chimique montrent que ces épisodes hivernaux sont causés par l'accumulation des particules provenant de la combustion du bois ainsi que du trafic routier, dans des proportions le plus souvent équivalentes (50-50). Au cours du mois de mars, les épisodes se singularisent par l'influence des activités agricoles en sus du trafic routier et du chauffage au bois encore présent : les épandages de fertilisants libèrent de l'ammoniac dans l'atmosphère, qui, en se combinant avec les oxydes d'azote forme des particules secondaires.

Les particules PM2,5 représentent 60 à 70% des particules PM10.

Tout comme les particules PM10, les sources sont multiples et sont :

- directes (secteurs résidentiels et tertiaire, trafic routier, agriculture)
- indirectes c'est-à-dire par transformation chimique de polluants gazeux qui réagissent entre eux pour former des particules secondaires

Identiquement encore aux PM10, les teneurs annuelles de particules PM2,5 peuvent fluctuer à cause des conditions météorologiques. En s'affranchissant de ces conditions, les niveaux moyens de PM2,5 ont eu tendance à baisser entre 2002 et 2016.

Les figures suivantes présentent les cartographies des concentrations de PM10 et PM2,5 en moyennes annuelles de 2013 à 2016 pour le département de la Seine-Saint-Denis.

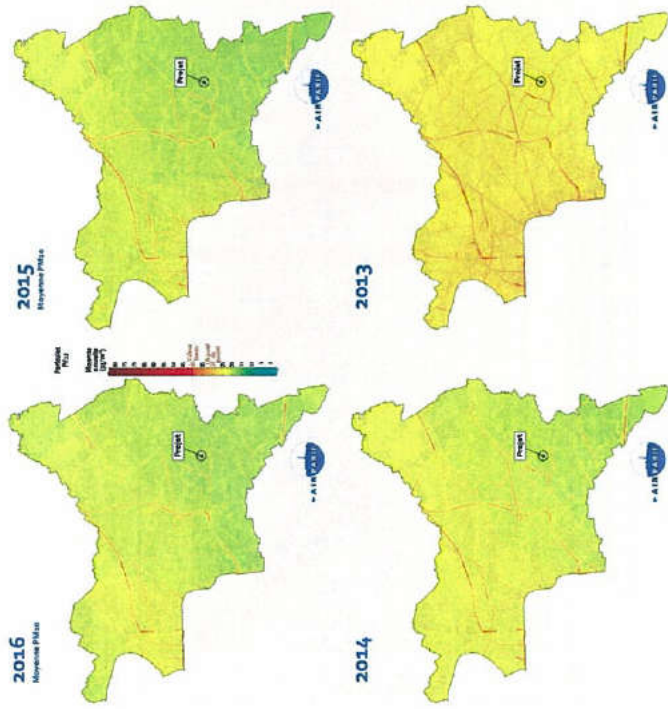


Figure 27: Cartographies des concentrations de PM10 en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93

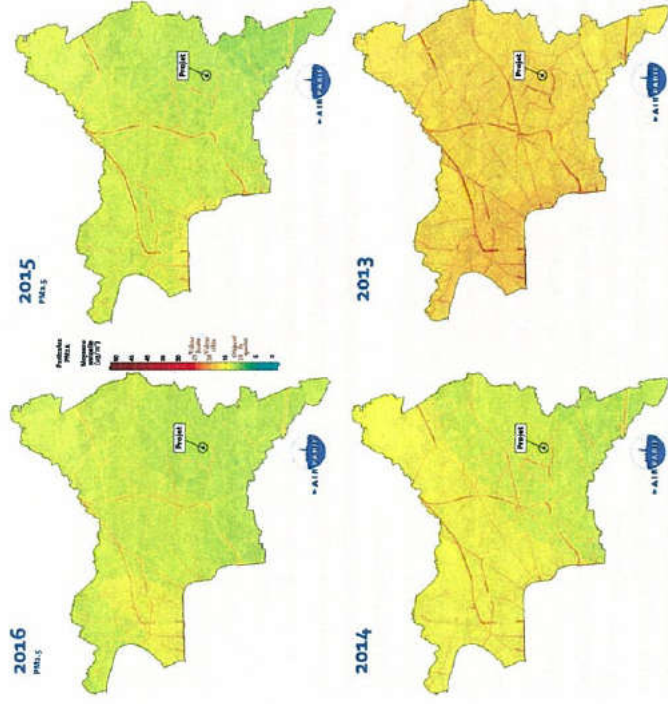


Figure 28: Cartographies des concentrations de PM2,5 en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93

**Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>**

La baisse observée pour le dioxyde d'azote, essentiellement émis par les processus de combustion (automobile, industrielle), s'explique, entre autres, par les progrès réalisés dans le secteur des transports routiers (pots catalytiques, renouvellement du parc de véhicules). Il est cependant observé des disparités entre les situations de fond où la baisse des concentrations en NO<sub>2</sub> a été plus importante, et les situations de trafic. Le ralentissement de la baisse en proximité du trafic routier peut s'expliquer par la part toujours importante de véhicules diesel dans le parc roulant, donc émettant plus d'oxydes d'azote que les véhicules essence, ou encore par la recombinaison de monoxyde d'azote avec l'ozone à proximité des axes routiers (le dioxyde d'azote est un polluant complexe émis directement ou bien issu de la combinaison chimique d'autres polluants) [Source : PPA – 2017>2020 - Version soumise à la consultation des collectivités]. La figure suivante présente les cartographies des concentrations de dioxyde d'azote en moyennes annuelles pour 2013 à 2016 pour le département de la Seine-Saint-Denis.



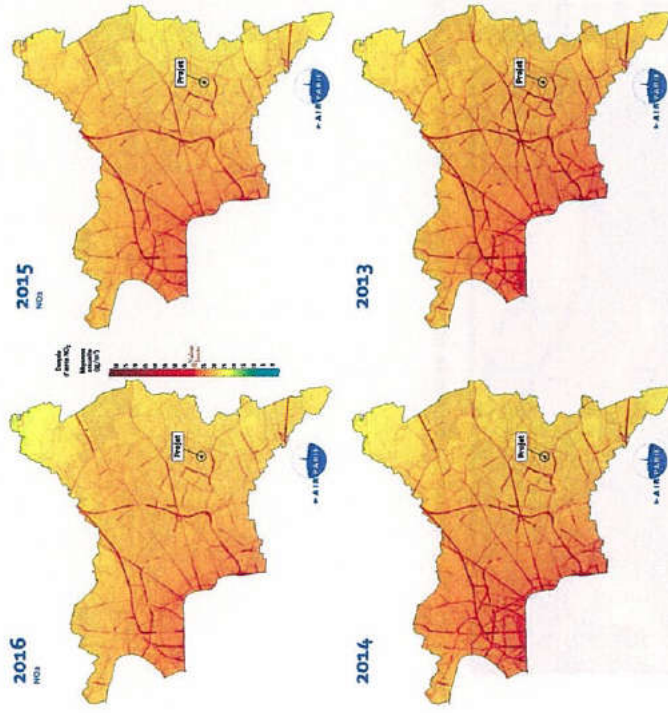


Figure 29: Cartographies des concentrations de NO<sub>2</sub> en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93

#### Ozone

En juillet, des épisodes estivaux de pollution à l'ozone peuvent être observés ; l'ozone est un polluant secondaire qui se forme lorsque l'ensoleillement est particulièrement important et que des oxydes d'azote et des composés organiques volatils (COV) sont en présence. Souvent, ce polluant se forme dans l'atmosphère à une certaine distance de l'endroit où ses précurseurs ont été émis.

#### Benzène

Si aucun dépassement de la valeur limite du benzène n'a été enregistré depuis plusieurs années lors de campagnes de mesures, l'objectif de qualité de ce polluant n'est pour autant pas encore respecté : l'enjeu sanitaire reste donc présent, en particulier à proximité des voies à forte circulation.

La figure ci-après représente les cartographies des concentrations de benzène en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département Seine-Saint-Denis.

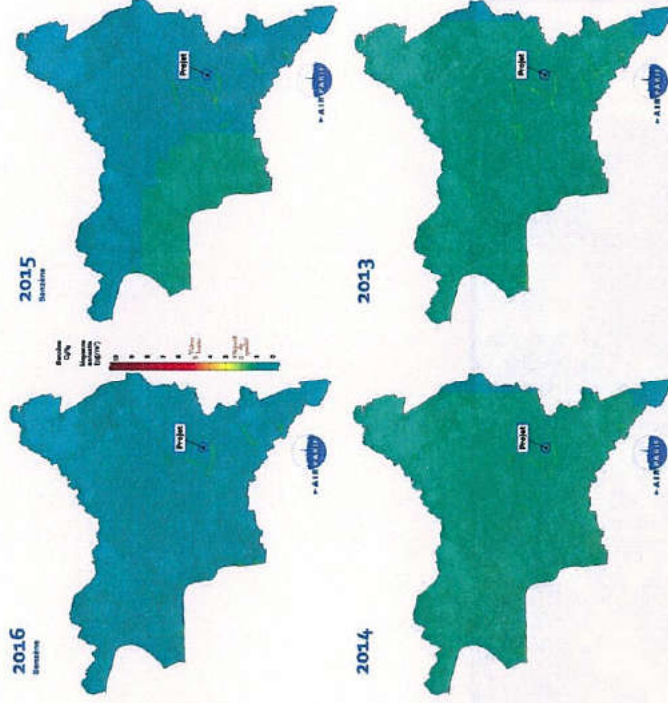


Figure 30: Cartographies des concentrations de benzène en moyennes annuelles pour la période 2013 à 2016 pour le département 93

#### Cartographies sur la zone d'étude

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air Airparif a également réalisé des cartes de concentration par modélisation des principaux polluants sur la zone.

Les cartes suivantes présentent respectivement les concentrations moyennes annuelles modélisées pour les particules fines PM10 et pour le dioxyde d'azote aux alentours du projet.

Il est noté que les taux de dioxyde d'azote sont importants, c'est-à-dire proches, voire supérieurs aux valeurs limites réglementaires au niveau des voies de circulation.

Le reste du territoire de la commune de Gagny respecte la valeur de 40 µg/m<sup>3</sup>.

A contrario, les teneurs de PM<sub>10</sub> sont plus faibles et inférieures à la norme réglementaire.

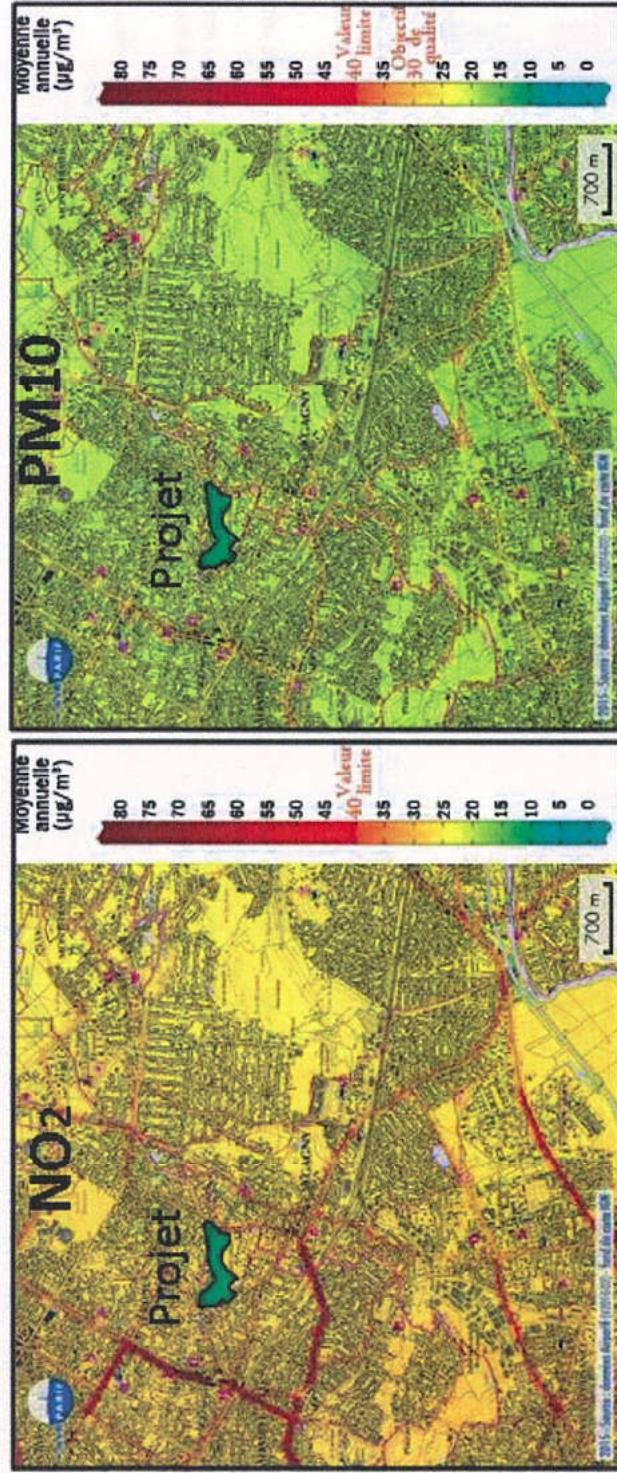


Figure 31 : Concentration annuelle moyenne en NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> sur la commune de Gagny



#### 6.4. SYNTHÈSE

Sur le secteur étudié, les teneurs en dioxyde d'azote sont importantes, pareillement au reste du département de la Seine-Saint-Denis.  
La valeur limite annuelle est dépassée à proximité immédiate des voies de circulation à fort trafic.  
Les concentrations en particules PM10 sont plus faibles mais demeurent, comme pour les oxydes d'azote, très fortes à proximité de grands axes routiers.  
En fonction des conditions météorologiques, la zone peut connaître des épisodes de pollution à l'ozone.

## 7. ANALYSE DES DONNÉES SANITAIRES

### 7.1. DONNÉES SANITAIRES

Les données présentées dans cette section proviennent de :

- l'Agence Régionale de Santé d'Île-de-France ;
- l'Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France.

D'une manière générale, la région Île-de-France a une densité moyenne de population supérieure à celle du territoire de la France métropolitaine.

Elle est divisée en huit territoires de santé qui sont les départements.

Elle présente un taux d'habitants de moins de 20 ans de 25,8%, contre 24,8% pour la France.

Les plus de 75 ans représentent, quant à eux, 6,4% de la population, contre 8,7% au plan national. En 2008, le taux de mortalité générale (736,8 pour 100 000 personnes) est inférieur à la moyenne nationale. Le taux de mortalité a reculé de 13,7% entre 2001 et 2008 (12,3% au plan national).

Le taux de médecins généralistes par habitant est proche de la moyenne nationale (84,3 médecins pour 10 000 habitants, contre 96,4 en France métropolitaine).

Le territoire de santé de la Seine-Saint-Denis présente une densité de population supérieure à la moyenne nationale en 2009. La population a progressé de 9,6% entre 1999 et 2009 (6,9% au plan national). Le pourcentage de personnes âgées de moins de 20 ans est supérieur à la moyenne nationale (28,8% contre 24,8%), tandis que le pourcentage de personnes âgées de 75 ans ou plus est inférieur à la moyenne nationale (5,2% contre 8,7%).

#### Espérance de vie en Île-de-France

Avec une espérance de vie à la naissance de 80,6 ans chez les hommes et 85,6 ans chez les femmes en 2015, l'Île-de-France se caractérise par une durée de vie moyenne supérieure à celle constatée sur l'ensemble du territoire métropolitain (78,9 ans pour les hommes et 85,0 ans pour les femmes). Cependant l'espérance de vie est plutôt inégale, puisqu'il est observé un contraste entre le sud-ouest favorisé et le nord-est (cf. Figures suivantes).

En 2015, les espérances de vie à la naissance les plus élevées sont observées à Paris, dans les Hauts-de-Seine et les Yvelines, tandis que les moins élevées sont observées en Seine-Saint-Denis, en Seine-et-Marne et dans le Val d'Oise.

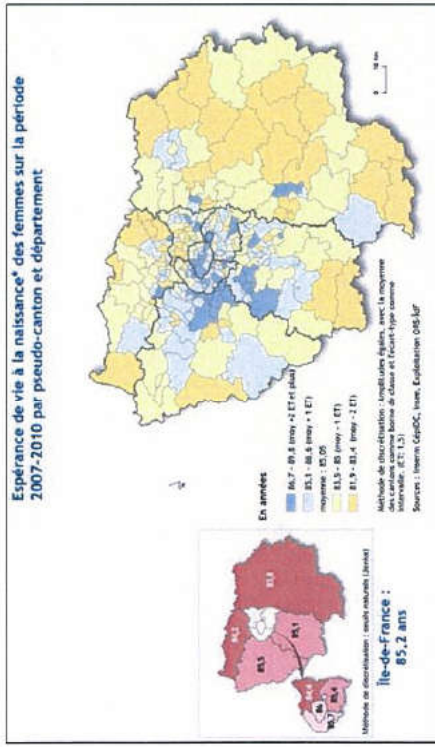


Figure 32: Espérance de vie à la naissance des femmes sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département

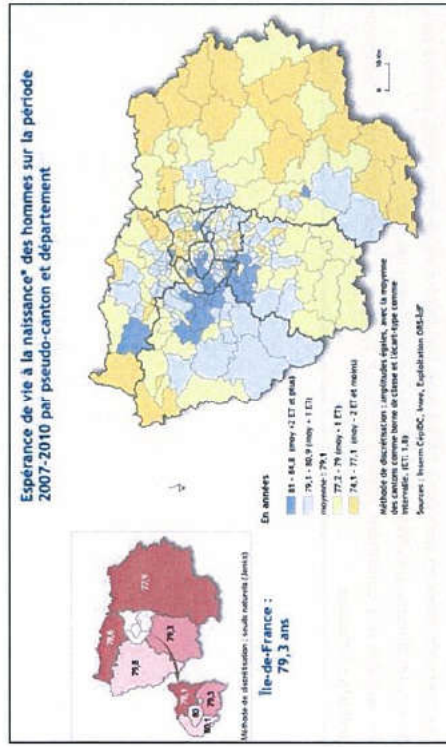


Figure 33: Espérance de vie à la naissance des hommes sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département

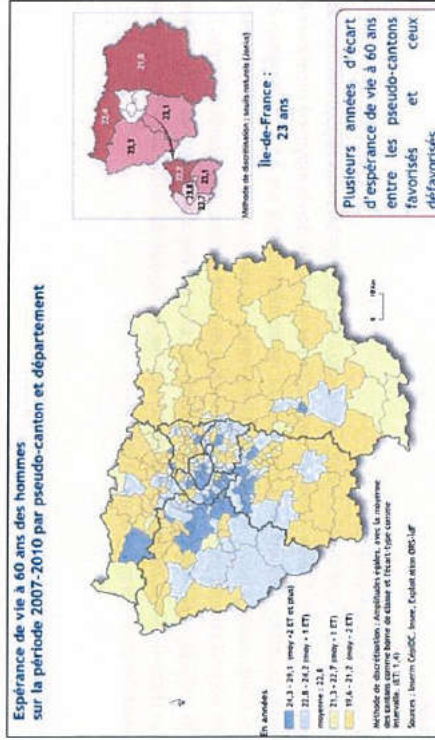


Figure 34: Espérance de vie à 60 ans sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département

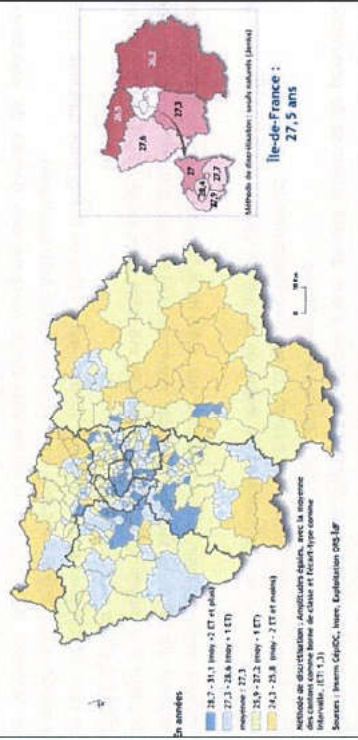


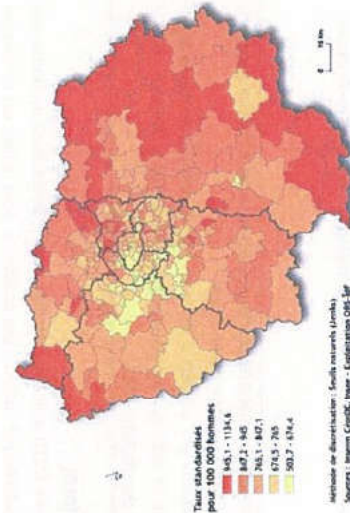
Figure 34: Espérance de vie à 60 ans sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département

Mortalité en Île-de-France

La région présente globalement une mortalité toutes causes plus faible que pour l'ensemble de la France métropolitaine, mais comme pour l'espérance de vie, de grandes disparités existent au sein des départements. Pour les deux sexes, des taux de mortalité plus élevés en Seine-et-Marne et moins élevés dans le centre ouest de la région. La figure ci-après présente les taux standardisés de mortalité générale pour les deux sexes.



Taux standardisés de mortalité générale\* chez les hommes sur la période 2007-2010 par pseudo-canton et département



Pour les deux sexes, des taux de mortalité plus élevés en Seine-et-Marne et moins élevés dans le centre ouest de la région.

Taux standardisés de mortalité générale\* chez les femmes sur la période 2007-2010 par pseudo-canton département

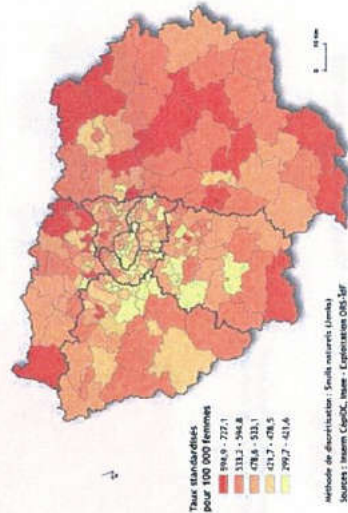


Figure 35: Taux standardisés de mortalité générale pour les deux sexes

La hiérarchie des causes de mortalité est identique chez les hommes et chez les femmes d'Île-de-France. Le cancer est la première cause de mortalité devant les maladies de l'appareil circulatoire, y compris chez les femmes. Il est observé dans la région, une surmortalité des femmes par cancer du poumon (évolution lisible des comportements des femmes vis-à-vis du tabac) par rapport au reste de la France.

Sur la période 2007-2009, le taux de mortalité générale en Seine-Saint-Denis (800,9 pour 100 000 habitants) est proche de la moyenne nationale (827,0 pour 100 000 habitants). Entre les périodes 2000-2002 et 2007-2009, le taux de mortalité générale a reculé de 12,5% en Seine-Saint-Denis, contre 12,3% au plan national. Chez les hommes, ce taux est plus faible en Seine-Saint-Denis qu'au niveau national depuis 2000-2002. Chez les femmes, les taux sont similaires.

**Mortalité prématurée en Île-de-France**

L'allongement de la durée de la vie et le vieillissement de la population conduisent à une augmentation sensible de l'âge moyen au décès. Aujourd'hui, plus d'un tiers des personnes qui décèdent en France métropolitaine sont âgées de 85 ans ou plus. Conséquence de cette évolution, les statistiques des causes de décès sont de plus en plus le reflet de la mortalité aux très grands âges, ce qui limite leur utilisation pour évaluer les besoins de prévention. C'est pourquoi les responsables de la santé publique s'intéressent, en France comme dans la plupart des pays de développement comparable, à la mortalité prématurée définie généralement comme la mortalité survenant avant 65 ans. En France, où l'espérance de vie à la naissance dépasse 77 ans pour les hommes et 84 ans pour les femmes, les décès qui se produisent avant 65 ans peuvent en effet être considérés comme prématurés.

En 2014, dans le département, les trois principales causes de mortalité prématurée sont :

- Les tumeurs (36,7 % des décès prématurés) ;
- Les symptômes et états morbides mal définis (19,6 %) ;
- Les maladies de l'appareil circulatoire (13,8 %).

Le niveau de mortalité prématurée varie fortement dans les départements d'Île-de-France et selon le sexe. La mortalité prématurée des hommes est deux fois plus élevée que celle des femmes.

Comme pour les autres indicateurs, des inégalités entre les départements sont constatées.







#### **Asthme**

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

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

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

Plus précisément, un dépassement même minime des seuils de pollution recommandés par l'OMS (40 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub> et 10 µg/m<sup>3</sup> pour les particules) pendant huit ans provoque l'augmentation de façon significative de l'asthme allergique et de l'asthme à l'effort (1,5 fois) par rapport aux enfants vivant dans des zones où les concentrations sont inférieures (d'autres études montrent également le lien chez les enfants entre la densité du trafic automobile et les crises d'asthme).

En 2014, l'asthme a été la cause de 19 décès, soit 4 % des décès dus aux maladies de l'appareil respiratoire sur le département.

#### **Maladies de l'appareil circulatoire**

Les maladies de l'appareil circulatoire constituent la deuxième cause de décès en France et la troisième en Seine-Saint-Denis (1 685 décès en 2014).

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

#### **Cardiopathies ischémiques**

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

En 2014, sur le département de Seine-Saint-Denis, les cardiopathies ischémiques ont représenté 423 décès (25 % des décès cardio-vasculaires).

#### **Maladies cérébro-vasculaires**

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

En 2014, les maladies cérébro-vasculaires ont été la cause initiale de 382 décès, soit 23 % de l'ensemble des décès cardio-vasculaires.

Elle est également la première cause de mortalité pour les maladies de l'appareil circulatoire.

#### **Indicateurs sanitaires pour le département de Seine-Saint-Denis**

Le tableau suivant présente les indicateurs sanitaires du département de Seine-Saint-Denis. Il permet de comparer le territoire de santé à la moyenne française, à la moyenne de la région, à la valeur la plus basse et la plus haute parmi l'ensemble des territoires de santé.

7.2. EFFETS DE LA POLLUTION SUR LA SANTE

Les effets de la pollution sur la santé sont variés. Par exemple, dans le programme CAFE (Clean Air for Europe, 'un Air propre pour l'Europe'), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l'exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d'espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l'ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d'euros par an en 2020.

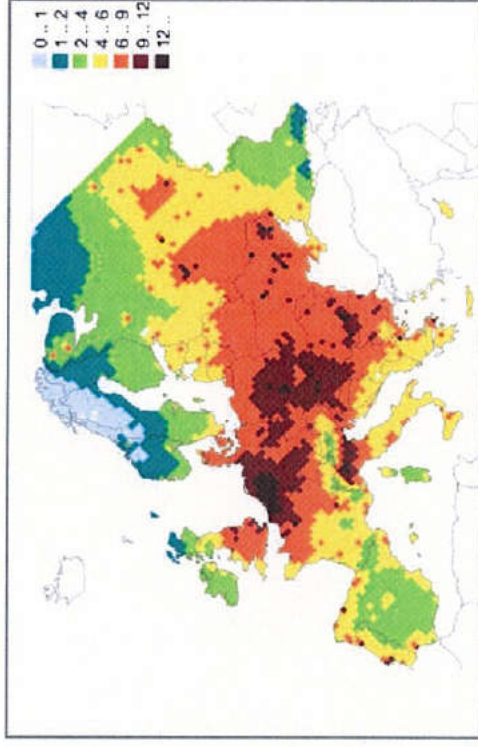


Figure 38 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]

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

- une Augmentation des affections respiratoires : bronchites, rhino-pharyngites, etc. ;
- une Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme ;
- une Hypersécrétion bronchique ;
- une Augmentation des irritations oculaires ;
- une Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines) ;

INDICATEUR	UNITE	VALUEUR EN FRANCE	VALUEUR EN FRANCE	VALUEUR EN FRANCE	VALUEUR EN FRANCE
		ENTREE	ENTREE	ENTREE	ENTREE
1. Nombre de 20 ans	456 163	24,8	40106	21,8	19,5
2. 75 ans et plus	79 107	5,2	102106	8,7	1,6
3. Espérance de vie sans handicap	411 217	40,7	51106	46,5	39,5
4. Impact sanitaire / cadence	129 841	16,8	87106	12,4	15,8
5. Personnes âgées	37 815	16,8	7106	10,1	4,7
6. Carences nutritionnelles	67 969	27,2	11106	22,2	13,3
7. Nombre de décès de 18 ans	141	5,2	45106	4,3	1,7
8. Mortalité générale*	4 259	890,9	79106	822,8	676,1
9. Mortalité par cancer*	1 697	266,3	73106	282,8	151,7
10. Mortalité préventable - Cancer*	820	125,4	36106	127,8	100,4
11. Mortalité préventable - Maladies cardiovasculaires*	654	51,2	99106	65,9	38,0
12. Mortalité par cancer du sein*	1 973	208,6	95106	226,4	133,3
13. Mortalité par cancer du sein*	2 009	31,9	61106	31,4	15,4
14. Mortalité par cancer du sein*	144	5,1	80106	3,7	1,8
15. Mortalité tuberculeuse*	6 384	516,8	7100	351,8**	204,2
16. Admissions en ALD pour diabète*	9 123	815,3	38100	791,3**	581,3
17. Admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires*	4 002	425,4	89100	446,6**	282,2
18. Admissions en ALD pour maladies respiratoires*	2 428	209,3	37100	182,0**	98,4
19. Admissions en ALD pour Alzheimer*	898	46,8	81100	96,6**	60,3
20. Admissions en ALD pour maladies mentales*	333	27,8	66106	30,6	16,3
21. Mortalité des 15 ans*	544	51,0	84106	45,2	16,2
22. Mortalité par cancer du sein*	81	6,0	106106	16,3	3,9
23. Mortalité par suicide*	41	3,0	106106	6,8	2,4
24. Mortalité par accident de la circulation*	1 051	69,3	103106	96,4	41,9
25. Maladies cardiovasculaires évitables*	536	35,4	94106	56,9	22,7
26. Obésité - diabète - maladies rénales*	816	53,8	106106	102,2	52,7
27. Maladies rénales*					

Source : Profils de santé des territoires de santé - Territoire de santé : Seine-Saint-Denis - Juillet 2013

Figure 37: Indicateurs sanitaires du département de Seine-Saint-Denis



- une Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes ;
- une incidence sur la mortalité à court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines) ;
- une incidence sur la mortalité à long terme par effets mutagènes et cancérogènes (particules fines, benzène).

#### Expositions à la pollution atmosphérique et recours aux urgences pour pathologies respiratoires chez les enfants en Île-de-France

Les données sur les passages aux urgences recueillies dans le cadre du réseau OSCOUR\* constituent une source d'information intéressante pour documenter les effets sanitaires à court terme des expositions à la pollution atmosphérique. Pour la première fois, cette étude Erpurs tire parti de ces données pour évaluer dans l'agglomération parisienne l'influence des expositions aux polluants  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2.5}$  sur les recours aux urgences pour des affections des voies respiratoires inférieures chez les enfants et les nourrissons. Des liens positifs et significatifs étaient retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution, une élévation "habituelle" (d'un intervalle interquartile) des niveaux de polluants du jour et de la veille étant associée à une augmentation de 2 à 7% des passages. Les effets des expositions étaient majoritairement visibles sur les passages des 5 jours suivant l'exposition, excepté pour les passages pour bronchites des 0-1 an pour lesquels une augmentation du nombre de passages était observée dans les 5 à 15 jours suivant l'exposition. Ces résultats confirment que les niveaux actuels de polluants dans la région contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons.

#### Impact de l'exposition chronique à la pollution de l'air sur la mortalité en France et en région Île-de-France

Il est désormais reconnu que l'exposition à des polluants de l'air favorise le développement de maladies chroniques graves, pouvant conduire à des décès. L'évaluation quantitative des impacts sanitaires (EQIS) permet de rendre compte de l'impact de la pollution de l'air en calculant le « poids » que représente cette pollution dans la mortalité en France. Cette évaluation permet ainsi de quantifier les bénéfices sanitaires attendus d'une amélioration de la qualité de l'air. Jusqu'en 2016, ce type d'évaluation n'était réalisé que pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Pour la première fois, l'impact de l'exposition chronique aux particules fines ( $\text{PM}_{2.5}$ ) sur la mortalité a été estimé pour la totalité du territoire de la France continentale.

Dans cette étude, l'évaluation a été faite en utilisant une relation concentration-risque établie à partir d'études portant sur des populations françaises et européennes. Elle a utilisé un modèle national de la pollution atmosphérique fournissant, pour les années 2007-2008, des concentrations en particules fines comparables sur toute la France. Ce

modèle peut toutefois être moins précis que des modèles locaux spécifiques. L'étude nationale a porté sur 61,6 millions d'habitants, dont 6,9 millions vivaient en Île-de-France. Dans les communes de France continentale, les concentrations moyennes annuelles de particules fines ( $\text{PM}_{2.5}$ ) estimées par le modèle pour 2007-2008 variaient de 1 à 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En Île-de-France, les concentrations moyennes en particules fines ( $\text{PM}_{2.5}$ ) les plus élevées étaient estimées pour l'agglomération parisienne et variaient entre 17,2 et 18,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces concentrations diminuaient lorsqu'on s'éloignait de la zone centrale. Ainsi, dans les départements situés en grande couronne, elles variaient entre 12,8 et 14,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sur le territoire national, les communes les moins polluées sont situées dans les massifs montagneux, en altitude. Dans un scénario sans pollution atmosphérique où la qualité de l'air en France continentale serait identique à celle de ces communes les moins polluées (5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), plus de 48 000 décès seraient évités chaque année, dont plus de 10 200 en Île-de-France. Cela représenterait une baisse de 9 % de la mortalité en France et 15 % dans la région. Les personnes de 30 ans gagneraient alors en moyenne 9 mois d'espérance de vie. Ce scénario apparaît peu réaliste. Toutefois, si toutes les communes atteignaient les concentrations les plus faibles observées dans les communes équivalentes (en matière de type d'urbanisation et de taille), 34 000 décès seraient évités chaque année en France, et les personnes de 30 ans gagneraient, toujours en moyenne, 9 mois d'espérance de vie.

En Île-de-France, 7 000 décès seraient évités chaque année. Cela représenterait un gain moyen de 11 à 13 mois d'espérance de vie à 30 ans selon la typologie de la commune (rurale, moyenne, grande). Ces bénéfices ne seraient pas observés uniquement dans les grandes villes, mais également dans les villes de taille moyenne et dans les communes rurales.

### 7.3. SYNTHÈSE

#### Profil de santé de la Seine-Saint-Denis

Le territoire de santé de la Seine-Saint-Denis présente une densité de population supérieure à la moyenne nationale.

Le pourcentage de personnes âgées de moins de 20 ans est supérieur à la moyenne nationale (28,8% contre 24,8%), tandis que le pourcentage de personnes âgées de 75 ans ou plus est inférieur à la moyenne nationale (5,2% contre 8,7%).

L'espérance de vie à la naissance est l'une des moins élevées de la région Île-de-France.

Sur la période 2007-2009, le taux de mortalité générale en Seine-Saint-Denis est proche de la moyenne nationale.

Entre les périodes 2000-2002 et 2007-2009, le taux de mortalité générale a reculé de 12,5% en Seine-Saint-Denis.

Le taux de mortalité prématurée par cancers a diminué plus fortement en Seine-Saint-Denis qu'au niveau national, et celui par maladies cardio-vasculaires a diminué pour se rapprocher du taux national depuis 2000-2002.

Les maladies de l'appareil circulatoire, les cancers, le diabète et les maladies mentales représentent 77,2% des affections de longue durée en Seine-Saint-Denis, sur la période 2008-2010.

Les taux d'admission en ALD diabète et maladies mentales sont supérieurs à la moyenne nationale.

Les taux d'admission en ALD cancers et Alzheimer sont, quant à eux, inférieurs à la moyenne nationale.

Effets de la pollution sur la santé

Les effets de la pollution sur la santé sont variés.

Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution.

Des études sanitaires confirment que les niveaux actuels de polluants dans la région Île-de-France contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons.

## 8. ANALYSE DU DOMAINE D'ÉTUDE

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

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

### 8.1. IDENTIFICATION DES SITES SENSIBLES

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

- Les crèches ;
- Les écoles maternelles et élémentaires ;
- Les collèges ;
- Les stades et les centres sportifs en extérieur ;
- Les centres de soins ;
- Les résidences de personnes âgées.

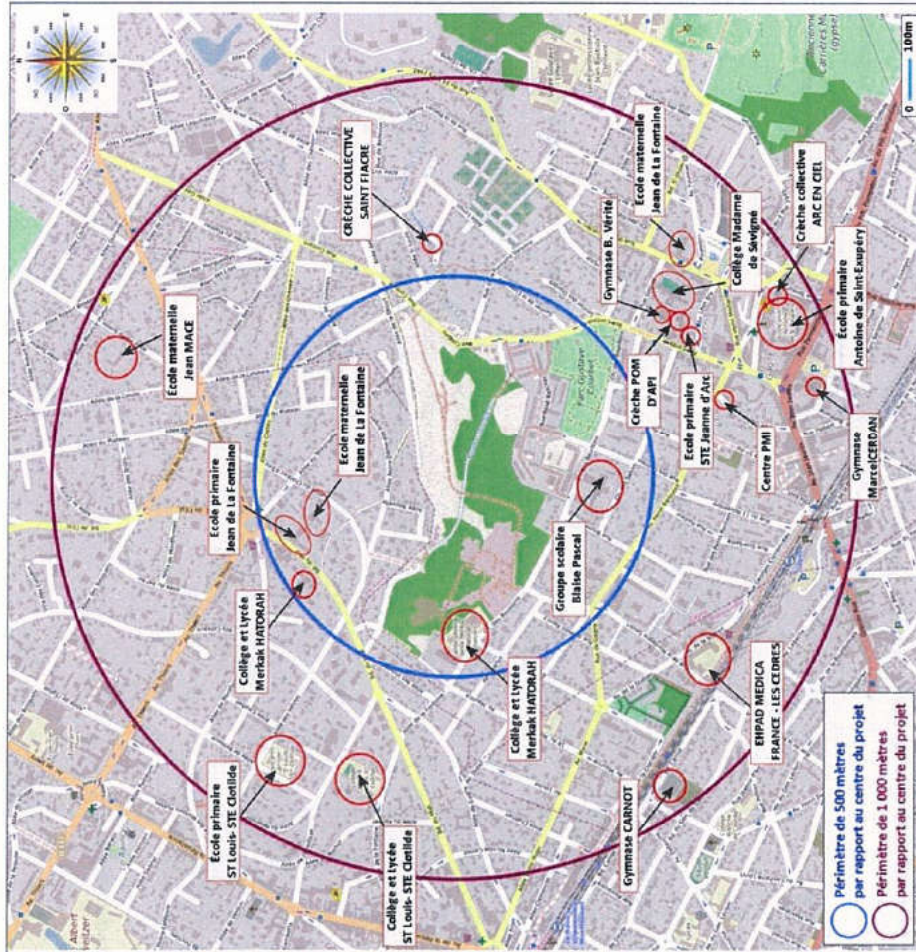
Plusieurs sites sensibles sont identifiés dans les environs du projet.

La figure ci-après recense les sites sensibles dans un rayon de 1,0 km centré sur le projet.



Sites Sensibles	Adresse
Centre PMI et de planification familiale	23 avenue Henri-Barbusse 93220 GAGNY
Crèche collective ARC EN CIEL	16 rue Tainturier - 93220 GAGNY
Crèche collective Saint Fiacre	100 allée Aqueduc Saint Fiacre 93220 GAGNY
Crèche POM D'API	10 Avenue Léon Bry - 93220 GAGNY
École maternelle Jean de La Fontaine	3 avenue FOURNIER 93220 GAGNY
École maternelle Jean de la Fontaine	19 Allée du Château d'eau 93340 LE RAINCY
École maternelle Jean Macé	15 BIS Allée P. Simon 93390 CUCHY-SOUS-BOIS
École primaire Antoine de Saint-Exupéry	6 Place Charles de Gaulle 93220 GAGNY
École primaire privée Sainte Jeanne d'Arc	12 rue Léon Bry 93220 GAGNY
École primaire la Fontaine	78 Bd du Midi 93340 LE RAINCY
École primaire privée Saint Louis- Sainte Clotilde	16 ALLEE DES HETRES 93340 LE RAINCY
Groupe scolaire Blaise Pascal	32 CHEMIN DES SABLES 93220 GAGNY
Collège Madame de Sévigné	8 bis avenue Léon Bry 93220 GAGNY
Collège et Lycée Merkaz Hatorah (garçons)	92 chemin des BOURBONS 93220 GAGNY
Collège et Lycée Merkaz Hatorah (filles)	67 boulevard du Midi 93340 Le Raincy
Collège et Lycée Saint-Louis Sainte-Clotilde	37 allée La Fontaine 93340 Le Raincy
Gymnase B. Vérité	9 Rue Gossec - 93220 GAGNY
Gymnase Marcel CERDRAN	Sentier des Petits Clos – 93220 GAGNY
Gymnase CARNOT	52 boulevard Carnot 93250 VILLEMOMBLE
EHPAD LA CERISIAIE	18 Avenue Jean Jaurès 93220 GAGNY
EHPAD MEDICA FRANCE - LES CEDRES	30 Avenue de la Station 93250 VILLEMOMBLE

Figure 39: Localisation des sites sensibles





## 8.2. ANALYSE DE LA POPULATION – DONNEES INSEE

L'étude de la population permet de définir la sensibilité de celle-ci face à la pollution atmosphérique. Les données ci-dessous proviennent toutes de l'INSEE et concernent la commune de Gagny.

### Évolution et structure de la population

L'étude de la structure de la démographie de la zone indique le nombre de personnes potentiellement impactées par le projet, ainsi que la part de la population dite 'sensible'. Les recensements réalisés depuis 1968 montrent une faible augmentation tendancielle de la population.

Tableau 8 : Évolution de la population

	1968	1975	1982	1990	1999	2009	2014
Gagny	35 780	36 772	34 861	36 059	36 715	38 765	39 195
		+0,4 %	-0,8 %	+0,4 %	+0,2 %	+0,5 %	+0,2 %

La figure suivante illustre l'évolution de la population de la commune de Gagny.

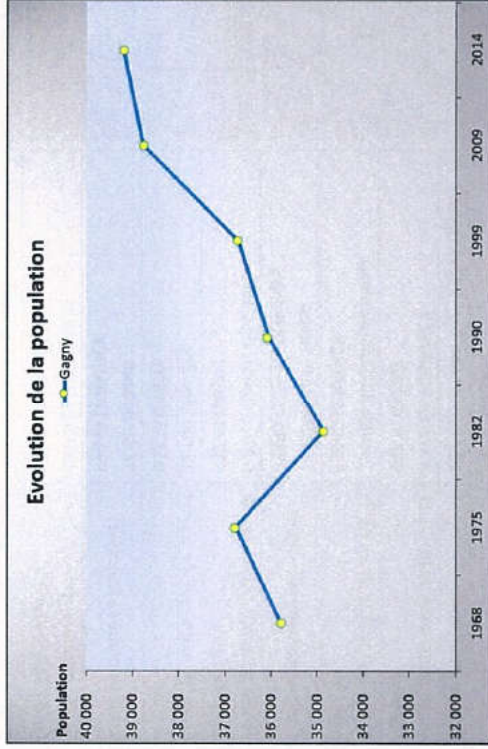


Figure 40 : Évolution de la population depuis 1968

La figure qui va suivre présente la pyramide des âges de la population résidant sur Gagny.

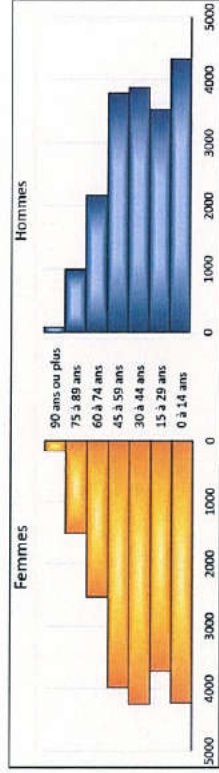


Figure 41 : Population par sexe et âge en 2014

Les tranches d'âges jusqu'à 59 ans sont assez proches et représentent chacune entre 18 et 22 % de la population totale.

La population des « moins de 15 ans » correspond à 21,9 % de la population totale tandis que celle des « plus de 65 ans » représente 13,6 %.

Ces deux catégories sont étudiées car elles représentent les personnes dites « sensibles » de par leur âge.

### Emploi et population active

L'analyse de l'emploi dans la zone d'étude permet de définir la sédentarité de la population locale.

Le tableau suivant indique la part des personnes travaillant à Gagny et qui résident également dans cette commune.

Tableau 9 : Provenance des personnes actives travaillant à Gagny – Année 2014

	Gagny
Nombre d'emplois dans la zone	5 541
Actifs ayant un emploi résidant dans la zone	16 719
Indicateur de concentration d'emploi	33,1 %

L'indicateur de concentration d'emploi représente le pourcentage des personnes travaillant dans la zone et qui sont résidentes.

De ce fait, pour 100 personnes travaillant à Gagny, 33 personnes y résident également.

Il en résulte qu'un tiers de la population active de la zone vit au sein de la commune.

La figure suivante présente la répartition des activités professionnelles ayant cours dans la commune de Gagny.



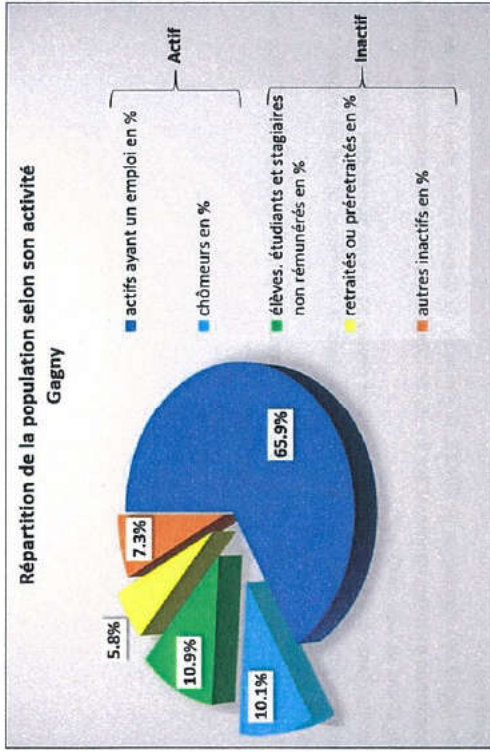


Figure 42 : Répartition de la population active par type d'activité en 2014

Près d'un-tiers de la population de Gagny est inactif. Une personne inactives est, dans la journée, plus sédentaire dans sa commune de résidence. Elle est donc plus sujette à la pollution locale. Le tableau suivant présente les lieux de travail des actifs de Gagny ayant un emploi.

Tableau 10 : Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi – Année 2014

	Gagny
<b>Ensemble</b>	<b>16 700 personnes</b>
Travaillant dans la commune de résidence	14,7 %
Dans une commune autre que la commune de résidence	85,3 %

En somme, plus de 85 % de la population active travaille dans une autre commune que Gagny. Cette part de la population n'est plutôt pas impactée par la pollution locale.

**Logements**

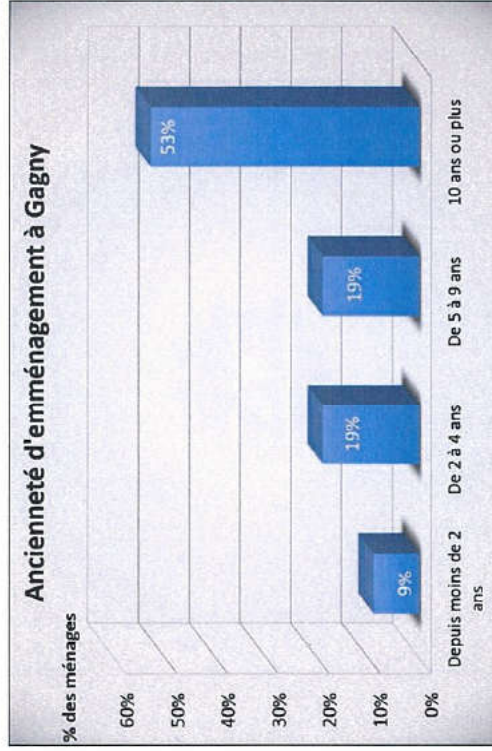
Le logement est également un facteur à prendre en compte afin de déterminer la sédentarité d'une population donnée.

Le tableau suivant représente le type de logements situés dans la zone.

Tableau 11 : Catégorie de logements – Année 2014

	Gagny
<b>Ensemble</b>	<b>16 190 logements</b>
Résidences principales	94,3 %
Résidences secondaires et logements occasionnels	0,9 %
Logements vacants	4,9 %

Les logements de la zone sont majoritairement des résidences principales. Les personnes vivant dans des résidences principales sont donc exposées plus de temps dans l'année aux concentrations des polluants ambiants. La planche qui suit représente l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de la commune de Gagny.



**Figure 43 : Ancienneté d'emménagement dans la résidence principale - 2014**

Pour plus de la moitié de la population résidant à Gagny, l'ancienneté d'emménagement est de 10 ans ou plus.

Plus l'ancienneté d'emménagement est importante, plus la durée d'exposition à la pollution locale est conséquente.

**Synthèse**

Au regard des statistiques de l'INSEE, la commune de Gagny compte plus du tiers de sa population parmi les tranches d'âge les plus sensibles à la pollution atmosphérique ('moins de 15 ans' et 'plus de 65 ans').

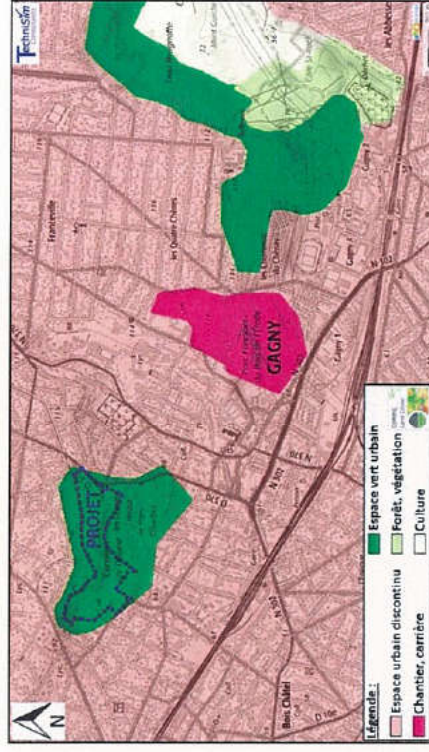
Les habitants ont emménagé pour la moitié depuis 10 ans ou plus et plus d'un tiers des actifs ayant un emploi dans la zone réside dans la commune, ce qui les expose à la pollution émise localement.

En résumé, une importante part de la population de Gagny est sensible à la pollution de l'air de par son âge et de par sa sédentarité.

**8.3. OCCUPATION DES SOLS – DENSITE DE POPULATION**

L'occupation du sol permet de définir quels polluants sont susceptibles d'être émis en fonction de l'utilisation du sol de la zone d'étude.

L'occupation des sols est illustrée dans la figure ci-après.



**Figure 44 : Occupation des sols aux alentours du projet**

L'emplacement pressenti pour le projet est une ancienne carrière.

Le reste de Gagny est principalement un espace urbain discontinu.

Les habitations peuvent être émettrices de polluants, notamment à cause du chauffage.

Le projet se trouve accolé à un espace vert. La végétation est un émetteur naturel de composés organiques volatils. En ordre de grandeur, l'environnement produit neuf fois plus de COV que l'être humain (source : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie).

L'étude de la densité de population permet de connaître le nombre de personnes potentiellement impactées aux abords mêmes du projet.

La figure suivante illustre cette densité de population dans la zone d'étude (données carroyées INSEE).



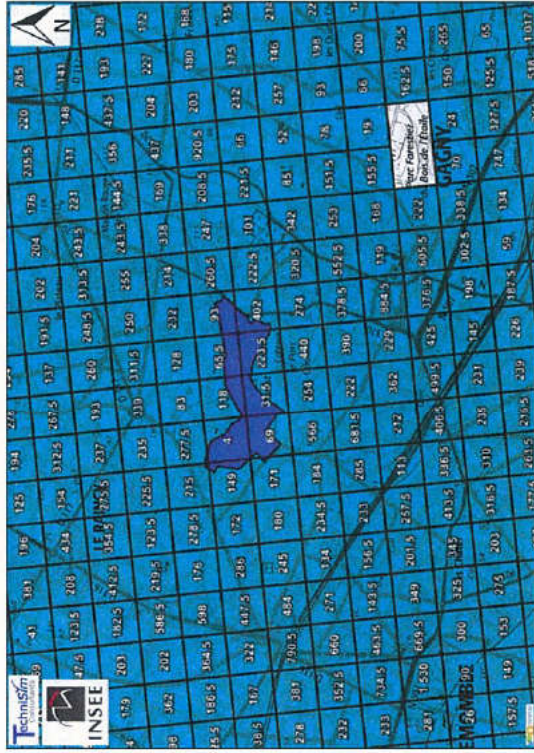


Figure 45 : Densité de population aux abords du site

Les données ci-dessus représentent le nombre d'habitant par carreau de 200 mètres de côté.

La densité de population à proximité du site est assez importante.

#### 8.4. SYNTHÈSE

A l'heure actuelle, le domaine d'étude se compose en grande partie de zones urbanisées comportant une densité de population assez importante.  
 Les zones d'habitation sont situées tout autour du projet.  
 De nombreux sites sensibles sont retrouvés à proximité du projet.  
 Une part de la population de la zone d'étude peut être qualifiée de 'sensible' de par son âge et/ou sa sédentarité.

## 9. MESURES IN SITU

En vue de compléter les données d'Airparif, et conformément aux prescriptions de la Circulaire du 25 février 2005, des mesures sur le site (« in situ ») ont été effectuées du 15 juin au 03 juillet 2017.

Deux types de mesures ont été effectués :

- Des mesures par tubes passifs pour le dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>], les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) sur une période de deux semaines ;
- Des mesures ponctuelles et indicatives des teneurs de particules PM10 et PM2,5.

Le choix de ces composés est motivé par les faits suivants :

- ces composés sont émis en quantité par le trafic routier ;
- les pics de pollution aux PM10 sont récurrents en Île-de-France ;
- le danger sanitaire représenté par les particules diésel.

### 9.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux l'ensemble du domaine d'étude :

- Points « Trafic » : point N°2 et point N°3 ;
- Point « Fond » : point N°4 ;
- Points « Site sensible » : point N°1 et point N°5.

Chaque point de mesure a été repéré sur une carte géo-référencée (GPS WGS 84) et a fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings,...), description de l'environnement immédiat du point de mesures (habitations, ...). L'ensemble de ces renseignements a été regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse seront également retrouvés en annexe.

Le tableau qui va suivre regroupe les coordonnées des emplacements des points de mesure sur le site avec la description de leur environnement.



Tableau 12 : Description des emplacements des points de mesure

	Description	Coordonnées GPS
Point n°1	Croisement de l'avenue Gabriel et du chemin des Bourdons, proche du collège lycée Merkaz Hatorah	Longitude 2,52266° E Latitude 48,89088° N
Point n°2	Croisement de la départementale D370 et de la Rue de la Fontaine Varenne	Longitude 2,53272° E Latitude 48,89111° N
Point n°3	Allée de l'Aqueduc Saint-Fiacre	Longitude 2,52321° E Latitude 48,89291° N
Point n°4	Allée de la Dhuys	Longitude 2,52865° E Latitude 48,89204° N
Point n°5	Chemin des Bourdons, proche de l'école maternelle Blaise Pascal	Longitude 2,52776° E Latitude 48,88857° N

La figure suivante illustre les emplacements des points de mesure.

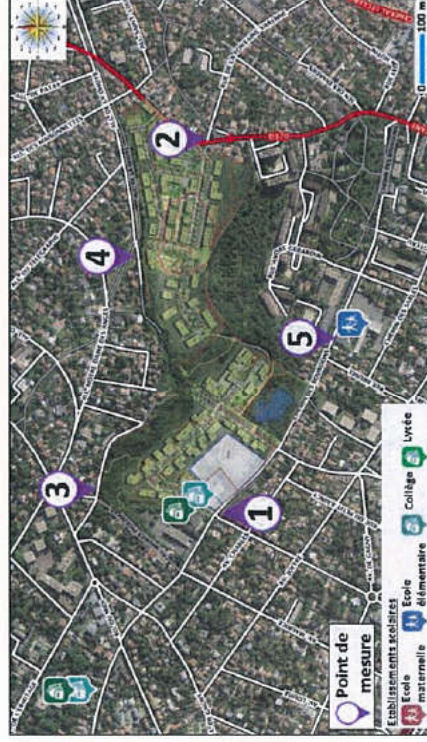


Figure 46: Emplacements des points de mesure *in situ* et sites sensibles

## 9.2. MESURES DES PARTICULES PM10 ET PM2.5

Les mesures ont été effectuées au moyen d'un néphélomètre permettant une mesure en temps réel de la concentration massique des poussières en suspension dans l'air. Les mesures ont été réalisées le 15 juin 2017 sur une période d'environ 5 minutes par point pour chacun des types de particules (de 09h30 à 11h00).

*Il s'agit de relevés ponctuels permettant de connaître de façon indicative, à un moment donné, les niveaux des particules se trouvant dans l'air ambiant. Compte tenu de la durée de prélèvement, ces mesures ne permettent pas de définir l'exposition des populations à moyen et/ou long terme.*

La figure suivante présente le néphélomètre utilisé.

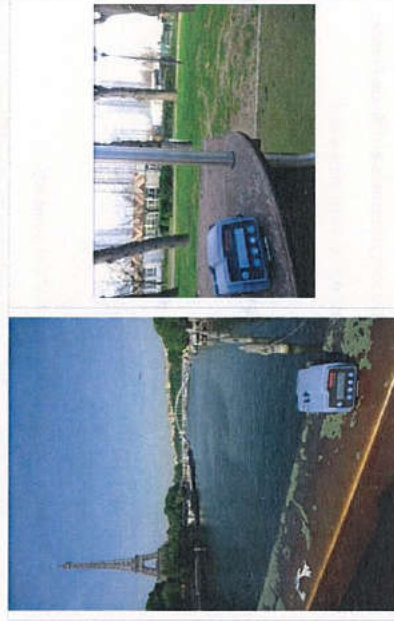


Figure 47 : Néphélomètre

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures. Pour information, il est également présenté les normes de la qualité de l'air (réglementation française et recommandations de l'OMS).



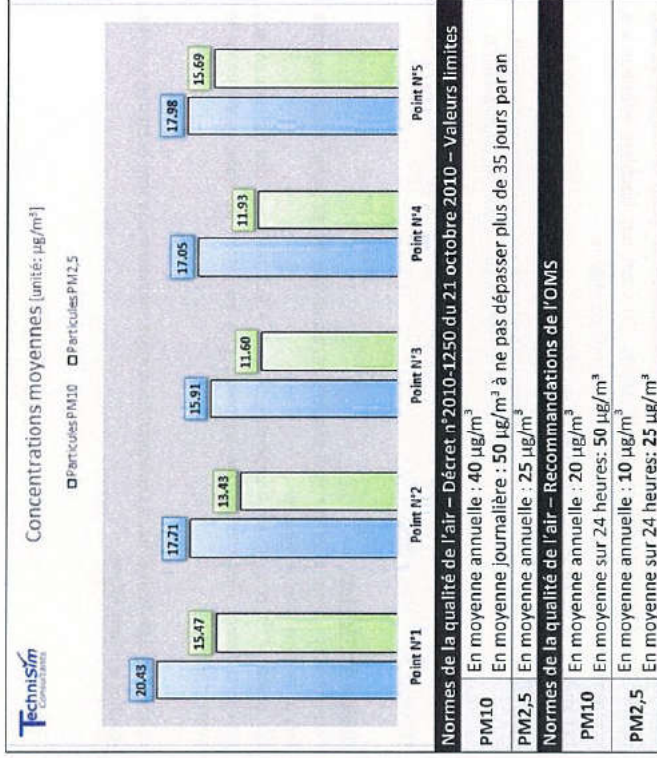
**Tableau 13 : Résultats des mesures des particules PM10**

Date	Particules PM <sub>10</sub> [unité : µg/m <sup>3</sup> ]						
	Heure	Durée	Maximum	Moyenne	Minimum	Écart-type	
Point 1	15-Jun-17	10:09:51	0:05:05	39,20	20,43	15,64	3,88
Point 2	15-Jun-17	10:46:42	0:05:05	21,77	17,71	12,95	1,93
Point 3	15-Jun-17	10:34:05	0:05:15	21,99	15,91	12,51	1,98
Point 4	15-Jun-17	9:54:22	0:05:05	32,51	17,05	13,63	2,73
Point 5	15-Jun-17	10:09:51	0:05:05	24,15	17,98	13,87	1,83
<b>Normes de la qualité de l'air – Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 – Valeurs limites</b>							
"En moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup>							
"En moyenne journalière : 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 jours par an							
<b>Normes de la qualité de l'air – Recommandations de l'OMS</b>							
"En moyenne annuelle : 20 µg/m <sup>3</sup>							
"En moyenne sur 24 heures: 50 µg/m <sup>3</sup>							

**Tableau 14 : Résultats des mesures des particules PM2,5**

Date	Particules PM <sub>2,5</sub> [unité : µg/m <sup>3</sup> ]						
	Heure	Durée	Maximum	Moyenne	Minimum	Écart-type	
Point 1	15-Jun-17	9:36:48	0:05:25	18,35	15,47	13,43	1,03
Point 2	15-Jun-17	10:15:28	0:05:35	18,08	13,43	9,70	1,54
Point 3	15-Jun-17	10:52:20	0:05:05	14,38	11,60	9,50	0,95
Point 4	15-Jun-17	10:28:17	0:05:05	19,46	11,93	9,08	1,58
Point 5	15-Jun-17	9:48:47	0:05:05	18,07	15,69	12,34	0,99
<b>Normes de la qualité de l'air – Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 – Valeurs limites</b>							
"En moyenne annuelle : 25 µg/m <sup>3</sup>							
<b>Normes de la qualité de l'air – Recommandations de l'OMS</b>							
"En moyenne annuelle : 10 µg/m <sup>3</sup>							
"En moyenne sur 24 heures: 25 µg/m <sup>3</sup>							

Pour davantage de lisibilité, les concentrations moyennes obtenues sont présentées sur le graphique ci-après.



**Figure 48: Résultats des mesures des particules en suspension PM10 et PM2,5**

Globalement, les concentrations moyennes mesurées sont inférieures aux valeurs limites réglementaires et aux recommandations de l'OMS sur une période de 24 heures. Cependant, compte tenu de la durée des mesures, il n'apparaît pas judicieux d'extrapoler les concentrations sur une journée entière ou une année.

### 9.3. RESULTATS DES MESURES PAR TUBES PASSIFS

Les mesures des teneurs du dioxyde d'azote ainsi que des BTEX, ont été effectuées à l'aide de tubes passifs. Ce type de dispositifs est facile à mettre en œuvre et représente une bonne alternative aux appareils automatiques, puisqu'il permet d'étudier un large territoire sans engager d'investissements lourds, tout en assurant la qualité de la mesure.

La figure ci-après présente les dispositifs d'échantillonnage passifs. Les dispositifs sont présentés en annexe et en détail.



**Figure 49 : Dispositifs d'échantillonnage passifs**

Dans le cas présent, les tubes ont été exposés du 15 juin au 03 juillet 2017 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse.

#### Conditions météorologiques observées durant la période d'exposition

Les conditions météorologiques observées lors de la période d'exposition seront retrouvées en détail et en annexe.

Les données proviennent de la station météorologique du Bourget, site à environ 11 km au nord-ouest de la zone du projet.

D'une manière générale, les températures enregistrées lors de la campagne ont été de 22°C en moyenne, ce qui est légèrement supérieur aux températures moyennes des mois de juin et de juillet (respectivement de 17,3°C et 19,7°C).

Les vents ont été des vents faibles à modérés et les précipitations ont été nettement en dessous de la normale (Météo-France) en moyenne pour cette période.

Des vents assez faibles et peu de précipitation sont des conditions plutôt défavorables à la dispersion des polluants.

#### Résultats des mesures de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Le tableau suivant recense les concentrations de dioxyde d'azote mesurées lors de la campagne.

Sur le point n°2, deux tubes (doublet) ont été utilisés pour vérification de la bonne répétabilité des mesures.

**Tableau 15 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Dioxyde d'azote	30,3	29,8 20,6	20,6 <0,4 <sub>blanc</sub>	16,4	21,3
Normes de la qualité de l'air – Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010					
Valeurs limites :					
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle					
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an					

#### Validité des mesures

L'écart doublet ou « écart relatif » entre les doublets d'un point de mesure de NO<sub>2</sub> permet de définir la dispersion des résultats. Un écart des doublets inférieur à 5 confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.

Cet indice est calculé selon la formule suivante :

$$ER(\%) = 100 \times \frac{m - \sigma}{m}$$

Avec  $m = 0,5 * (a+b)$   
 a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A  
 b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Au niveau du point n°2, l'écart des doublets est inférieur à 5 %, ce qui confirme la répétabilité correcte de la méthode.

#### Analyse des résultats

Pour tous les points, la valeur seuil annuelle réglementaire de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a été respectée lors de la campagne de mesure.

Les points n°1 et 2, situés à proximité de voies à fort trafic ont des teneurs en NO<sub>2</sub> significativement plus élevées que les points plus en retrait du trafic (notamment le point n°4).

Pour davantage de lisibilité, les concentrations moyennes obtenues sont présentées sur les graphes qui vont suivre.



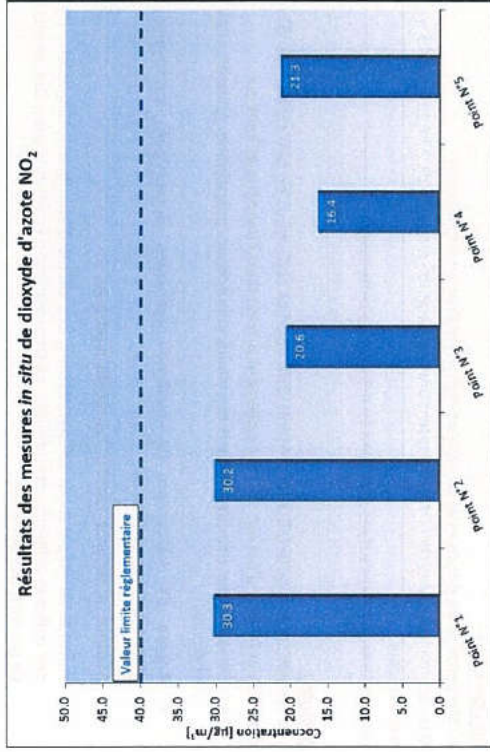


Figure 50 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Résultats des mesures de BTEX

Une cartouche de BTEX a été utilisée sur chacun des points de la campagne. Les résultats des mesures sont retrouvés ci-dessous.

Tableau 16: Résultats des mesures de BTEX [µg/m<sup>3</sup>]

Concentration [µg/m <sup>3</sup> ]	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Benzène	0,55	0,62	0,46	0,4	0,56
Toluène	2,11	2,82	1,9	1,35	2,32
Éthylbenzène	0,49	0,73	0,49	0,47	0,45
p-Xylènes	0,54	0,62	0,37	0,25	0,46
m-Xylènes	0,8	0,84	0,55	0,29	0,58
o-Xylènes	0,65	0,4	0,47	0,46	0,46
Σxylènes	1,99	1,85	1,39	0,99	1,49

Normes de la qualité de l'air – Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010	
Benzène	Valeur limite en moyenne annuelle : 5 µg/m <sup>3</sup> Objectif qualité en moyenne annuelle : 20 µg/m <sup>3</sup>
Recommandations de l'OMS	
Toluène	260 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur une semaine
Éthylbenzène	22 000 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
Σxylènes	4800 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures

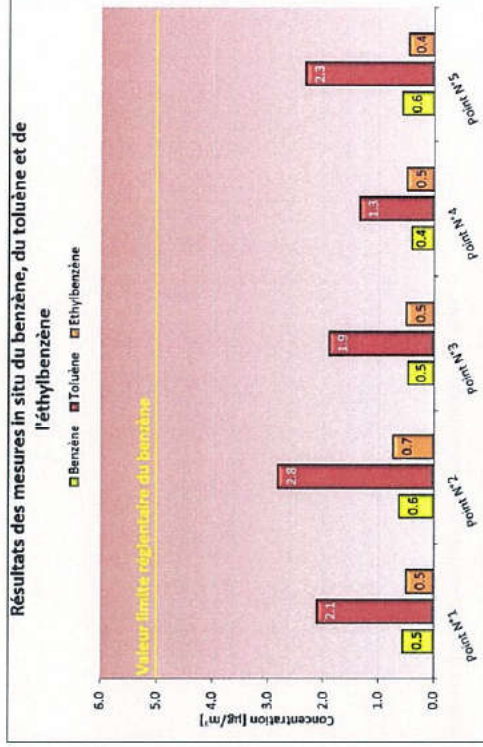


Figure 51 : Résultats des mesures en benzène, toluène et éthylbenzène

Benzène :

La valeur limite réglementaire pour le benzène est fixée à 5 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Cette valeur est respectée sur tous les points. L'objectif qualité de 2 µg/m<sup>3</sup> est également respecté sur chacun des points.

Toluène :

Le toluène n'est pas soumis à réglementation. Il existe néanmoins des valeurs à ne pas dépasser définies par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), à savoir :

- 260 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 7 jours (en ambiance de travail),
- 1 000 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure (seuil olfactif).

Aucune de ces valeurs-guides n'a été franchie, les concentrations mesurées étant bien en deçà de ces valeurs.

Rapport toluène / benzène :

Le rapport Toluène/Benzène, calculé en situation trafic, est habituellement compris entre 2 et 5.

Il est d'autre part intéressant de noter que le ratio toluène/benzène dans les gaz d'échappement d'un moteur à essence est de l'ordre de 5 (Guibet, J.C., 2005), alors que dans l'essence il est rapporté par plusieurs sources comme étant de l'ordre de 9 (ECB, 2003).

Dans le cas présent, les rapports toluène/benzène sont tous compris entre 2 et 5, ce qui correspond effectivement à une situation trafic routier. Le rapport le plus élevé se trouve être le point n°2, c'est-à-dire le point de proximité de la route départementale à flux routier important.

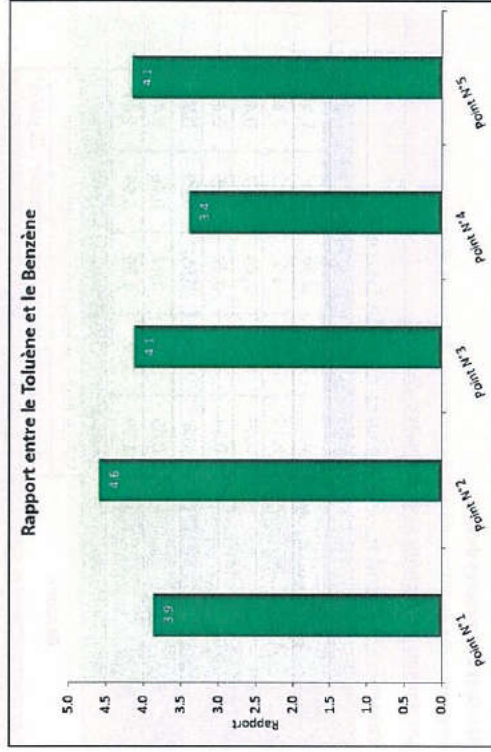


Figure 52 : Rapport toluène sur benzène

**Ethylbenzène :**

L'éthylbenzène ne dispose pas de valeurs réglementaires en air ambiant.

Des recommandations de l'OMS indiquent une valeur guide annuelle de 22 000 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser.

Les concentrations mesurées sont bien en dessous de cette valeur.

**Xylènes :**

Les xylènes sont, avec le toluène, présents dans certains carburants en tant qu'additifs afin d'améliorer l'indice d'octane. Ils sont également utilisés dans l'industrie en tant que :

- Solvants pour peintures, vernis et enduits, caoutchouc, polystyrène, graisses, cires et résines ;
- Agents de fabrication de produits organiques domestiques nettoyants, dégraissants et décapants ;
- Matières premières dans l'industrie des plastiques ;
- Solvants de préparations antiparasitaires, des encres d'imprimerie, des colorants, des colles et adhésifs, des produits pharmaceutiques et cosmétiques, des agents de saveurs, des parfums.

Les xylènes ne sont pas soumis à réglementation. L'OMS a néanmoins défini une valeur guide de 4 800 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière pour les effets sur le système nerveux.

Les concentrations mesurées sont bien en dessous de cette valeur.

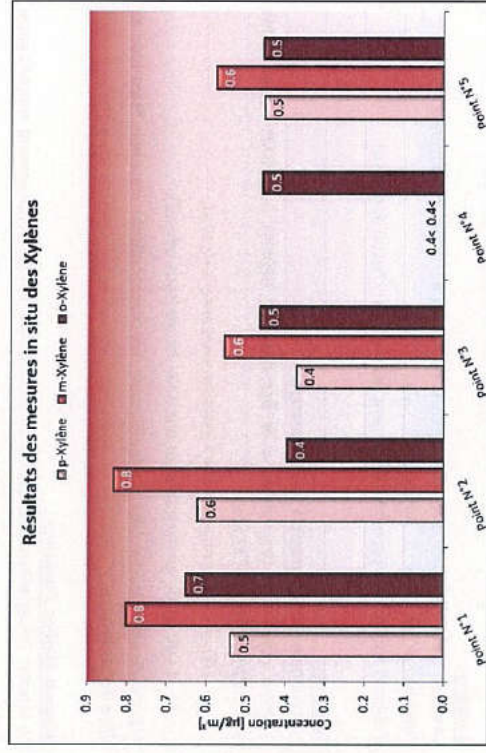


Figure 53 : Résultats des mesures pour les xylènes

La figure ci-après présente la cartographie des résultats.



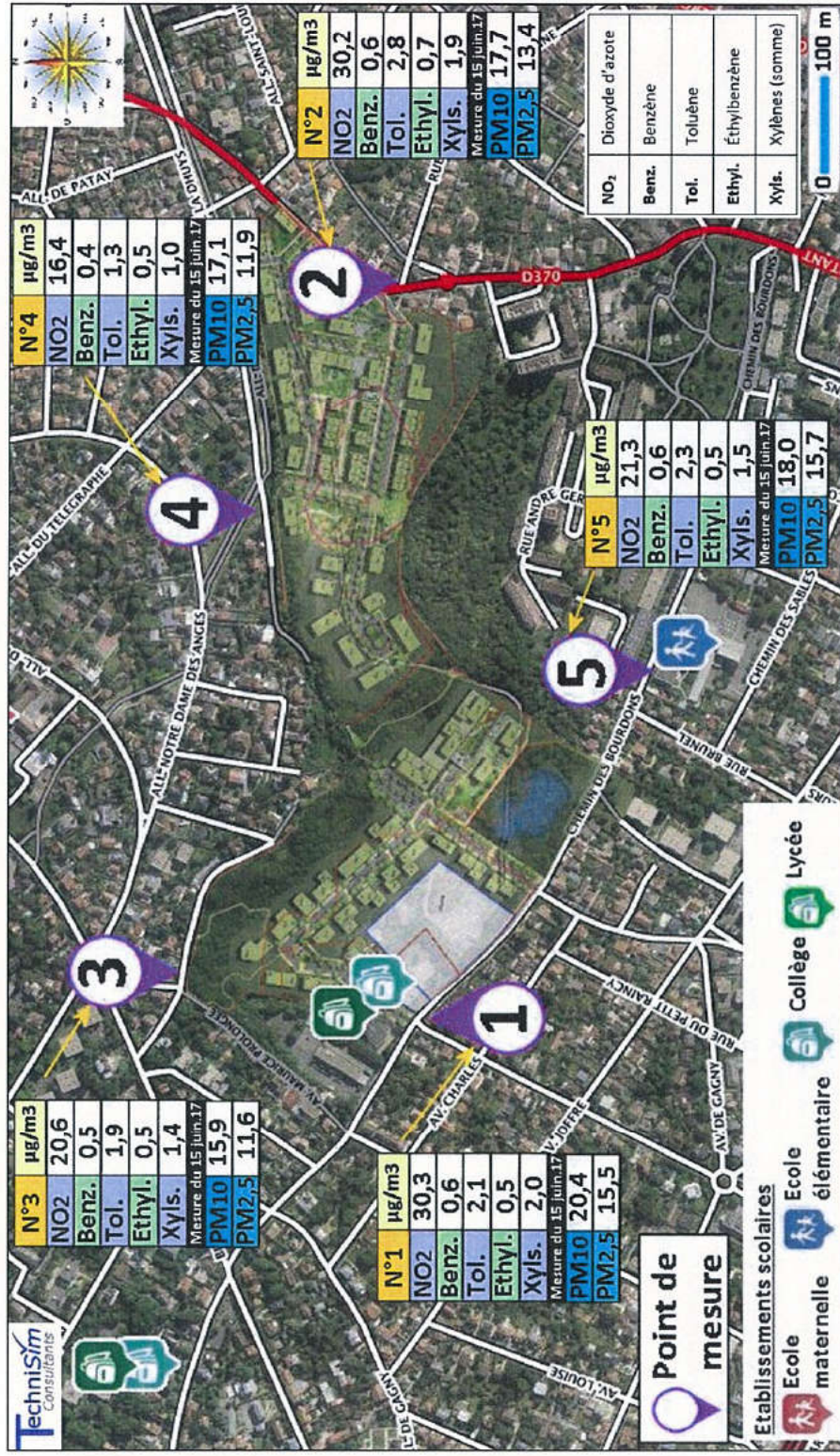


Figure 54 Résultats des mesures in situ



#### Analyse des mesures

Les concentrations de dioxyde d'azote relevées au cours de la campagne sont inférieures aux seuils réglementaires en moyenne annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>).

Les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau des points N°1 et N°2, c'est-à-dire là où la circulation automobile s'avère intense.

Les concentrations relevées au niveau des autres points sont plus faibles, spécialement à l'emplacement du point N°4, situé en retrait des voies de circulation.

Les concentrations des BTEX sont homogènes pour l'ensemble des points. Il faut retenir que, parmi les BTEX, seules les teneurs de benzène sont réglementées.

Les teneurs mesurées sont inférieures aux seuils réglementaires pour le benzène.

**Pour les autres BTEX, les teneurs sont très inférieures aux recommandations de l'OMS.**

L'INERIS précise dans son document « *Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air* » du 21/12/2004 : « Lorsque la source de pollution est le trafic automobile, les concentrations de xylènes et d'éthylbenzène, se trouvent dans de l'air récemment pollué à des concentrations proches ou légèrement inférieures à celle du benzène [...] Loin des sources ou lorsque la masse d'air vieillit, les rapports de concentrations sont modifiés, le benzène prenant plus d'importance par rapport aux autres composés ».

Ici, les concentrations de xylènes et d'éthylbenzène sont très proches des concentrations de benzène, démonstration que les valeurs mesurées proviennent en majeure partie du trafic routier.

Toutes ces valeurs sont respectées au niveau des points étudiés dans la campagne de mesure.

#### 9.4. SYNTHÈSE

De manière à compléter les diverses informations d'AIRPARIF, une campagne de mesure des BTEX et du dioxyde d'azote à l'aide de tubes passifs a été menée sur la période du 15 juin au 03 juillet 2017.

Des mesures ponctuelles de PM10 et PM2,5 ont été effectuées le 15 juin 2017. D'une manière générale, les teneurs mesurées sont bien inférieures aux normes réglementaires pour le dioxyde d'azote.

Les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau des points où la circulation automobile est intensive.

Les concentrations des BTEX sont plus homogènes pour l'ensemble des points.

Parmi les BTEX, seules les teneurs de benzène sont réglementées.

Les teneurs mesurées sont très inférieures aux seuils réglementaires.

Pour les autres BTEX, les teneurs sont largement inférieures aux recommandations de l'OMS.

Dans le cas présent, les valeurs mesurées sont stables et moyennement élevées, respectant les seuils réglementaires au niveau de tous les points.

Il faut retenir que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la période de mesurage.

Par ailleurs, il est à noter que les résultats obtenus sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.



## 10. PERSPECTIVES D'EVOLUTION DE L'ETAT INITIAL

Selon les avis publiés par l'Autorité Environnementale de la région Île-de-France, aucun projet n'est prévu à proximité de la zone.

L'état actuel de la qualité de l'air ne tend pas à évoluer du fait de la présence d'un nouveau projet d'aménagement autre que celui faisant l'objet de la présente étude, ou de la création d'une nouvelle installation industrielle.

## 11. INCIDENCES PRÉVISIBLES DU PROJET EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'AIR, D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, DE CLIMAT ET DE SANTÉ

La création de l'aménagement va entraîner une hausse du trafic au niveau de la zone aménagée et à ces voies d'accès.

L'analyse détaillée des impacts du projet sur la qualité de l'air, la santé et le climat est à retrouver dans la seconde partie de ce document.

## 12. CONCLUSION DE L'ÉTAT INITIAL

Le tableau ci-après synthétise l'état initial du projet, ainsi que les impacts pressentis sur la qualité de l'air et la santé.

Le trafic routier et le poste résidentiel & tertiaire sont les principaux secteurs émetteurs de polluants sur la zone d'étude.

L'association de surveillance de la qualité de l'air locale, AirParif, a réalisé des mesures de polluants dans le secteur étudié.

Les résultats obtenus démontrent une qualité de l'air en général conforme aux exigences réglementaires.

La zone d'étude est densément peuplée, avec la présence de nombreux sites sensibles. La population de Gagny possède une part importante pouvant se définir comme étant sensible de par son âge et/ou sa sédentarité.

De manière à compléter les diverses informations, une campagne de mesure des BTEX et du dioxyde d'azote à l'aide de tubes passifs a été menée du 15 juin au 03 juillet 2107. Également, des mesures ponctuelles de PM10 et PM2,5 ont été effectuées lors de la pose de ces dispositifs.

Les teneurs mesurées sont habituellement inférieures aux normes réglementaires pour l'ensemble des substances mesurées. Néanmoins, les concentrations sont plus élevées au niveau des axes routiers à forte circulation, démontrant l'impact du trafic sur l'émission de polluants.

En ce qui concerne les particules PM10 et PM2,5, les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques : un temps anticyclonique est favorable à de fortes concentrations, alors qu'un temps pluvieux fait au contraire baisser les taux (« lessivage » de l'atmosphère).

Tableau 17: Synthèse de l'état initial

D O M A I N E S		Sensibilité	Impacts pressentis du projet
<b>Q U A L I T É D E L ' A I R</b>			
	<p>La qualité de l'air extérieur est médiocre en région Île-de-France. Cette zone connaît des épisodes à répétition de pollution atmosphérique. En effet, plusieurs polluants dépassent les normes de la qualité de l'air de manière récurrente ; c'est notamment le cas de l'ozone (O<sub>3</sub>), des oxydes d'azote (NOx), du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), des particules PM10 et PM2,5, et du benzène.</p> <p>Sur le secteur étudié, les teneurs en dioxyde d'azote sont importantes, comme partout ailleurs dans le département. La valeur limite annuelle est dépassée à proximité immédiate des voies de circulation à fort trafic.</p> <p>Les concentrations en particules PM10 sont plus faibles mais demeurent, comme pour les oxydes d'azote, très fortes à proximité de grands axes routiers.</p> <p>En fonction des conditions météorologiques, la zone peut connaître des épisodes de pollution en PM10.</p> <p>Pour l'ozone, les niveaux moyens ont pratiquement doublé depuis quinze ans. L'ozone est dit polluant 'secondaire', il se forme par réaction de l'oxygène avec des précurseurs issus des oxydes d'azote, ces réactions étant favorisées par un ensoleillement intense et des températures élevées.</p> <p>En milieu urbain, à proximité des voies de circulation, les concentrations d'ozone restent généralement modestes car il est consommé par les polluants primaires. Sous l'action des vents, les masses de précurseurs gagnent la périphérie des agglomérations et les milieux ouverts.</p> <p>En fonction des conditions météorologiques spécifiques, la zone peut connaître des épisodes de pollution à l'ozone.</p> <p>Pour le dioxyde de soufre émis par l'industrie, le chauffage et les transports, les niveaux sont bien inférieurs aux objectifs de qualité.</p> <p>Concernant les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et les métaux lourds, les niveaux mesurés sont inférieurs aux valeurs de référence.</p> <p>Au niveau de la zone d'étude, les principales sources d'émissions atmosphériques sont le trafic routier et le secteur résidentiel/tertiaire (chauffage et ventilation des locaux).</p> <p>Le trafic routier est le principal émetteur de NOx. Il participe également aux émissions de PM10, PM2.5 et aux émissions de GES.</p> <p>Le secteur résidentiel et tertiaire est également une source importante de polluants (PM10, PM2,5, NOx et GES).</p>	<b>Très forte</b>	<p>Le projet entraînera vraisemblablement une augmentation du trafic, mais cette dernière sera limitée compte tenu de la taille du projet et des aménagements prévus.</p>
<b>S A N T É</b>			
<b>Sources d'émission de polluants atmosphériques</b>			
<b>Effets de la pollution atmosphérique sur la population et sites sensibles</b>	<p>Les effets de la pollution sur la santé sont variés. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-14 ans et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution. Des études sanitaires confirment que les niveaux actuels de polluants dans la région Île-de-France contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons.</p> <p>Le projet s'inscrit dans une zone urbanisée. Il existe de nombreux sites sensibles (crèches, établissements scolaires et terrains de sport) présents à proximité du projet.</p>	<b>Très forte</b>	<p>Le projet consiste en la création de logements et d'un collège. Par conséquent, il augmentera la sensibilité de la zone vis-à-vis des effets de la pollution atmosphérique.</p>



# Analyse des impacts

### 13. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet va entraîner des modifications de trafic dont les conséquences sur la qualité de l'air et la santé doivent être analysées.

Pour rappel, d'après la *Circulaire interministérielle du 25 février 2005*, les études de type II requièrent une simple information des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

Le contenu des études de niveau II est le suivant :

- Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine géographique d'étude ;
- Qualification de l'état initial par des mesures in situ ;
- Estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet ;
- Comparaison des variantes et de la solution retenue sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité ;
- Évaluation des risques sanitaires au niveau des sites sensibles.

Pour une étude de niveau II, les polluants à prendre en compte, définis selon une base réglementaire, sont listés ci-dessous :

- Les oxydes d'azote NOx (= NO + NO<sub>2</sub>) ;
- Le monoxyde de carbone CO ;
- Les particules émises à l'échappement ;
- Le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub> ;
- Les hydrocarbures ;
- Le benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ;
- La pollution particulaire : nickel (Ni) et cadmium (Cd).

### 14. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ 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 souève 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.

#### 14.1. QUANTIFICATION DES EMISSIONS LIEES AUX ACTIVITES DU CHANTIER

Il est relativement 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, de quantifier précisément les émissions atmosphériques du chantier, en particulier celles liées à aux opérations de constructions. Nonobstant, il est possible d'estimer les émissions liées au trafic routier généré par la phase travaux.

Le tableau ci-après présente le trafic routier lié aux phases chantier du projet.



Ces données ont été fournies par le Maître d'Ouvrage.

**Tableau 18: Données trafic pour la phase construction**

	Année	Durée [mois]	Nombre de trajet de PL/jour
Mise en sécurité Carrières Travaux sur zone basse [Construction programmes immobiliers + collège] Travaux sur zone haute [Construction programmes immobiliers]	2019	12	240
	2020 à 2024	60	10
	2025 à 2031	84	10

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

Les résultats sont indiqués tableau ci-après.

**Tableau 19: Émissions polluantes liées au trafic routier associé à la phase travaux**

	Mise en sécurité Carrières	Travaux sur zone basse	Travaux sur zone haute
Monoxyde de carbone	534,03 [g/jour]	36,66	28,65
Oxydes d'azote	1102,21 [g/jour]	56,89	20,35
Particules PM10	290,39 [g/jour]	18,23	17,99
Particules PM2,5	5,70 [g/jour]	3,86E-01	1,38E-01
Dioxyde de soufre	2,24 [g/jour]	1,63E-01	1,47E-01
Composés organiques volatils	21,08 [g/jour]	1,14E+00	8,01E-01
Acétaldéhyde	7,58E-01 [g/jour]	4,34E-02	2,92E-02
Acroléine	2,93E-01 [g/jour]	1,68E-02	1,13E-02
Formaldéhyde	1,39 [g/jour]	7,98E-02	5,36E-02
Butadiène	5,47E-01 [g/jour]	3,14E-02	2,11E-02
Benzène	1,16E-02 [g/jour]	6,65E-04	4,47E-04
HAP	8,10 [mg/jour]	5,14E-01	5,15E-01
Benzo(a)pyrène	6,02E-01 [mg/jour]	3,83E-02	3,84E-02
Arsenic	1,19E-01 [mg/jour]	7,66E-03	7,60E-03
Mercur	54,18 [mg/jour]	54,18	54,18
Baryum	16,07 [mg/jour]	1,02E+00	1,02E+00
Plomb	5,84E-03 [mg/jour]	4,25E-04	3,84E-04
Cadmium	1,34 [mg/jour]	9,39E-02	8,72E-02
Chrome	7,63 [mg/jour]	5,16E-01	4,93E-01
Nickel	3,29 [mg/jour]	2,18E-01	2,12E-01

## 14.2. MESURES DE REDUCTION DES EMISSIONS LIEES AUX ACTIVITES 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. Il s'agit de :

- Mesures techniques ;
  - Mesures 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 cancérigènes. 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'émulsion 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 font appel au comportement des opérateurs.

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>1</sup> en a ainsi identifiées cinq :

- 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 goulotte, pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrasage 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 minimale que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

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

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

#### Dispositions contractuelles imposées par le maître d'œuvre

Afin de garantir le respect de l'environnement lors de la phase chantier, le maître d'œuvre doit compléter le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) par des dispositions concernant le déroulement du chantier, visant à diminuer les nuisances propres à celui-ci (bruit, poussière, etc.)

Il définit alors les objectifs environnementaux du chantier et peut demander à l'entreprise d'élaborer un plan d'assurance environnement et de le mettre en œuvre. Il peut demander que les principales actions prévues par ce plan soient décrites dans le mémoire technique remis avec l'offre de l'entreprise et en tenir compte dans la recherche du mieux-disant.

<sup>1</sup> Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.



### 14.3. SYNTHÈSE

Il est complexe de quantifier les émissions d'un chantier. Seules les émissions liées au trafic routier généré par la phase travaux peuvent être estimées, à ce stade du projet.

Les principales émissions atmosphériques sont les poussières ainsi que les gaz d'échappement produits par les divers engins.

Au niveau actuel de l'étude, la quantification des émissions appelant un nombre important de données, il n'est pas possible de calculer les émissions atmosphériques du chantier.

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

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

Afin d'évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air pour les horizons considérés, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs. Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tableau 20 : Scénarios analysés dans l'étude**

Horizons modélisés		Description
1	Horizon 2017 - Actuel	Situation actuelle
2	Horizon 2019 – Chantier	Situation future – Mise en sécurité des carrières
3	Horizon 2024 – Mise en service partiel	Situation future – Mise en service partiel du projet (zone basse)
4	Horizon 2030 – Mise en service complet	Situation future – Mise en service complète du projet

### 15.1. FLUX DE TRAFIC – INDICE VK

Le projet va influencer localement le flux de véhicules. Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT IV 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 Heure de Pointe du **M**atin [HPM] et du **S**oir [HPS];
- la vitesse de circulation ;
- la longueur des brins routiers.

Les données de circulation ont été fournies par le Commanditaire.

Elles proviennent de l'étude réalisée par la société **Ingetec**.

Les trafics et caractéristiques des brins étudiés sont présentés sur la figure ci-après.

Les données trafic sont présentées dans les tableaux ci-après.



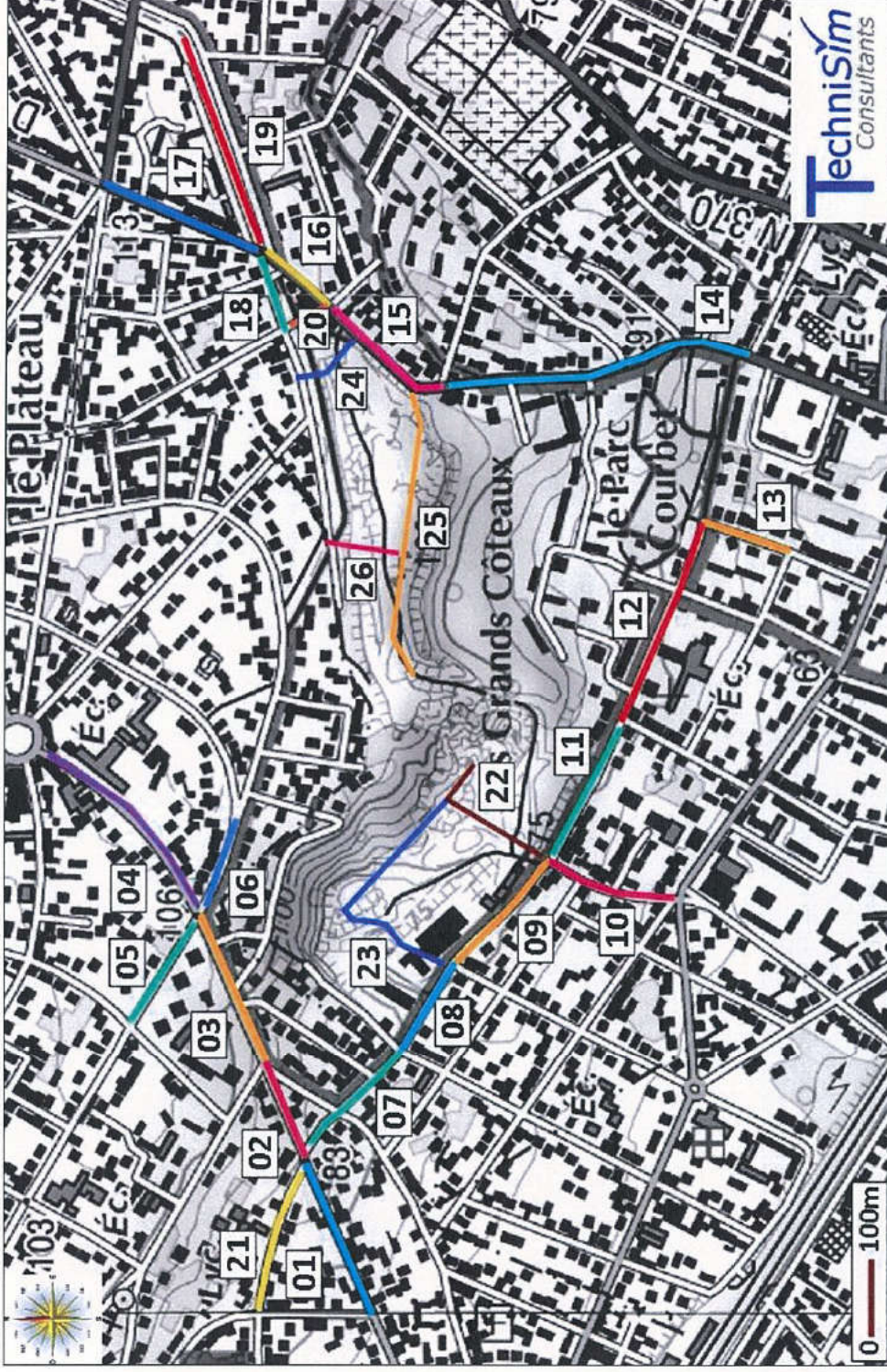


Figure 55: Réseau routier considéré dans l'étude



Tableau 21 : Données du trafic sur l'ensemble du réseau routier étudié – Nombre de véhicules

Brim Nom	Horizon 2017 -Actuel		Horizon 2019 -Chantier		Horizon 2024-Service partiel		Horizon 2030-Service complet	
	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir
1	770	800	770	800	815	835	815	835
2	1055	1010	1055	1010	1145	1195	1145	1195
3	925	1060	925	1060	1015	1235	1015	1235
4	710	855	710	855	780	1000	780	1000
5	115	65	115	65	115	65	115	65
6	310	270	310	270	310	270	310	270
7	345	290	345	290	580	580	580	580
8	345	290	345	290	580	580	580	580
9	260	230	260	230	570	650	570	650
10	300	240	300	240	540	555	540	555
11	100	80	100	80	175	175	175	175
12	45	55	45	55	45	55	45	55
13	50	50	50	50	50	50	50	50
14	850	700	850	700	700	700	1090	950
15	850	700	850	700	700	700	1010	905
16	710	620	710	620	620	620	785	830
17	560	555	560	555	555	555	640	765
18	175	325	175	325	325	325	35	325
19	35	260	35	260	260	260	175	260
20	135	80	135	80	80	80	145	90
21	215	130	210	130	315	200	315	200
22					255	330	265	330
23					240	250	220	250
24							165	255
25							170	215
26							45	90

Tableau 22 : Données du trafic sur l'ensemble du réseau routier étudié – Nombre de poids lourds

Brin Nom	Horizon 2017 -Actuel		Horizon 2019 -Chantier		Horizon 2024-Service partiel		Horizon 2030-Service complet	
	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir
1	6	3	6	3	8	5	6	3
2	8	4	8	4	10	6	8	4
3	8	4	8	4	10	9	8	7
4	5	6	5	6	7	8	5	6
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	3	2	3	4	5	2	3
8	2	3	2	3	4	5	2	3
9	2	3	2	3	4	5	2	3
10	1	2	1	2	3	4	1	2
11	0	1	0	1	0	1	0	1
12	0	1	0	1	0	1	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	15	14	39	38	17	16	15	14
15	15	14	39	38	17	16	15	14
16	15	14	39	38	17	16	15	14
17	9	10	33	34	11	12	9	10
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22			24	24	0	0	0	0
23			24	24	0	0	0	0
24			24	24	2	2	0	0
25			24	24	2	2	0	0
26			24	24	2	2	0	0



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 le scénario analysé 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 x km] ;

V<sub>i</sub> = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;

L<sub>i</sub> = 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.

Le tableau ci-après présente les indices VK calculés.

**Tableau 23: Indice VK**

	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir
Horizon 2017 - Actuel	1915,40	1895,58
Horizon 2019 - Chantier	2011,93	1993,11
Horizon 2024 - Mise en service partiel	2304,87	2426,05
Horizon 2030 - Mise en service complet	2573,53	2735,83

La mise en place du projet au sein de la zone va entraîner un afflux de véhicules. Par rapport à la situation actuelle, l'indice VK calculé pour l'horizon 2030 augmente respectivement de +34,4% pour l'Heure de Pointe du Matin et +44,3% pour l'Heure de Pointe du Soir.

## 15.2. ÉVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Le tableau suivant présente les consommations énergétiques moyennes (en kg / heure), calculées à partir des trafics avec le logiciel COPERT IV.

La consommation de carburant augmente pour les horizons futurs, suite à l'accroissement du flux de véhicules consécutif à la mise en place du projet.

**Tableau 24: Consommation de carburants**

	Essence [kg/h]	Diesel [kg/h]	TOTAL [kg/h]
<b>Heure de Pointe du Matin</b>			
Horizon 2017 - Actuel	8,2	113,9	122,1
Horizon 2019 - Chantier	8,1	112,6	120,7
Horizon 2024 - Mise en service partiel	7,2	125,9	133,1
Horizon 2030 - Mise en service complet	7,1	124,6	131,8
<b>Heure de Pointe du Soir</b>			
Horizon 2017 - Actuel	6,3	139,6	146,0
Horizon 2019 - Chantier	6,7	146,7	153,4
Horizon 2024 - Mise en service partiel	5,1	147,1	152,2
Horizon 2030 - Mise en service complet	5,5	158,5	164,0

Globalement, suite à l'augmentation du trafic, les consommations en carburants sont plus élevées pour les horizons futurs.

### 15.3. ÉMISSIONS ATMOSPHERIQUES

#### Méthodologie

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

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 qu'il s'agisse 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, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle, 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 IV 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 tronçon 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 2011 par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTAR) pour l'intervalle 1990-2030.

Le modèle d'émission du système européen COPERT IV 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.

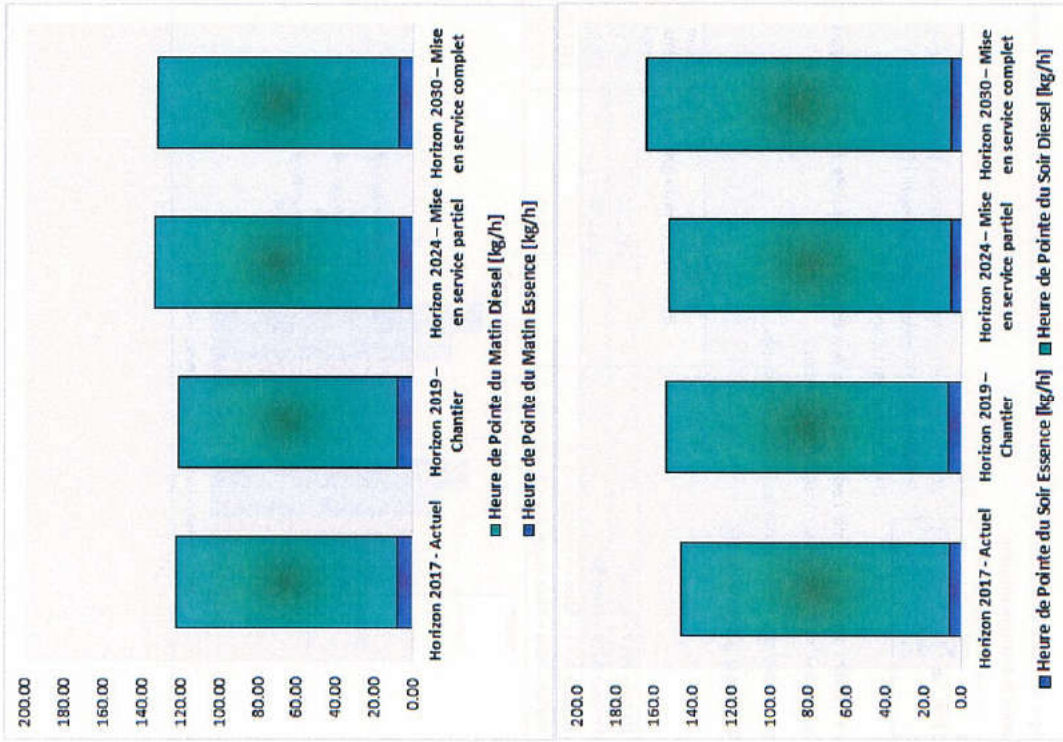


Figure 56: Consommation moyenne de carburants



Pour les études de type II, les composés considérés sont les suivants :

- les oxydes d'azote [NOx] dont le dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>], le monoxyde de carbone [CO], les hydrocarbures, le benzène [C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>], les particules émises à l'échappement [PM], le dioxyde de soufre [SO<sub>2</sub>],
- ainsi que le nickel [Ni] et le cadmium [Cd] pour la pollution particulaire.

Toutefois, étant donné que l'étude est rehaussée au niveau I au droit des sites sensibles, la liste des composés considérés est augmentée pour comprendre tous les polluants de la Circulaire du 25 février 2005, à savoir :

- Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)
- Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)
- Particules en suspension (PM)
- Composés Organiques Volatils (COV)
- Acétaldéhyde (CH<sub>3</sub>CHO)
- Acroléine (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O)
- Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- Buta-1,3-diéne (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>)
- Formaldéhyde (CH<sub>2</sub>O)
- Benzo-[a]-pyrène (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)
- Arsenic (As)
- Cadmium (Cd)
- Chrome (Cr)
- Mercure (Hg)
- Nickel (Ni)
- Plomb (Pb)
- Baryum (Ba)
- Monoxyde de carbone (CO)

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

Le tableau qui va suivre dresse la liste des émissions journalières sur la totalité de la voirie prise en compte dans le domaine de l'étude, sur la base du parc routier moyen français de l'IFSTTAR [Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux].

Tableau 25 : Émissions globales pour les scénarios traités

POLLUANTS	Unité	Horizon 2017 - Actuel		Horizon 2019 - Chantier		Horizon 2024-Service partiel		Horizon 2030-Service complet	
		Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir	Heure de Pointe du Matin	Heure de Pointe du Soir
Monoxyde de carbone	[kg/h]	868,14	858,79	796,84	789,12	695,74	731,52	651,67	702,35
Oxydes d'azote	[kg/h]	1002,20	989,12	950,94	940,89	652,10	727,59	563,63	608,13
Dioxyde de soufre	[g/h]	129,89	127,94	150,69	148,89	133,61	139,60	133,74	143,20
Particules PM10	[g/h]	28,24	27,95	20,63	20,43	9,80	10,32	4,64	4,94
Particules PM2,5	[g/h]	2,45	2,42	2,67	2,65	2,95	3,10	3,12	3,37
HAP	[mg/h]	4,59	4,55	4,21	4,18	4,31	4,54	4,43	4,79
Benzo(a)pyrène	[mg/h]	2,47	2,44	2,26	2,24	2,35	2,47	2,42	2,62
Composés organiques volatils	[g/h]	8,63	8,55	7,89	7,82	8,03	8,47	8,24	8,90
Acétaldéhyde	[g/h]	0,98	0,97	0,88	0,87	0,78	0,82	0,76	0,82
Acroléine	[g/h]	3,18	3,15	2,54	2,52	2,14	2,25	1,95	2,10
Formaldéhyde	[g/h]	10,00	9,89	10,51	10,40	11,36	11,94	11,80	12,71
Butadiène	[g/h]	3,18	3,15	3,26	3,23	3,87	4,08	4,18	4,52
Benzène	[g/h]	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15
Arsenic	[mg/h]	42,36	42,36	54,18	54,18	54,18	54,18	54,18	54,18
Mercuré	[mg/h]	20,86	20,63	22,46	22,24	25,13	26,42	26,92	29,02
Baryum	[mg/h]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Plomb	[mg/h]	1,42	1,40	1,55	1,53	1,70	1,78	1,80	1,94
Cadmium	[mg/h]	9,00	8,90	9,76	9,67	10,86	11,42	11,60	12,50
Chrome	[mg/h]	3,31	3,27	3,63	3,60	3,97	4,18	4,23	4,55
Nickel	[mg/h]	107,59	106,54	93,42	92,59	85,79	90,40	83,37	90,07



Le tableau ci-après présente l'évolution des émissions pour les principaux polluants.

Tableau 26: Évolution des émissions pour les principaux polluants

POLLUANTS	Chantier/ Actuel	Mise en service	Mise en service	
		service partiel / Actuel	complet / Actuel	
<b>Heure de Pointe du Matin</b>				
Oxydes d'azote	-5,11%	-30,94%	-43,76%	-18,56%
Particules PM10	16,02%	2,86%	2,97%	0,10%
Particules PM2,5	-26,97%	-65,30%	-83,57%	-52,66%
HAP	-26,97%	-65,30%	-83,57%	-52,66%
COV	-13,17%	-20,26%	-22,51%	-2,81%
<b>Heure de Pointe du Soir</b>				
Oxydes d'azote	-4,88%	-26,44%	-38,52%	-16,42%
Particules PM10	16,38%	9,11%	11,93%	2,58%
Particules PM2,5	-26,90%	-63,07%	-82,31%	-52,11%
HAP	5,20%	20,77%	28,57%	6,46%
COV	-13,10%	-15,15%	-15,46%	-0,36%

L'évolution des émissions polluantes diffère selon les composés. Ceux émis par la combustion (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, particules PM2.5, COV), à l'exception du dioxyde de soufre, tendent à diminuer pour les horizons futurs et ce, en dépit de la hausse du trafic. En effet, les améliorations technologiques, par exemple les systèmes d'épuration des gaz d'échappement, vont compenser les augmentations de trafic. A contrario, les polluants émis par l'usure des véhicules et des revêtements routiers (PM10, métaux, HAP) n'étant pas compensés, ceux-ci vont voir leurs émissions augmenter avec l'accroissement du trafic.

Les figures ci-après présentent les histogrammes obtenus pour les principaux polluants émis par le trafic routier.

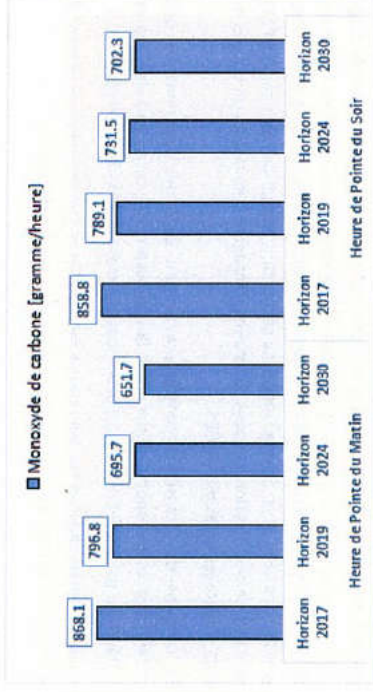


Figure 57: Émissions des oxydes d'azote

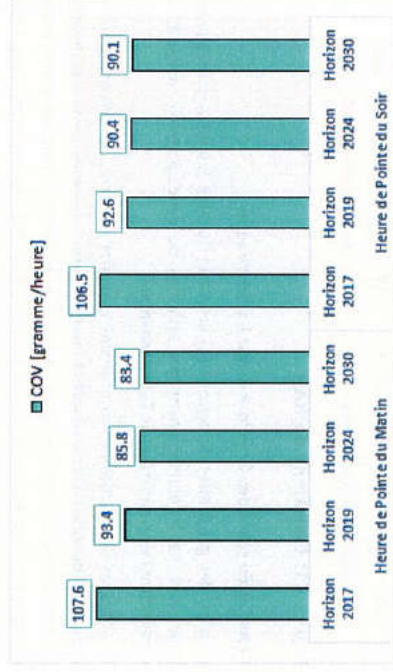


Figure 58: Émissions des COV

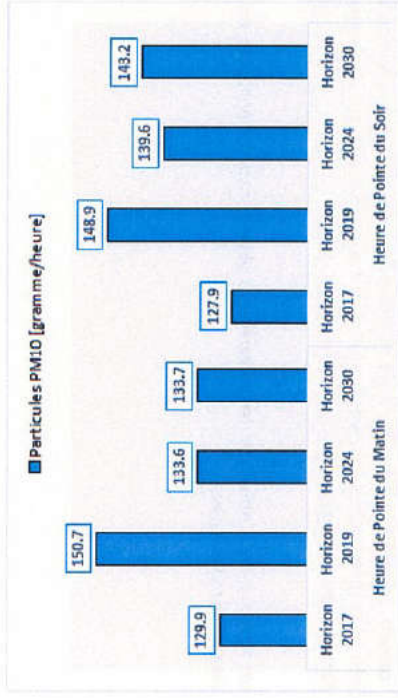


Figure 59: Émissions des particules PM10

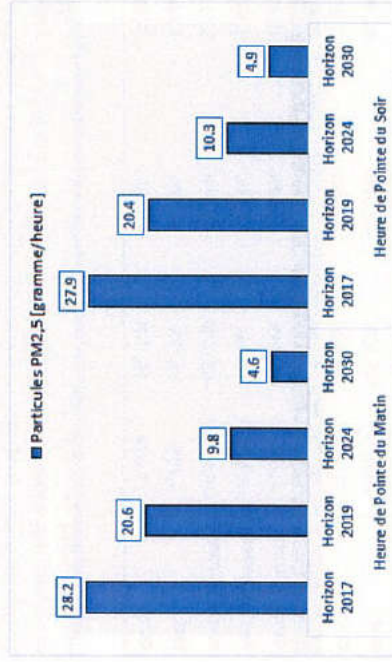


Figure 60: Émissions des particules PM2,5

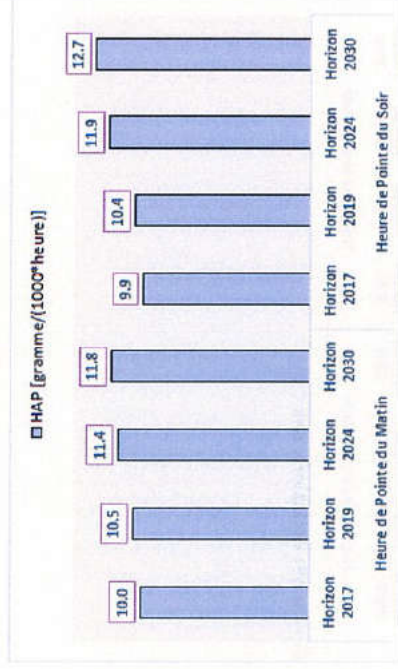


Figure 61: Émissions de HAP

Résultats du calcul des émissions de gaz à effet de serre

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement.

En effet, les 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.

Au nom du principe de précaution, la communauté internationale a décidé d'agir pour "prévoir, prévenir ou atténuer les causes de changement climatique et en limiter les effets néfastes" (article 3 de la convention cadre des Nations Unies, signée à Rio de Janeiro en juin 1992 par 154 pays, dont la France). La convention produit des engagements et fournit un cadre de coordination. Les pays signataires s'engagent à mettre en œuvre des mesures pour réduire les émissions de GES.

Le domaine des transports contribue à environ 25 % des émissions de GES avec notamment les transports routiers dont la combustion des carburants dans les moteurs produit des gaz à effet de serre, 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>). Principal gaz à effet de serre après la vapeur d'eau, il provient majoritairement de la combustion des énergies fossiles, mais aussi de la déforestation qui libère le carbone de la matière végétale sous forme de CO<sub>2</sub>. Sa durée de vie dans l'atmosphère est de l'ordre de 100 ans
- **Le méthane** (CH<sub>4</sub>). Une molécule de méthane absorbe en moyenne 34 fois plus de rayonnement qu'une molécule de CO<sub>2</sub> sur la période d'un siècle, son potentiel de réchauffement global (PRG) est donc de 34 ; sur une échéance de 20 ans, son PRG est même de 86
- **L'oxyde nitreux**, ou protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Il s'agit du 4<sup>ème</sup> plus important GES dans sa contribution au réchauffement de la planète après la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le méthane (CH<sub>4</sub>). Son PRG à 100 ans correspond à 298 fois celui du CO<sub>2</sub>

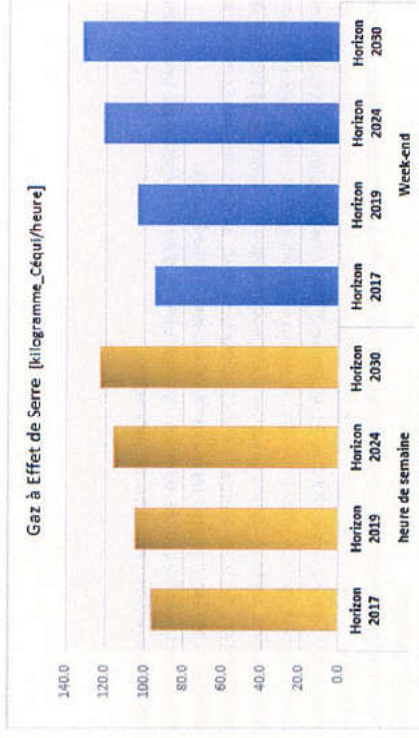
La quantification en GES a été effectuée ici au moyen du logiciel COPERT IV pour les émissions engendrées par le trafic.

Cette section traite des émissions de GES dues au trafic routier de la voirie prise en compte dans le domaine d'étude.

La quantité moyenne de GES produite est précisée tableau ci-dessous.

**Tableau 27 : Quantité de GES produits**

	Émissions des Gaz à Effet de Serre [kCeq/heure]			
	Horizon 2017	Horizon 2019	Horizon 2024	Horizon 2030
Heure de Pointe du Matin	95,9	104,7	115,3	122,4
Heure de Pointe du Soir	94,8	103,6	121,2	131,9



**Figure 62: Émissions des gaz à effets de serre**

Les Gaz à Effet de Serre suivent la tendance des consommations énergétiques et donc augmentent pour les horizons futurs.

## 15.4. SYNTHÈSE

La création des aménagements va entraîner un afflux de véhicules sur la zone par rapport à l'horizon actuel.

En corollaire, les émissions de gaz à effet de serre liées au trafic routier, ainsi que la consommation de carburants, augmentent.

Néanmoins, de façon globale, les émissions des polluants émis par la combustion (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, particules PM2.5, COV), à l'exception du dioxyde de soufre, ont tendance à diminuer pour les horizons futurs en raison des améliorations technologiques telles que les systèmes d'épuration des gaz d'échappement, qui vont compenser les augmentations de trafic. A contrario, les polluants émis par l'usure des véhicules et des revêtements routiers (PM10, métaux, HAP) n'étant pas compensés, vont voir leurs émissions augmenter avec l'accroissement du trafic.

### 15.5. SIMULATION NUMERIQUE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations et sites sensibles.

Dans le cas étudié ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA / United States Environmental Protection Agency).

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

#### Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMOD (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 États-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, à savoir : AERMET et AERMAP.

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

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

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> écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)

σ<sub>z</sub> écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)

h hauteur effective de la source de polluants (L)

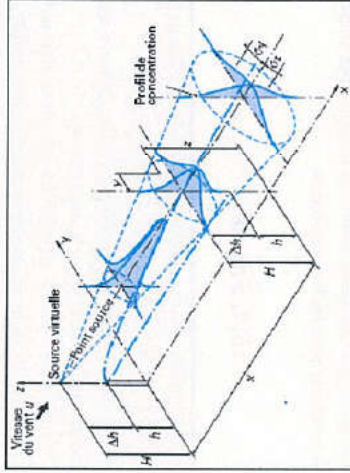
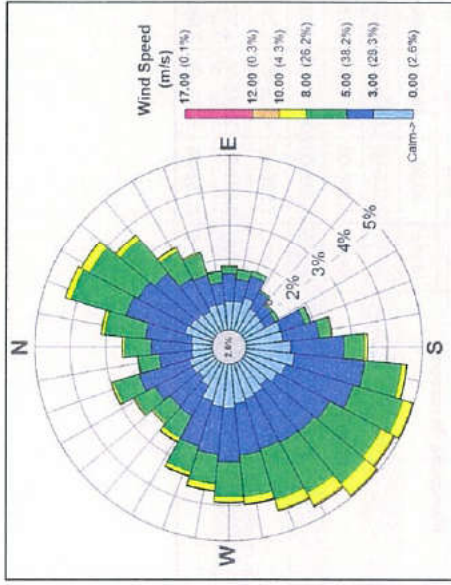


Figure 63: Modélisation gaussienne d'un panache

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

Les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Aéroport d'Orly ». Il s'agit des données horaires sur la durée de trois années complètes, c'est-à-dire : du 1er janvier 2004 au 31 décembre 2006. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone. En effet, selon le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, il est possible de se contenter de trois années météorologiques, surtout si elles ne comportent pas d'événements exceptionnels (après confirmation avec Météo France). Par ailleurs, l'utilisation de données horaires permet d'assurer également une bonne représentativité de l'évolution des paramètres.





**Figure 64: Rose des vents utilisée pour les simulations**

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur AERMAP.

Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrées nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude).

Le domaine considéré fait 2200 mètres sur 1700 mètres, centré sur le projet.

Le terrain numérique obtenu est présenté sur la figure ci-après.



**Figure 65: Terrain numérique utilisé dans les modélisations**

Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m<sup>3</sup> à hauteur d'homme. Ils sont obtenus pour chaque scénario de modélisation retenu, et indiqués dans les tableaux qui vont suivre.

Rappel : 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 28 : Concentrations maximales relevées dans la bande d'étude pour les composés faisant l'objet d'une réglementation**

COMPOSES	Pas de temps	Composés faisant l'objet d'une réglementation [unité : µg/m <sup>3</sup> ]			
		Horizon 2017 Actuel	Horizon 2019 Chantier	Horizon 2024 Partiel	Horizon 2030 Complet
Dioxyde d'azote	Année	6,79	7,66	6,39	5,62
	Heure	55,35	56,22	45,81	37,24
Particules PM10	Année	0,90	1,74	1,20	1,28
	Jour	3,22	5,09	3,74	3,84
Particules PM2,5	Année	1,89E-01	1,47E-01	9,57E-02	4,93E-02
	Année	1,33E-01	1,50E-01	1,95E-01	2,04E-01
Dioxyde de soufre	Jour	5,99E-02	6,94E-02	8,39E-02	3,09E-02
	Heure	1,33E-01	1,50E-01	1,95E-01	2,04E-01
Monoxyde de carbone	Année	5,85	5,57	6,49	6,45
	Heure	46,97	45,30	46,48	46,48
Benzène	Année	2,10E-02	1,68E-02	2,02E-02	1,97E-02
Plomb	Année	4,20E-08	5,00E-08	6,87E-08	7,88E-08
B[a]p	Année	2,12E-05	2,20E-05	3,70E-05	4,21E-05
Arsenic	Année	7,53E-07	9,23E-07	1,23E-06	1,39E-06
Cadmium	Année	9,62E-06	1,14E-05	1,57E-05	1,77E-05
Nickel	Année	2,25E-05	2,70E-05	3,68E-05	4,17E-05

**Tableau 29 : Concentrations maximales relevées dans la bande d'étude pour les composés cités dans la circulaire du 25 février 2005 mais ne faisant pas l'objet d'une réglementation**

COMPOSES	Pas de temps	Composés indiqués dans la circulaire du 25 février 2005 et ne faisant pas l'objet d'une réglementation [unité : µg/m <sup>3</sup> ]			
		Horizon 2017 Actuel	Horizon 2019 Chantier	Horizon 2024 Partiel	Horizon 2030 Complet
COV	Année	7,17E-01	6,30E-01	8,13E-01	8,40E-01
Acéaldéhyde	Année	3,06E-02	2,85E-02	4,10E-02	4,46E-02
Acroléine	Année	1,64E-02	1,53E-02	2,23E-02	2,44E-02
Butadiène (1,3)	Année	6,60E-03	6,16E-03	7,48E-03	7,58E-03
Formaldéhyde	Année	5,75E-02	5,34E-02	7,64E-02	8,32E-02
HAP	Année	6,76E-05	7,60E-05	1,05E-04	1,16E-04
Baryum	Année	1,41E-04	1,57E-04	2,36E-04	2,67E-04
Chrome	Année	6,09E-05	7,09E-05	1,01E-04	1,15E-04
Mercur	Année	2,20E-04	1,10E-03	1,10E-03	1,10E-03

Résultats détaillés 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 recommandation** : 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 ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L'arsenic, le cadmium, le nickel ;
- L'ozone.

L'ozone est un polluant produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines.

La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est fonction du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.

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

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

Les concentrations sont relevées au niveau des récepteurs présentés sur la figure ci-après.

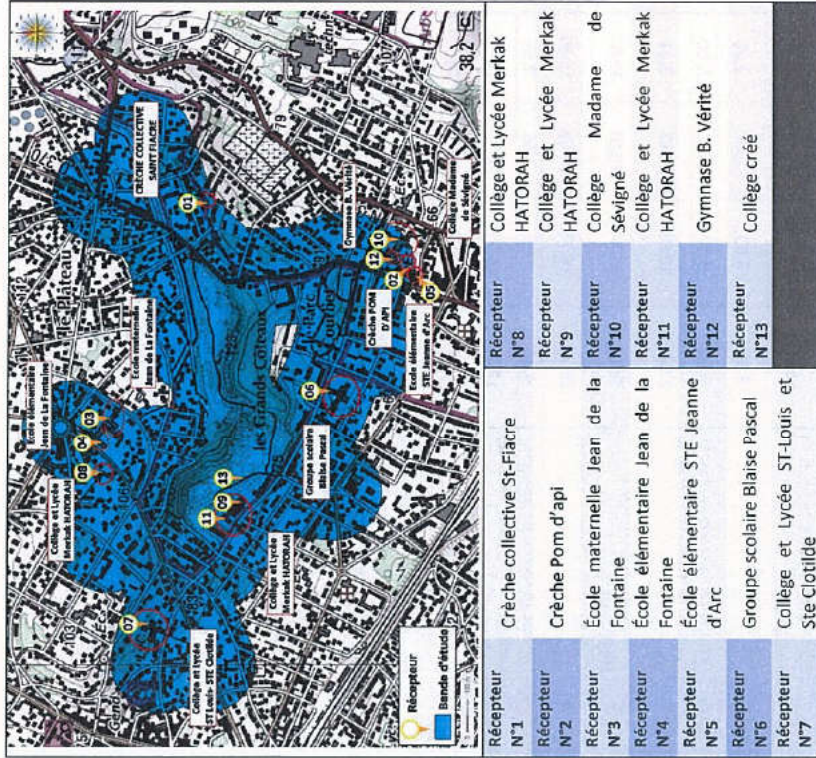


Figure 66: Emplacements des récepteurs

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

D'après les hypothèses considérées, la création du projet va entraîner une hausse localisée du trafic, que ce soit lors des phases de chantier ou lors de sa mise en service.

Cependant les améliorations des systèmes de dépollution, associées au renouvellement du parc, ainsi que le développement des véhicules hybrides/électriques vont entraîner une baisse des émissions d'oxydes d'azote pour les horizons futurs, et par voie de conséquence, des taux de dioxyde d'azote dans l'air.

En ne considérant que les émissions provenant des voies de circulation, les concentrations calculées sont inférieures aux normes réglementaires.



Les tableaux suivants indiquent les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, avec les résultats des modélisations.

**Tableau 30 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote - moyenne annuelle**

	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		40 µg/m <sup>3</sup>				
	Moyenne annuelle		Valeur limite		Horizon 2019	Horizon 2024	Horizon 2030
	Horizon 2017	Horizon 2019	Chantier	Horizon 2019	Partiel	Horizon 2024	Horizon 2030
	Actual	6,79	7,66	6,39	5,62		
	MAXIMUM	2,18	3,90	2,25	2,51		
	CENTILE 90	1,37	2,37	1,54	1,56		
	CENTILE 80	1,20	1,20	0,72	0,67		
Recp 1	Crèche collective St-Fiacre	0,44	0,43	0,26	0,25		
Recp 2	Crèche Pom d'api	1,23	1,09	0,89	0,67		
Recp 3	École maternelle Jean de la Fontaine	6,39	5,43	4,30	3,22		
Recp 4	École élémentaire Jean de la Fontaine	0,45	0,44	0,27	0,26		
Recp 5	École élémentaire STE Jeanne d'Arc	0,76	0,72	0,53	0,45		
Recp 6	Groupe scolaire Blaise Pascal	0,93	0,79	0,66	0,50		
Recp 7	Collège et Lycée ST-Louis et Ste Clotilde	3,28	2,81	2,25	1,68		
Recp 8	Collège et Lycée Merkak HATORAH	2,23	2,40	3,10	2,23		
Recp 9	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,43	0,42	0,26	0,25		
Recp 10	Collège Madame de Sévigné	2,29	2,49	2,88	2,09		
Recp 11	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,50	0,49	0,30	0,29		
Recp 12	Gymnase B. Vérité	1,20	1,36	1,68	1,22		
Recp 13	Collège créé						
<b>Nota</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.						
<b>Bene</b>							

**Tableau 31 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote - maximum horaire**

	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 heures par an				
	Maximum horaire		Valeur limite		Horizon 2019	Horizon 2024	Horizon 2030
	Horizon 2017	Horizon 2019	Chantier	Horizon 2019	Partiel	Horizon 2024	Horizon 2030
	Actual	55,35	56,22	45,81	37,24		
	MAXIMUM	21,86	33,01	20,25	21,08		
	CENTILE 90	13,82	20,18	13,64	13,40		
	CENTILE 80	12,54	13,75	7,72	7,40		
Recp 1	Crèche collective St-Fiacre	3,79	3,68	2,34	2,25		
Recp 2	Crèche Pom d'api	15,68	13,22	10,42	7,80		
Recp 3	École maternelle Jean de la Fontaine	55,35	48,54	38,15	28,44		
Recp 4	École élémentaire Jean de la Fontaine	3,93	3,83	2,47	2,25		
Recp 5	École élémentaire STE Jeanne d'Arc	9,10	8,17	5,92	5,00		
Recp 6	Groupe scolaire Blaise Pascal	12,25	10,88	8,40	6,62		
Recp 7	Collège et Lycée ST-Louis et Ste Clotilde	38,67	33,44	26,67	19,88		
Recp 8	Collège et Lycée Merkak HATORAH	16,70	16,78	22,08	15,80		
Recp 9	Collège et Lycée Merkak HATORAH	4,26	4,05	2,86	2,55		
Recp 10	Collège Madame de Sévigné	17,22	16,77	20,53	14,69		
Recp 11	Collège et Lycée Merkak HATORAH	4,75	4,45	2,98	2,78		
Recp 12	Gymnase B. Vérité	10,30	11,84	12,22	9,08		
Recp 13	Collège créé						
<b>Nota</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.						
<b>Bene</b>							

Les figures qui suivent présentent la cartographie des isocontours des concentrations des polluants des différents horizons étudiés.



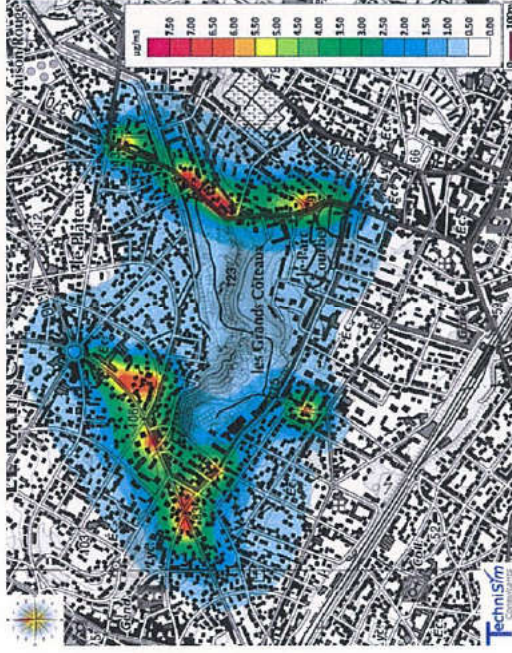


Figure 67: Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2017

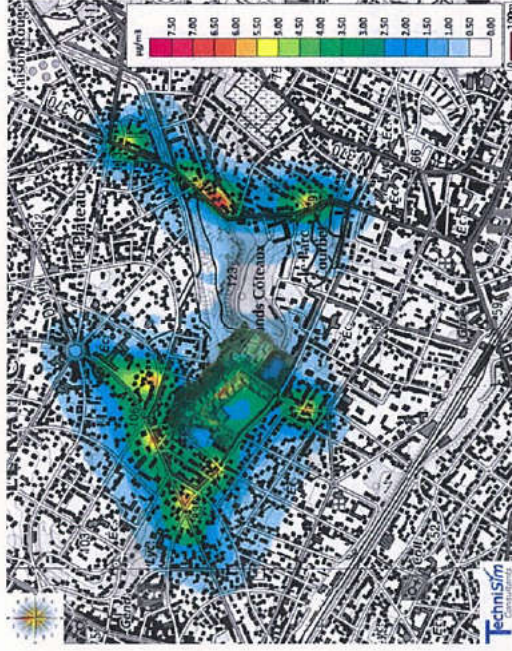


Figure 69: Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2024

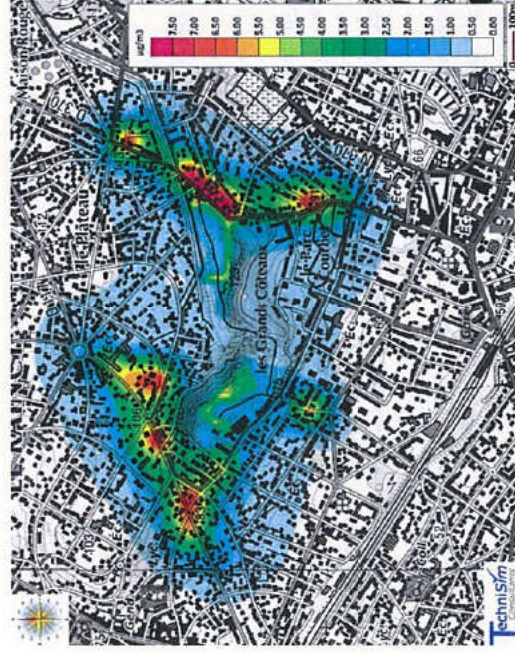


Figure 68: Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2019

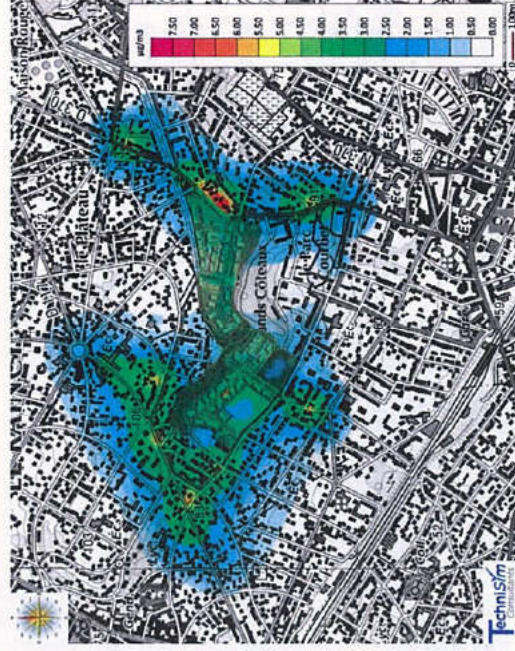


Figure 70: Concentration en dioxyde d'azote - Moyenne annuelle - Horizon 2030



## Particules PM10 et PM2,5

D'après les hypothèses considérées, les évolutions des émissions et donc des concentrations diffèrent selon la typologie des particules. Les particules PM2,5 sont principalement émises à l'échappement (particules diesel) alors que les particules PM10 sont émises d'une part à l'échappement mais aussi par l'usure des véhicules et des revêtements routiers.

Les émissions des particules PM2,5 suivent la même tendance que les oxydes d'azote alors que les émissions des particules PM10 ne seront pas totalement compensées par les améliorations technologiques. Malgré cela, en ne considérant que les émissions provenant des voies de circulation, les concentrations calculées sont inférieures aux normes réglementaires à la fois pour les PM10 et les PM2,5.

Les tableaux ci-après indiquent les valeurs réglementaires relatives aux particules PM10 et PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 32 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

Recep	PM10 (µg/m <sup>3</sup> ) Moyenne annuelle	Valeur limite			
		2017		40 µg/m <sup>3</sup>	
		Horizon Actual	Horizon 2019	Horizon Partiel 2024	Horizon Complet 2030
	<b>MAXIMUM</b>	0,896	1,742	1,198	1,281
	<b>CENTILE 90</b>	0,285	0,801	0,445	0,588
	<b>CENTILE 80</b>	0,176	0,471	0,296	0,362
Recep 1	Crèche collective St-Fiacre	0,158	0,199	0,145	0,16
Recep 2	Crèche Pom d'api	0,057	0,070	0,052	0,06
Recep 3	École maternelle Jean de la Fontaine	0,157	0,162	0,166	0,16
Recep 4	École élémentaire Jean de la Fontaine	0,819	0,780	0,811	0,75
Recep 5	École élémentaire STE Jeanne d'Arc	0,059	0,072	0,053	0,06
Recep 6	Groupe scolaire Blaise Pascal	0,077	0,095	0,081	0,09
Recep 7	Collège et Lycée ST-Louis et Ste Clotilde	0,118	0,114	0,123	0,11
Recep 8	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,419	0,406	0,422	0,39
Recep 9	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,287	0,407	0,576	0,51
Recep 10	Collège Madame de Sévigné	0,056	0,069	0,051	0,06
Recep 11	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,294	0,423	0,537	0,48
Recep 12	Gymnase B, Vérité	0,066	0,080	0,059	0,07
Recep 13	Collège créé	0,153	0,238	0,309	0,28
<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 33 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier

	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Maximum journalier	Valeur limite				50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
		Horizon 2017		Horizon 2019		
		Actuel	Chantier	Horizon 2019	Horizon 2024	
	<b>MAXIMUM</b>	3,22	5,09	3,74	3,84	
	CENTILE 90	1,29	2,90	1,68	2,14	
	CENTILE 80	0,77	1,79	1,14	1,39	
Recp 1	Crèche collective St-Fiacre	0,61	0,80	0,57	0,65	
Recp 2	Crèche Pom d'api	0,47	0,56	0,44	0,49	
Recp 3	École maternelle Jean de la Fontaine	0,83	0,79	0,81	0,76	
Recp 4	École élémentaire Jean de la Fontaine	3,11	2,93	3,06	2,83	
Recp 5	École élémentaire STE Jeanne d'Arc	0,48	0,60	0,42	0,51	
Recp 6	Groupe scolaire Blaise Pascal	0,37	0,44	0,40	0,42	
Recp 7	Collège et Lycée ST-Louis et Ste Clotilde	0,57	0,57	0,60	0,57	
Recp 8	Collège et Lycée Merkak HATORAH	1,66	1,64	1,72	1,59	
Recp 9	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,97	1,35	1,88	1,67	
Recp 10	Collège Madame de Sévigné	0,46	0,56	0,40	0,49	
Recp 11	Collège et Lycée Merkak HATORAH	0,96	1,34	1,62	1,43	
Recp 12	Gymnase B. Vérité	0,56	0,69	0,51	0,60	
Recp 13	Collège créé	0,58	0,79	1,11	0,97	
<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 34 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

	PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Moyenne annuelle	Valeur limite				25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Horizon 2017		Horizon 2019		
		Actuel	Chantier	Horizon 2019	Horizon 2024	
	<b>MAXIMUM</b>	1,89E-01	1,47E-01	9,57E-02	1,95E-01	Complet
	CENTILE 90	6,01E-02	6,37E-02	3,32E-02	8,64E-02	
	CENTILE 80	3,84E-02	3,99E-02	2,27E-02	5,81E-02	
Recp 1	Crèche collective St-Fiacre	1,06E-02	2,55E-02	3,33E-02	3,03E-02	
Recp 2	Crèche Pom d'api	3,81E-03	9,19E-03	1,21E-02	9,17E-03	
Recp 3	École maternelle Jean de la Fontaine	1,32E-02	2,55E-02	3,51E-02	3,88E-02	
Recp 4	École élémentaire Jean de la Fontaine	6,39E-02	1,30E-01	1,82E-01	1,33E-01	
Recp 5	École élémentaire STE Jeanne d'Arc	3,91E-03	9,48E-03	1,25E-02	9,46E-03	
Recp 6	Groupe scolaire Blaise Pascal	7,87E-03	1,60E-02	2,13E-02	2,22E-02	
Recp 7	Collège et Lycée ST-Louis et Ste Clotilde	9,82E-03	1,90E-02	2,66E-02	3,02E-02	
Recp 8	Collège et Lycée Merkak HATORAH	3,34E-02	6,70E-02	9,37E-02	9,54E-02	
Recp 9	Collège et Lycée Merkak HATORAH	4,61E-02	5,02E-02	6,34E-02	4,10E-02	
Recp 10	Collège Madame de Sévigné	3,77E-03	9,05E-03	1,19E-02	1,05E-02	
Recp 11	Collège et Lycée Merkak HATORAH	4,30E-02	5,19E-02	6,52E-02	4,24E-02	
Recp 12	Gymnase B. Vérité	4,34E-03	1,05E-02	1,39E-02	1,15E-02	
Recp 13	Collège créé	2,50E-02	2,77E-02	3,40E-02	2,54E-02	
<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 figures qui suivent présentent la cartographie des isocontours des concentrations des différents horizons étudiés pour les particules PM10 et PM2,5.





Figure 71: Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Horizon 2017

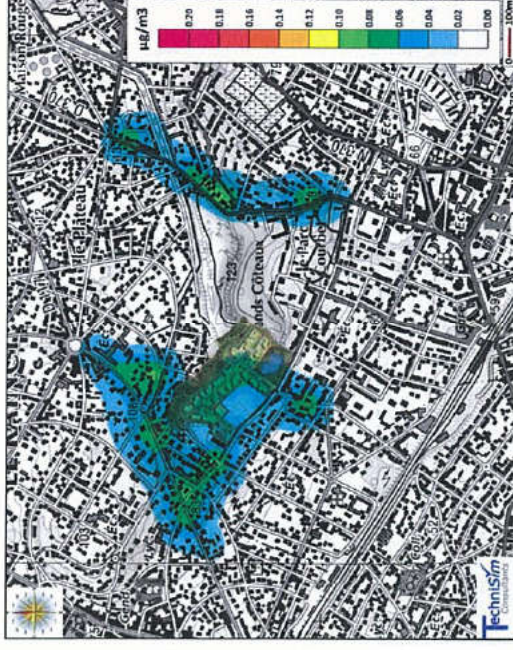


Figure 73: Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Horizon 2024

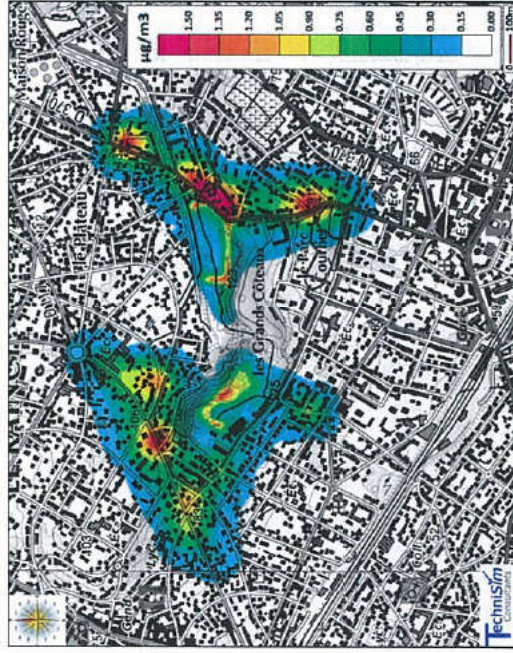


Figure 72: Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Horizon 2019

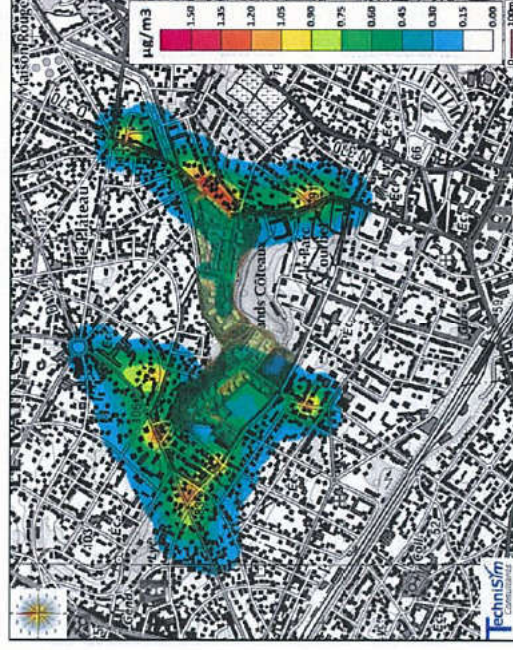


Figure 74: Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Horizon 2030



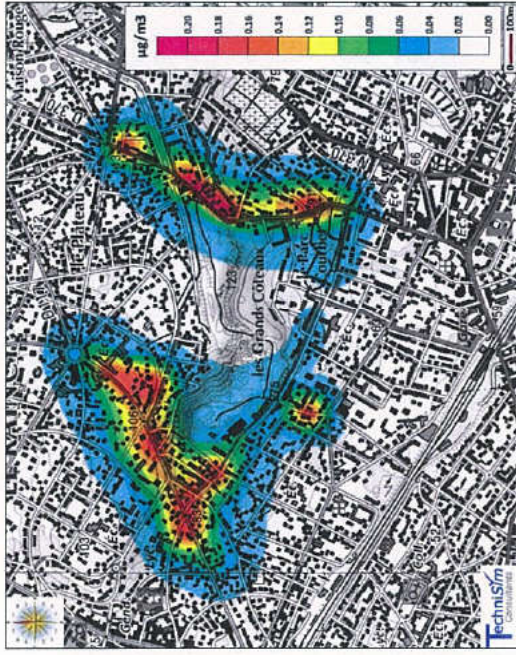


Figure 75: Concentration en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Horizon 2017



Figure 77: Concentration en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Horizon 2024

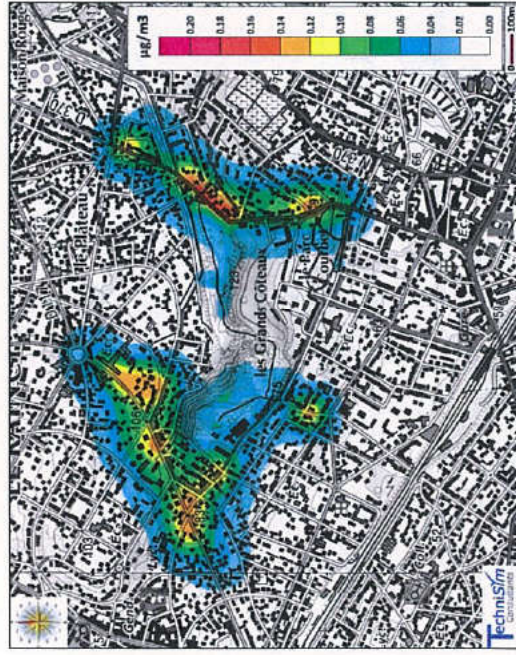


Figure 76: Concentration en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Horizon 2019

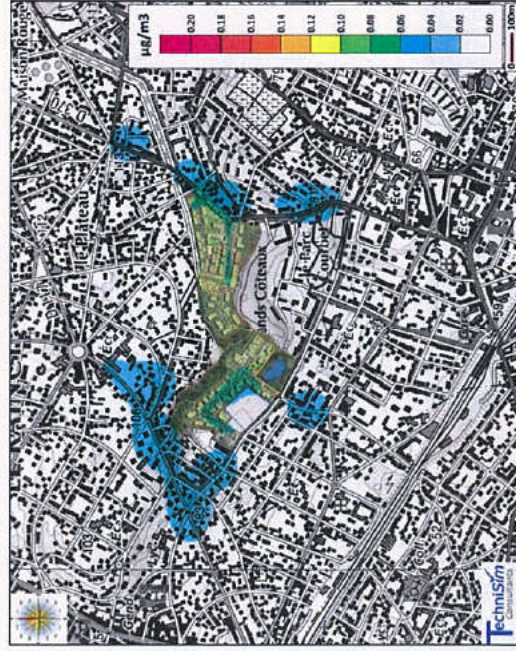


Figure 78: Concentration en particules PM2,5 – Moyenne annuelle – Horizon 2030



## Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l'air, et cela, pour tous les scénarios simulés.

Les modifications de trafic liées aux projets ne provoquent pas de dégradation notable de la qualité de l'air.

La contribution du trafic considéré est très faible, en particulier par rapport aux normes réglementaires (cf. tableau ci-après).

**Tableau 35 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française**

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle : 2 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m <sup>3</sup> (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire : 300 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m <sup>3</sup>	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m <sup>3</sup> (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moyenne annuelle : 0,5 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle : 0,25 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m <sup>3</sup>
Cadmium	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,005 µg/m <sup>3</sup>
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m <sup>3</sup>
	Benzo(a)pyrène	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m <sup>3</sup>



## 15.6. CONCLUSION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR

La construction et la mise en service du projet vont entraîner une hausse du volume de véhicules sur les voies de circulation.

Malgré cela, en ne considérant que les émissions provenant des voies de circulation, les concentrations calculées sont inférieures aux normes réglementaires pour les polluants faisant l'objet d'une réglementation.

En effet, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, ainsi que l'application de la norme Euro 6 et le développement des véhicules hybrides/électriques, associées au renouvellement du parc roulant, vont compenser l'augmentation du trafic par rapport à l'horizon actuel.

Pour les autres polluants, les concentrations calculées sont très faibles quels que soient les horizons considérés.

**En définitive, les hausses de trafic liées au projet sur la zone considérée ne vont pas entraîner de dégradation notable de la qualité de l'air sur le secteur.**

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

### 16.1. EFFETS GENERAUX

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe à partir de faibles niveaux de pollution.

Par ailleurs, il existe de fortes présomptions d'existence de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.

Également, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus.

Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les gaz et particules émis lors de la combustion du carburant présentent individuellement pour l'homme un risque toxicologique qui est relativement connu pour la plupart d'entre eux.

Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.

Les paragraphes ci-dessous présentent les effets sanitaires des principaux polluants de l'air, à savoir : les oxydes d'azote [NOx], les particules [PM], le monoxyde de carbone [CO], les composés organiques volatils [COV], le benzène, le dioxyde de soufre [SO<sub>2</sub>] et les métaux lourds.

#### Les oxydes d'azotes (NOx)

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.

Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation)...

La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité...) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

#### Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles).

Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.

L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons).

Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.

Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel).

En octobre 2013, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (groupe 1).

sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massive estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio-vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio-vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes. ...
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.



Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus ;
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue ;
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérigène ;
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

#### Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique.

En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

#### Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.

Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

#### Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.

L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation.

Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.

Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses.

Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pas d'effet ;

- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie ;
- A 500 ppm, les symptômes sont plus accentués ;
- A 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes ;
- A 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

#### Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Le dioxyde de soufre altère la fonction respiratoire de l'enfant et exacerbe les gênes respiratoires. De même, il trouble l'immunité du système respiratoire, abaisse le seuil de déclenchement chez le sujet asthmatique. C'est un cofacteur de la bronchite chronique.

Le dioxyde de soufre est un gaz très soluble. Il est ainsi absorbé à 85-99 % par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur. Une faible fraction se fixe sur les particules carbonées et atteint donc les voies respiratoires inférieures. Il accentue l'intensité du bronchospasme chez les sujets asthmatiques.

#### Le plomb (Pb)

De manière générale, les métaux lourds ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme ce qui implique dans le long terme d'éventuelles propriétés cancérigènes.

Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.

On distingue deux types d'intoxication au plomb : intoxication après inhalation (poussières ou fumées) ou intoxication par ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée).

#### Le cadmium (Cd)

Le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain. Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Il peut provoquer des lésions des voies respiratoires et du rein. Les composés de cadmium sont également cancérigènes.

## 16.2. INDICE POLLUTION POPULATION [IPP]

L'Indice Pollution Population [IPP] est un indicateur permettant d'apprécier l'exposition de la population à la pollution issue du trafic routier.

Les « traceurs » utilisés pour calculer cet indice sont les suivants :

- Le dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>] → Puisqu'il s'agit d'un composé rejeté principalement par le trafic routier ;
- Les particules PM10 → Puisqu'il s'agit d'un composé rejeté par le trafic routier et qu'il présente des effets sur la santé;
- Le benzène [C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>] → Pour ses critères de toxicité de santé publique.

La construction de cet indice repose sur le croisement des concentrations en benzène et dioxyde d'azote avec les données de population INSEE (données carroyées – maille de 200 mètres). A l'achèvement du projet, il est prévu 4957 habitants sur la zone.

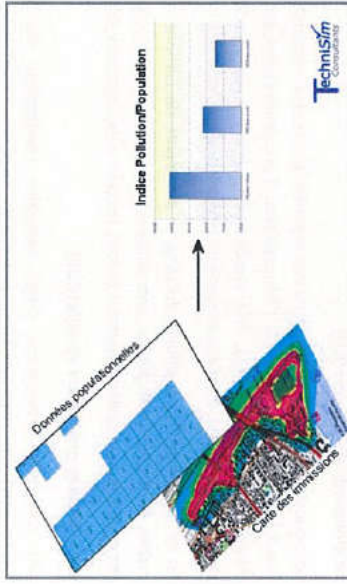


Figure 79 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP

Les résultats de ces opérations sont indiqués dans les tableaux ci-après.

Les graphiques ci-après présentent les indices calculés pour les différentes sections étudiées.

Tableau 36 : Indice Pollution Population

	Horizon 2017				Horizon 2019		Horizon 2024		Horizon 2030	
	Actuel	Chantier	Partiel	Complet						
IPP- Dioxyde d'azote	18507,7	18854,8	18982,5	18402,4						
IPP- Benzène	58,3	46,5	59,3	67,6						
IPP- Particules PM10	2388,4	3188,4	3577,1	4472,6						

Tableau 37: Évolution des IPP

Évolution des indices	Dioxyde d'azote		Benzène		Particules PM10	
	Horizon 2019/ Horizon 2017	Horizon 2024/ Horizon 2017	Horizon 2019/ Horizon 2017	Horizon 2024/ Horizon 2017	Horizon 2019/ Horizon 2017	Horizon 2024/ Horizon 2017
	+1,88%	+2,57%	-20,15%	+1,74%	+33,49%	+49,77%
		-0,57%	+15,90%	+87,26%		

Aucune tendance générale ne se dégage des IPP, l'évolution de ces indices variant en fonction des composés et des horizons.

Il est toutefois constaté que les IPP calculés pour les particules PM10 augmentent d'un horizon sur l'autre, puisque d'une part les émissions tendent à augmenter par rapport à l'horizon 2017 suite aux hausses de trafic et d'autre part, la population augmente avec la création des logements.

Pour le benzène et le dioxyde d'azote, les IPP calculés pour les horizons 2024 et 2030 sont supérieurs à celui calculé pour l'horizon 2017, mais ces hausses ne sont imputables qu'à la création de nouveaux logements.

Les figures ci-après présentent les indices calculés pour chaque polluant.



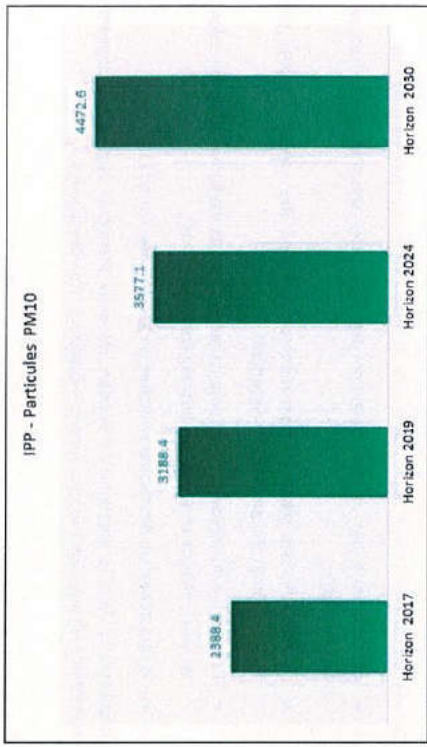


Figure 82: IPP – Particules PM10

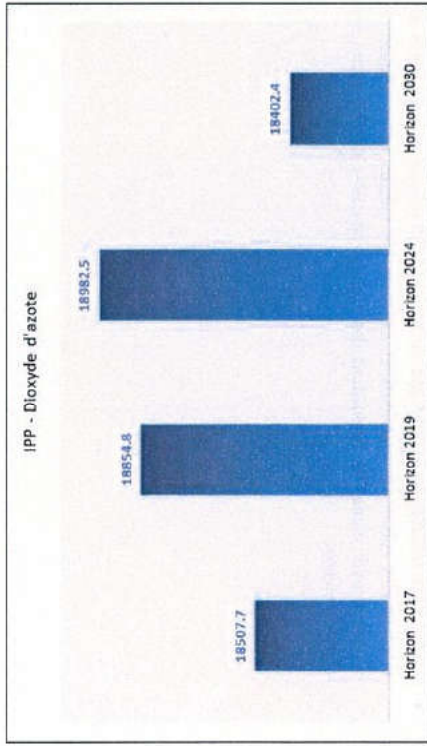


Figure 80: IPP – Dioxyde d'azote

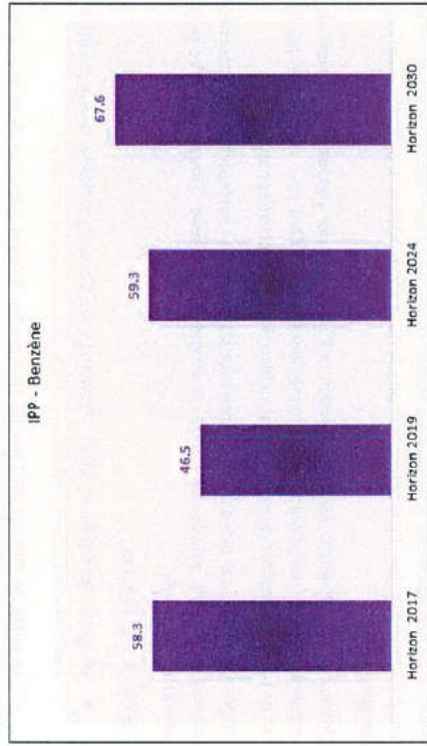


Figure 81: IPP – Benzène

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

Conformément à la circulaire interministérielle DGS/SD 7B n°2005-273 du 25 février 2005, la réalisation des EQRS sera effectuée **uniquement** au niveau des sites sensibles pour les études de niveau II.

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 généralement 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 [humaines] 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 2003 sur l'Évaluation des Risques Sanitaires dans les études d'impact des ICPE ;
- La *Circulaire DGS/SD 7B n° 2006-234 du 30 mai 2006* 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.

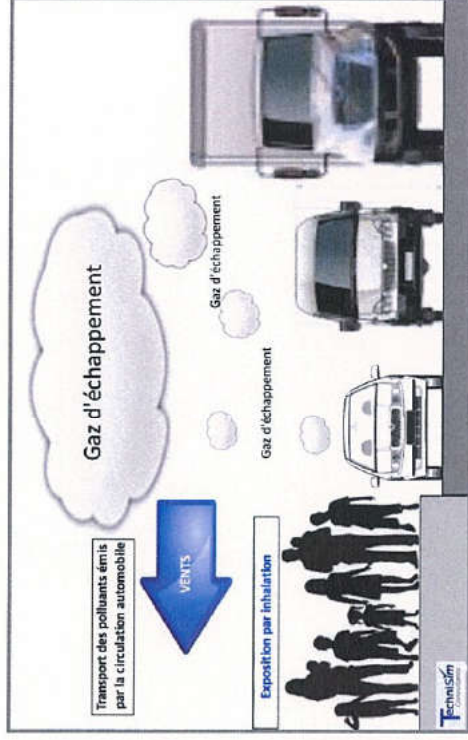


Figure 83 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

Hypothèses de travail retenues

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic ;
- La voie d'exposition privilégiée ici est l'inhalation.

Contenu et démarche de l'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée de quatre étapes qui sont les suivantes :

- 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 : 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 seuils » ou « sans seuils » :

- **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.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EORS.

Ici, les polluants retenus sont issus du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

#### 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 Valeurs Toxicologiques de Référence (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 seuil" ;
- Par une approche probabiliste lorsqu'il s'agit des effets "sans seuil".

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.

La VTR prend ainsi la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m<sup>3</sup>).

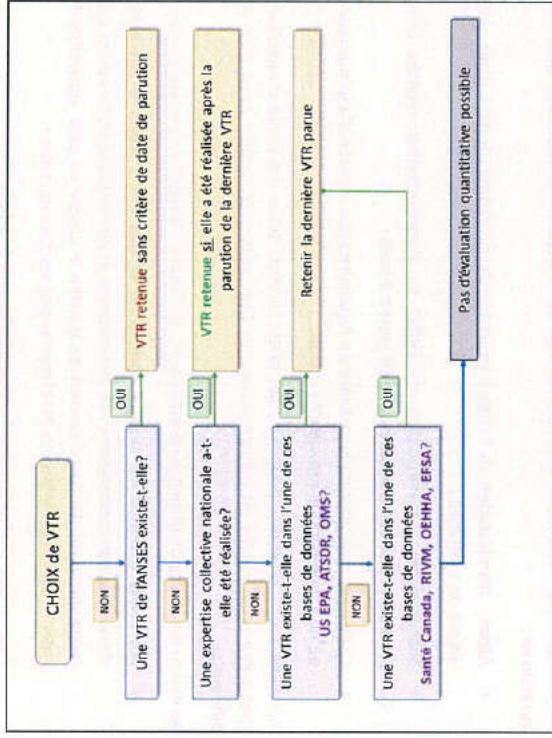
En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

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  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ . Cet indice 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 s'effectue selon le logigramme ci-après.



**Figure 84: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence**

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont présentées dans les tableaux qui vont suivre.



Tableau 38 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour l'étude pour les effets à seuil

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
<b>Composés Organiques Volatils et HAP</b>									
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation (chronique)	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	160,0	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	75	ANSES	2017	VTR recommandée par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation (chronique)	Lésions de l'épithélium respiratoire	0,8	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	75	ANSES	2013	VTR recommandée par l'INERIS
Benzène	71-43-2	Inhalation (chronique)	Diminution du nombre des lymphocytes	0,003	[ppm]	1,0	ATSDR	2007	Dernière VTR parue et facteur d'incertitude le plus faible
				9,75	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1 000	US EPA	2002 b	VTR recommandée par l'INERIS
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation (chronique)	Atrophie ovarienne	2,0	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1 000	US EPA	2002 b	VTR recommandée par l'INERIS
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation (chronique)	Irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	9,0	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1,0	OEHHA	2008	VTR recommandée par l'INERIS
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation (chronique)	Aucune VTR de disponible						
<b>METAUX</b>									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation (chronique)	Effets neurologiques et troubles du comportement	0,015	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Extrapolation	OEHHA	2008	VTR recommandée par l'INERIS
Baryum	7440-39-3	Inhalation (chronique)	Non précisé	1,0	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Non précisé	RIVM	2007	VTR recommandée par l'INERIS
Cadmium	7440-43-9	Inhalation (chronique)	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale	0,45	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Non précisé	ANSES	2012	VTR de l'ANSES
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation (chronique)	Particulaires - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage bronchoalvéolaire	0,03	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	300	OMS CICAD	2013	VTR recommandée par l'INERIS
Mercur	7439-97-6	Inhalation (chronique)	Troubles de la mémoire et de la motricité	0,03	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	300	OEHHA	2008	VTR recommandée par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation (chronique)	Lésions pulmonaires	0,09	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	30	ATSDR	2005	VTR recommandée par l'INERIS
Plomb	7439-92-1	Inhalation (chronique)	Protection des enfants	0,9	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	-	ANSES	2013	VTR recommandée par l'INERIS
<b>Autres polluants</b>									
Particules diesel	-	Inhalation (chronique)	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	5,0	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible

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
<b>Autres polluants</b>									
Particules PM10	-	Inhalation (chronique)	Aucune VTR disponible						
Particules PM2.5	-	Inhalation (chronique)	Aucune VTR disponible						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation (chronique)	Aucune VTR disponible						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation (chronique)	Aucune VTR disponible						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation (chronique)	Aucune VTR disponible						



Tableau 39 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour l'étude pour les effets sans seuil

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
<b>C o m p o s é s o r g a n i q u e s v o l a t i l s e t H A P</b>								
<i>Acétaldéhyde</i>	75-07-0	Inhalation	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	2,20E-06	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	US EPA	1991	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Acroléine</i>	107-02-8	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Benzène</i>	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigues	2,60E-05	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
<i>1,3-Butadiène</i>	106-99-0	Inhalation	Tumeurs pulmonaires (bronchiolaires et alvéolaires)	1,70E-04	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OEHHA	2005	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Formaldéhyde</i>	50-00-0	Inhalation	Carcinomes au niveau des cavités nasales	5,26E-06	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	Santé Canada	2005	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Benz(a)pyrène</i>	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	1,10E-03	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OEHHA	2005	Dernière VTR parue
<b>Métaux</b>								
<i>Arsenic</i>	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	4,30E-03	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	US EPA	1998	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Baryum</i>	7440-39-3	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Cadmium</i>	7440-43-9	Inhalation	Cancers de l'appareil respiratoire	4,20E-03	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OEHHA	2005	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Chrome VI</i>	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	4,00E-02	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OMS	2000	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Mercuré</i>	7439-97-6	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Nickel</i>	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	2,60E-04	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OEHHA	2011	VTR recommandée par l'INERIS
<i>Plomb</i>	7439-92-1	Inhalation	Tumeurs rénales	1,20E-05	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OEHHA	2011	Seule VTR disponible
<b>Autres polluants</b>								
<i>Particules diesel</i>	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	3,40E-05	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OMS	1996	Seule VTR disponible
<i>Particules PM10</i>	-	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Particules PM2.5</i>	-	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Dioxyde d'azote</i>	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Dioxyde de soufre</i>	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible					
<i>Monoxyde de carbone</i>	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible					



### Étape n°3 : Évaluation des expositions

L'exposition d'une population à une substance toxique dépend 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 ciblées.

On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l'organisme.

Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané). Seule l'inhalation est étudiée dans cette partie.

On identifie également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux.

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, les scénarios étudiés sont les suivants :

#### • Effets à seuils

- **Jeune enfant** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la bande d'étude et fréquentant les crèches sises dans la bande d'étude.
- **Écolier** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la bande d'étude et fréquentant les établissements scolaires situés dans la bande d'étude.

- **Collégien** : ce scénario considère les adolescents vivant au sein de la bande d'étude et fréquentant les lycées situés dans la bande d'étude.
- **Lycéen** : ce scénario considère les adolescents vivant au sein de la bande d'étude et fréquentant les lycées situés dans la bande d'étude.
- **Sportif** : ce scénario considère les personnes vivant au sein de la bande d'étude et fréquentant le gymnase situé dans la bande d'étude.

#### • Effets sans seuils

- **Mineur** : ce scénario considère les enfants âgés de 0 à 18 ans vivant au sein de la bande d'étude.
- **Habitant du projet** : ce scénario considère les adultes vivant au sein des logements créés.

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 :

$$CI = \left( \sum_{i=1}^T C_i \times t_i \right) \times F \times \frac{T}{T_m}$$

$C_i$  Concentration moyenne inhalée [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
 $t_i$  Fraction du temps d'exposition à la concentration  $C_i$  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 [Sans dimension]  
 $T$  Nombre d'années d'exposition [années]  
 $T_m$  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  $T = T_m$ .

Alors que pour les effets « sans seuils »,  $T_m$  sera assimilé à la vie entière prise conventionnellement égale à 70 ans.

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont indiqués dans le tableau ci-après.



Tableau 40: Scénario d'exposition « jeune enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
JEUNE ENFANT Durée d'exposition : 3 ans	Crèche	En semaine 09 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	Concentration calculée au niveau de l'établissement
	Domicile	15 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)
		Week-end et vacances	
	Domicile	Week-end : 24 h/jour – 2 jours/ semaine – 50 semaines /an Vacances : 24 h/jour – 5 jours/ semaine – 3 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)

Tableau 42: Scénario d'exposition « collégien » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
COLLEGIEN Durée d'exposition : 4 ans	Collège	En semaine – PERIODE SCOLAIRE 09 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an	Concentration calculée au niveau de l'établissement présent dans la bande d'étude
		05 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Domicile	15 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an 19 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)
		Week-end – PERIODE SCOLAIRE	
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)
		Semaine et Week-end – VACANCES SCOLAIRES	
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 14 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)

Tableau 41: Scénario d'exposition « écolier » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ECOLIER Durée d'exposition : 3 ans /école maternelle 5 ans /école élémentaire	École	En semaine – PERIODE SCOLAIRE 09 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an	Concentration calculée au niveau de l'établissement
		07 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Domicile	15 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an 17 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)
		Week-end – PERIODE SCOLAIRE	
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)
		Semaine et Week-end – VACANCES SCOLAIRES	
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 14 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)



**Tableau 43: Scénario d'exposition « lycéen » et paramètres considérés**

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue		Concentration considérée pour les calculs
		En semaine – PERIODE SCOLAIRE		
LYCEEN Durée d'exposition : 3 ans	Lycée	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an	Concentration calculée au niveau de l'établissement présent dans la bande d'étude	
		05 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an		
		14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	
	Domicile	19 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an		
		Week-end – PERIODE SCOLAIRE		
		24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	
Domicile	Semaine et Week-end – VACANCES SCOLAIRES		Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	
Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 14 semaines /an		Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	

**Tableau 44: Scénario d'exposition « sportif » et paramètres considérés**

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue		Concentration considérée pour les calculs
		En semaine		
SPORTIF Durée d'exposition : 30 ans	Gymnase	02 h/jour – 4 jours/semaine – 50 semaines /an	Concentration calculée au niveau de l'établissement présent dans la bande d'étude	
		05 h/jour – 1 jour/ semaine – 50 semaines /an		
		22 h/jour – 4 jours/ semaine – 50 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	
	Domicile	19 h/jour – 1 jour/ semaine – 50 semaines /an		
		Week-end		
		04 h/jour – 2 jours/ semaine – 50 semaines /an	Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	
Domicile	20 h/jour – 7 jours/ semaine – 50 semaines /an		Concentration maximale calculée dans la bande d'étude (hypothèse majorante)	

**Tableau 45: Scénario d'exposition « mineur » et paramètres considérés**

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue		Durée	Concentration considérée pour les calculs	
MINEUR Durée d'exposition : 18 ans	Crèche	09 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an		3 ans	Concentration maximale calculée au niveau des établissements	
		09 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an		8 ans		
	École maternelle et élémentaire	07 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an		4 ans		
		09 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an		3 ans		
	Collège	05 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an		3 ans		
		10h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an		3 ans		
	Domicile		05 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an			3 ans
			15 h/jour – 5 jours/ semaine – 50 semaines /an			8 ans
			24 h/jour – 2 jours/ semaine – 50 semaines /an			
			15 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an			
17 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an						
24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an						
24 h/jour – 7 jours/ semaine – 14 semaines /an						
15 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an						
Domicile		19 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an		4 ans		
		24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an				
		24 h/jour – 7 jours/ semaine – 14 semaines /an				
		14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an		3 ans		

**Tableau 46: Scénario d'exposition « habitant » et paramètres considérés**

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue		Durée	Concentration considérée pour les calculs
HABITANT DU PROJET Durée d'exposition : 40 ans	Domicile	22 h/jour – 5 jours/ semaine – 50 semaines /an		40 ans	Concentration maximale calculée au niveau du projet
		24 h/jour – 2 jours/ semaine – 50 semaines /an			

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

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques.

Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ».





Tableau 47: Quotients de dangers maximaux par composé

	Acétaldéhyde	Acroléine	Arsenic	Baryum	Benzène	1,3-Butadiène	Cadmium	Chrome VI	Formaldéhyde	Mercur	Nickel	Particules diesel	Plomb
Jeune enfant	Horizon 2017	1,46E-04	1,56E-02	3,82E-05	1,07E-04	1,64E-03	1,63E-05	1,55E-03	4,86E-03	5,66E-03	1,90E-04	2,89E-02	3,56E-08
	Horizon 2019	1,36E-04	1,46E-02	4,67E-05	1,20E-04	1,31E-03	1,92E-05	1,80E-03	4,52E-03	2,68E-02	2,28E-04	2,24E-02	4,22E-08
	Horizon 2024	1,91E-04	2,07E-02	6,12E-05	1,76E-04	1,55E-03	2,60E-05	2,52E-03	6,33E-03	2,68E-02	3,05E-04	1,43E-02	5,70E-08
	Horizon 2030	2,09E-04	2,28E-02	6,96E-05	2,00E-04	1,51E-03	2,95E-05	2,87E-03	6,91E-03	2,68E-02	3,47E-04	7,37E-03	6,56E-08
Écolier - école maternelle	Horizon 2017	1,56E-04	1,67E-02	4,10E-05	1,15E-04	1,76E-03	1,75E-05	1,66E-03	5,22E-03	6,61E-03	2,04E-04	3,10E-02	3,81E-08
	Horizon 2019	1,46E-04	1,56E-02	4,99E-05	1,28E-04	1,41E-03	2,05E-05	1,92E-03	4,84E-03	2,96E-02	2,43E-04	2,40E-02	4,51E-08
	Horizon 2024	2,07E-04	2,25E-02	6,62E-05	1,90E-04	1,68E-03	2,81E-05	2,73E-03	6,86E-03	2,96E-02	3,31E-04	1,55E-02	6,18E-08
	Horizon 2030	2,25E-04	2,46E-02	7,49E-05	2,15E-04	1,63E-03	3,18E-05	3,09E-03	7,45E-03	2,96E-02	3,73E-04	7,94E-03	7,05E-08
Écolier - école élémentaire	Horizon 2017	1,83E-04	1,96E-02	4,78E-05	1,34E-04	2,07E-03	2,04E-05	1,93E-03	6,11E-03	6,80E-03	2,38E-04	3,62E-02	4,45E-08
	Horizon 2019	1,70E-04	1,82E-02	5,67E-05	1,47E-04	1,65E-03	2,34E-05	2,20E-03	5,64E-03	2,38E-02	2,77E-04	2,77E-02	5,15E-08
	Horizon 2024	2,31E-04	2,51E-02	7,40E-05	2,13E-04	1,87E-03	3,14E-05	3,04E-03	7,64E-03	2,98E-02	3,69E-04	1,73E-02	6,91E-08
	Horizon 2030	2,47E-04	2,70E-02	8,24E-05	2,37E-04	1,79E-03	3,49E-05	3,40E-03	8,18E-03	2,98E-02	4,11E-04	8,73E-03	7,76E-08
Collégien	Horizon 2017	1,68E-04	1,80E-02	4,39E-05	1,23E-04	1,89E-03	1,87E-05	1,78E-03	5,60E-03	6,60E-03	2,18E-04	3,32E-02	4,08E-08
	Horizon 2019	1,56E-04	1,67E-02	5,29E-05	1,36E-04	1,51E-03	2,18E-05	2,04E-03	5,19E-03	3,03E-02	2,58E-04	2,56E-02	4,79E-08
	Horizon 2024	2,24E-04	2,43E-02	7,16E-05	2,06E-04	1,81E-03	3,04E-05	2,95E-03	7,41E-03	3,03E-02	3,57E-04	1,67E-02	6,68E-08
	Horizon 2030	2,40E-04	2,62E-02	7,99E-05	2,30E-04	1,74E-03	3,39E-05	3,30E-03	7,95E-03	3,03E-02	3,98E-04	8,47E-03	7,53E-08
Lycéen	Horizon 2017	1,66E-04	1,78E-02	4,35E-05	1,22E-04	1,87E-03	1,85E-05	1,76E-03	5,55E-03	6,56E-03	2,16E-04	3,29E-02	4,04E-08
	Horizon 2019	1,54E-04	1,66E-02	5,23E-05	1,35E-04	1,50E-03	2,15E-05	2,02E-03	5,14E-03	2,99E-02	2,55E-04	2,53E-02	4,74E-08
	Horizon 2024	2,22E-04	2,41E-02	7,09E-05	2,04E-04	1,80E-03	3,01E-05	2,92E-03	7,34E-03	2,99E-02	3,54E-04	1,66E-02	6,62E-08
	Horizon 2030	2,37E-04	2,59E-02	7,90E-05	2,27E-04	1,72E-03	3,35E-05	3,26E-03	7,86E-03	2,99E-02	3,94E-04	8,37E-03	7,44E-08
Sportif	Horizon 2017	1,62E-04	1,74E-02	4,27E-05	1,20E-04	1,83E-03	1,82E-05	1,72E-03	5,43E-03	6,24E-03	2,12E-04	3,22E-02	3,97E-08
	Horizon 2019	1,52E-04	1,62E-02	5,23E-05	1,34E-04	1,46E-03	2,14E-05	2,01E-03	5,04E-03	3,08E-02	2,55E-04	2,50E-02	4,72E-08
	Horizon 2024	2,17E-04	2,36E-02	6,94E-05	2,00E-04	1,76E-03	2,95E-05	2,85E-03	7,18E-03	3,08E-02	3,46E-04	1,62E-02	6,46E-08
	Horizon 2030	2,36E-04	2,59E-02	7,88E-05	2,27E-04	1,71E-03	3,34E-05	3,25E-03	7,84E-03	3,08E-02	3,93E-04	8,35E-03	7,42E-08



Les quotients de dangers par organes cibles calculés sont présentés sur les graphiques ci-après.

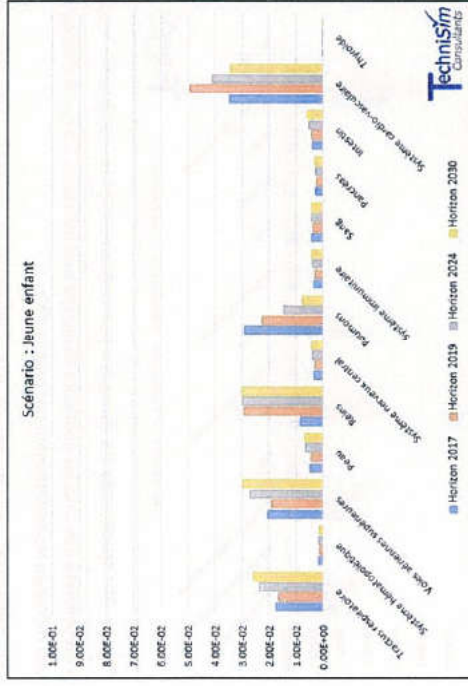


Figure 85: Quotients de dangers par organes cibles – scénario « jeune enfant »

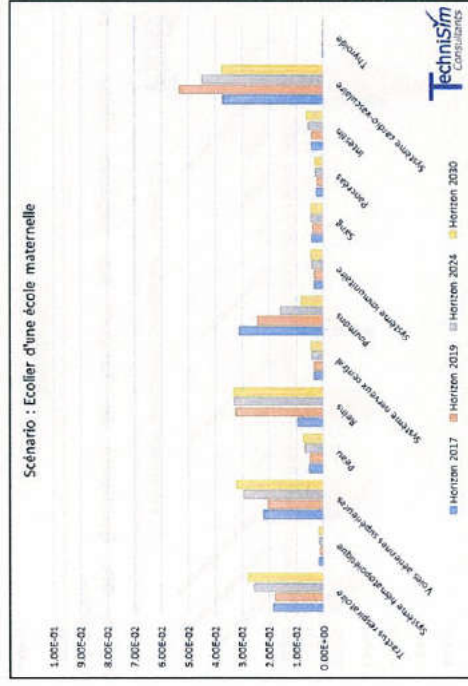


Figure 86: Quotients de dangers par organes cibles – scénario « écolier d'une école maternelle »

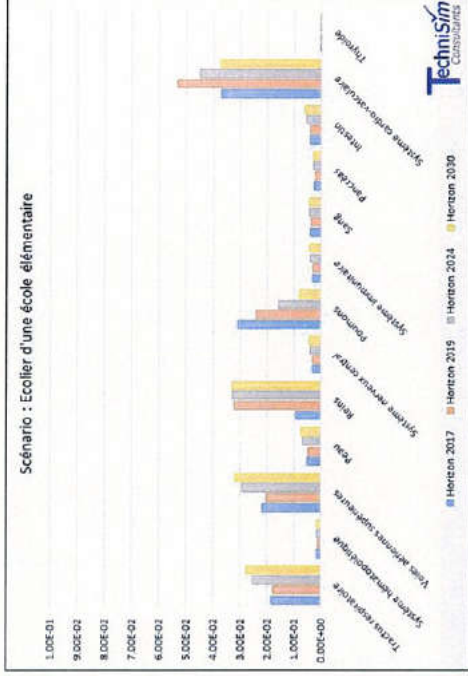


Figure 87: Quotients de dangers par organes cibles – scénario « écolier d'une école élémentaire »

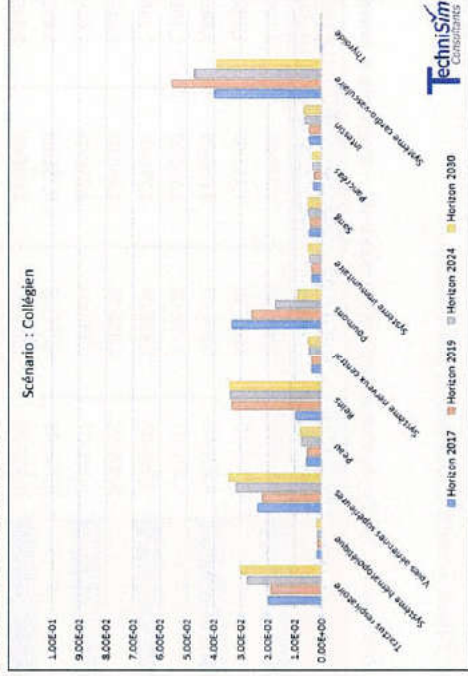


Figure 88: Quotients de dangers par organes cibles – scénario « collégien »

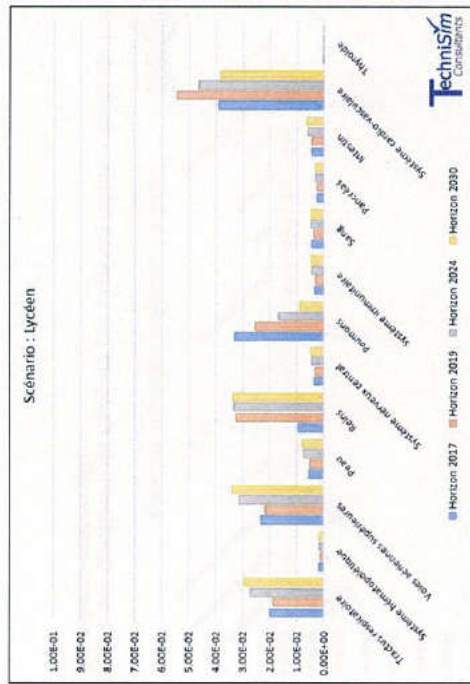


Figure 89: Quotients de dangers par organes cibles – scénario « lycéen »

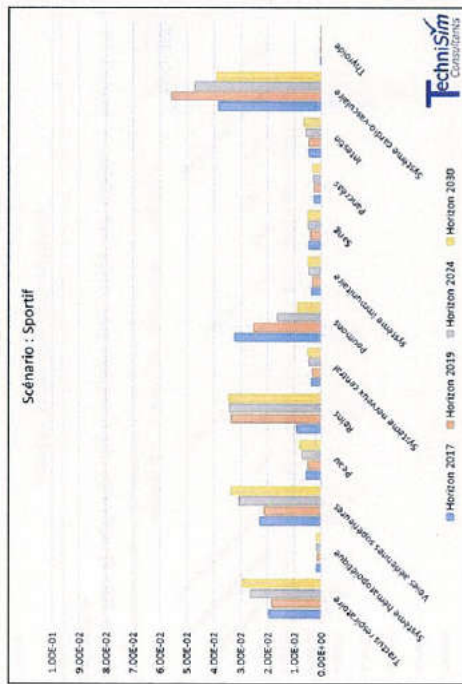


Figure 90: Quotients de dangers par organes cibles – scénario « sportif »

Il est constaté que tous les quotients de danger sont inférieurs à 1 (seuil d'acceptabilité), 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.

Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'excès de risque individuel (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit.

On parle d'excès de risque car cette probabilité est liée à l'exposition au polluant considéré et s'ajoute au risque de base présent dans la population.

Tableau 48: Excès de risque individuel maximal – Scénario « mineur »

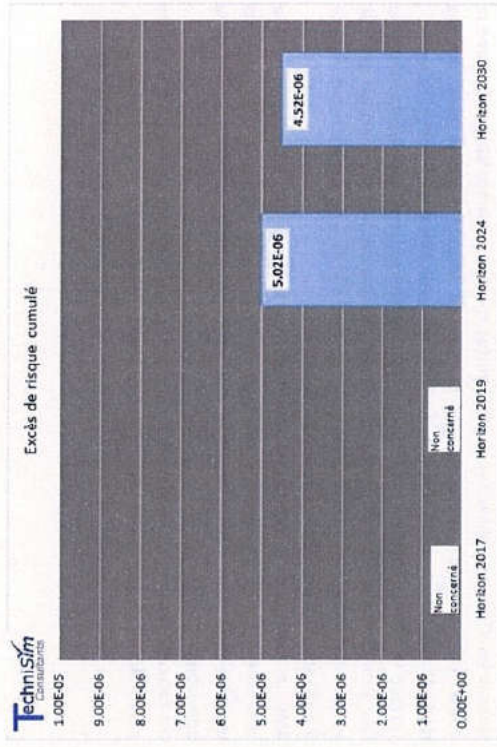
Excès de risque	Horizon 2017	Horizon 2019	Horizon 2024	Horizon 2030
	Actuel	Chantier	Service partiel	Service complet
Acétaldéhyde	1,50E-08	1,40E-08	1,97E-08	2,11E-08
Arsenic	7,21E-10	8,68E-10	1,15E-09	1,29E-09
Benzo(a)pyrène	5,20E-09	5,39E-09	8,86E-09	9,98E-09
Benzène	1,22E-07	9,75E-08	1,15E-07	1,10E-07
Butadiène	2,50E-07	2,32E-07	2,77E-07	2,78E-07
Cadmium	9,00E-09	1,05E-08	1,44E-08	1,61E-08
Chrome	5,43E-07	5,24E-07	8,82E-07	9,92E-07
Formaldéhyde	6,75E-08	5,25E-08	8,75E-08	9,43E-08
Nickel	1,30E-09	1,54E-09	2,09E-09	2,34E-09
Plomb	1,12E-13	1,32E-13	1,80E-13	2,04E-13
Particules diesel	1,44E-06	1,11E-06	7,10E-07	3,61E-07
Cumulé	2,45E-06	2,15E-06	2,12E-06	1,89E-06



Tableau 49: Excès de risque individuel maximal – Scénario « habitant du projet »

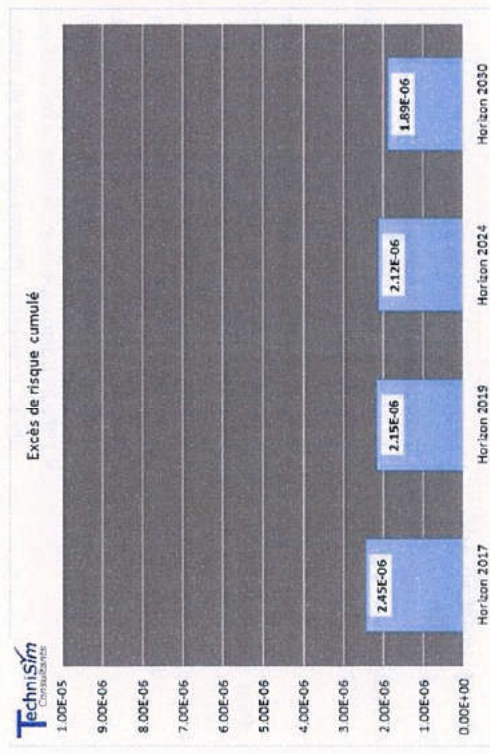
Excès de risque	Horizon 2017	Horizon 2019	Horizon 2024	Horizon 2030
	Actuel	Chantier	Service partiel	Service complet
Acétaldéhyde			4,66E-08	5,07E-08
Arsenic			2,73E-09	3,10E-09
Benzo(a)pyrène			2,10E-08	2,39E-08
Benzène			2,72E-07	2,65E-07
Butadiène			6,57E-07	6,66E-07
Cadmium			3,40E-08	3,85E-08
Chrome		Non concerné	2,09E-06	2,38E-06
Formaldéhyde			2,08E-07	2,26E-07
Nickel			4,94E-09	5,60E-09
Plomb			4,26E-13	4,89E-13
Particules diesel			1,68E-06	8,66E-07
Cumulé			5,02E-06	4,52E-06

Figure 92: Excès de risque de risque cumulé – Scénario « Habitants du projet »



En considérant les ERI par composés, il est constaté que les ERI sont tous inférieurs à la valeur seuil de  $10^{-5}$  pour les horizons futurs.

Figure 91: Excès de risque de risque cumulé – Scénario « Mineur »





**Incertitudes relatives à l'EQRS**

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].  
Le tableau qui va suivre reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

<p><b>Étape 1 : Identification du danger</b> <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> <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> <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> <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 établis 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 cancérogènes 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 effet néfaste 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-ils 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, à savoir : l'incertitude portant sur :

- 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 cancérogènes sans effet de seuils, 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, et *cætera*).

#### Synthèse de l'EQRS

L'EQRS a été menée conformément aux recommandations de l'Institut de Veille Sanitaire et de l'INERIS.

Ainsi, il a été successivement présenté :

- Une identification des dangers liés aux substances « traceurs » retenues ;
- Une identification et une sélection des VTR ;
- Une caractérisation des risques sanitaires pour la voie inhalation ;
- Une identification des facteurs d'incertitude liés à l'évaluation menée.

Pour l'ensemble des scénarios étudiés, il est constaté que tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (seuil d'acceptabilité), cela même en les additionnant par organe cible. De même, l'Excès de Risque Individuel cumulé est inférieur au seuil de  $10^{-5}$  pour toutes les situations considérées.

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

Les émissions atmosphériques générées par le trafic automobile provoquent différents problèmes sanitaires.

D'une manière générale, le projet va entraîner une modification des flux de véhicules sur le domaine d'étude. Cependant, cette situation ne va pas engendrer de dégradation importante de la qualité de l'air : les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, ainsi que l'application de la norme Euro 6 associée au renouvellement du parc roulant, vont compenser l'augmentation du trafic par rapport à l'horizon actuel.

Par ailleurs, les Quotients de Danger, de même que les Excès de Risque Individuels, sont inférieurs aux valeurs seuils d'acceptabilité du risque avec les concentrations calculées pour les horizons futurs au niveau des sites sensibles présents dans la bande d'étude.

En définitive, la hausse du trafic ne va pas entraîner de dégradation notable de la qualité de l'air sur la zone.

## 17. COÛTS COLLECTIFS DE L'IMPACT SANITAIRE

### 17.1. COÛTS LIES AUX EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

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.

Le Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) recommande dans un rapport de septembre 2013 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.

Ces valeurs sont présentées dans le tableau qui va suivre.

Tableau 50 : Coûts unitaires de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2010

Densité de population des zones traversées par l'infrastructure	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette (hab/km <sup>2</sup> )	> 4500	1500 - 4500	450 - 1500	< 37
Densité moyenne (hab/km <sup>2</sup> )	6750	2250	750	25
<b>Valeurs tutélaires pour le transport routier (en <math>\epsilon_{PM_{10}}</math> / 100 véhicules x km)</b>				
Véhicule Particulier	15,8	4,3	1,7	1,3
VP diesel	20,4	5,5	2,2	1,6
VP essence	4,5	1,3	0,6	0,5
VP GPL	3,6	1,0	0,4	0,2
Véhicule Utilitaire Léger	32,3	8,7	3,4	2,4
VU diesel	33,7	9,1	3,5	2,5
VU essence	6,3	1,9	0,9	0,8
PL Diesel	186,6	37,0	17,7	9,4
Deux-roues	8,7	2,5	1,0	0,8
Bus	125,4	24,8	11,9	6,3

Le document du CGSP précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et le taux d'inflation.

En ce qui concerne l'évolution du parc automobile, le tableau suivant présente une déclinaison Norme Euro du coût des émissions des VP et des VUL (ici, les émissions ne sont dues qu'à la combustion motrice).



Tableau 51: Déclinaison par Norme Euro des coûts des émissions de NOx, SO<sub>2</sub>, COVNM et PM<sub>2,5</sub> dues à la combustion des VP et VUL [€2010/100 véh.km]

VP Diesel	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Euro 1	32,3	8,6	3,2	2,1	1,15
Euro 2	18,8	5,1	2	1,5	1,05
Euro 3	11,6	3,1	1,2	0,8	0,53
Euro 4	5,81	1,56	0,6	0,42	0,27
Euro 5	1,3	0,4	0,2	0,2	0,17
Euro 6	1,1	0,3	0,1	0,1	0,08
VP Essence	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Euro 1					
Euro 2					
Euro 3	0,97	0,33	0,2	0,19	0,2
Euro 4	0,92	0,3	0,16	0,14	0,13
Euro 5	0,91	0,29	0,16	0,13	0,13
Euro 6	0,91	0,29	0,16	0,13	0,13
Euro 5*	1,23	0,37	0,18	0,15	0,13
Euro 6*	1,11	0,35	0,17	0,14	0,13
VUL Diesel	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Euro 1	43,9	11,7	4,4	3	1,7
Euro 2	28,1	7,7	3	2,2	1,59
Euro 3	16,2	4,4	1,7	1,2	0,7
Euro 4	9,3	2,5	0,9	0,6	0,37
Euro 5	1,3	0,4	0,2	0,2	0,23
Euro 6	1,1	0,3	0,1	0,1	0,11
VUL Essence	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Euro 1					
Euro 2					
Euro 3	1,13	0,41	0,25	0,24	0,26
Euro 4	1,07	0,37	0,21	0,19	0,19
Euro 5	1,06	0,36	0,2	0,18	0,16
Euro 6	1,06	0,36	0,2	0,18	0,16
Euro 5*	1,27	0,41	0,22	0,19	0,17
Euro 6*	1,16	0,39	0,21	0,18	0,16

\*véhicules à injection directe

Sur la zone d'étude, les coûts utilisés sont ceux correspondant à un milieu de type « urbain dense ». L'application des valeurs du CGSP et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic et du parc considéré conduit aux évaluations suivantes (valeurs journalière et annuelle) :

Tableau 52 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier

[€2010/heure]	Horizon 2017 Actuel	Horizon 2019 Chantier	Horizon 2024 Service partiel	Horizon 2030 Service complet
Heure de Pointe du Matin	224,48	316,99	278,34	285,92
Heure de Pointe du Soir	220,06	314,81	280,47	300,54

Les coûts sanitaires de la pollution atmosphérique, calculés pour les horizons futurs, sont supérieurs à ceux calculés pour la situation actuelle, consécutivement aux hausses de trafic.

Il faut garder à l'esprit que, lorsqu'elle est réalisée aujourd'hui 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. Le CEREMA développe actuellement ce type de démarche.

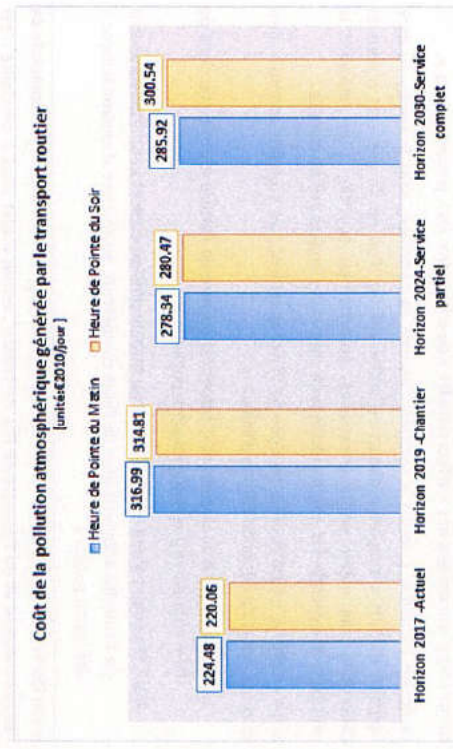


Figure 93 : Coût de la pollution atmosphérique



### 17.2. COUTS LIES AUX EMISSIONS DE GAZ A 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 du Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) intitulé « Évaluation socioéconomique des investissements publics » de septembre 2013, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO<sub>2</sub> émise sont de **32 €<sub>2010</sub> en 2010 et de 100 €<sub>2010</sub> en 2030**.

Dans le cadre de la loi relative à la transition énergétique, l'Assemblée nationale a fixé comme objectif de quadrupler entre 2016 et 2030 le prix carbone. Son prix, fixé à **22 euros la tonne de CO<sub>2</sub> en 2016, passera à 56 euros en 2022, puis à 100 euros en 2030**.

Sur la base de ces hypothèses et des règles d'évolution proposées par le CGSP, le coût des émissions des GES s'élève à :

**Tableau 53: Estimation des coûts des GES générés par le transport routier**

Unité temporelle : Horaire	Horizon 2017 Actuel	Horizon 2019 Chantier	Horizon 2024 Service partiel	Horizon 2030 Service complet
Heure de <u>P</u> ointe du <u>M</u> atin	19,23 €	28,44 €	42,29 €	44,91 €
Heure de <u>P</u> ointe du <u>M</u> atin	19,01 €	28,15 €	44,44 €	48,38 €

La hausse du coût unitaire de la tonne de CO<sub>2</sub>, combinée aux augmentations des émissions des GES, explique les augmentations des coûts.

### 18. EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS

L'article R.122-5 du Code de l'Environnement stipule que l'étude d'impact doit comprendre une analyse des « effets cumulés » du projet avec les « projets connus ».

La notion d'« effets cumulés » recouvre l'analyse de l'addition, dans le temps ou dans l'espace, d'effets « simples » directs ou indirects issus d'un ou de plusieurs projets et concernant une même entité (ressources, écosystèmes, activités,...) en intégrant la possibilité de synergie des effets spécifiques à chacun des projets pris en compte.

Selon ce même article R.122-5 du Code de l'Environnement, ces « projets connus » sont ceux qui, « lors du dépôt de l'étude d'impact :

1. ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R.214-6 [du Code de l'Environnement] et d'une enquête publique ;
2. ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement a été rendu public. »

Selon les avis consultables sur le site de la **Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie de l'Île de France**<sup>1</sup>, aucun projet situé à proximité n'est susceptible d'avoir des effets cumulés.

### 19. ANALYSE QUALITATIVE DES MESURES DE RÉDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE DE PROXIMITÉ

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 mise en application de la norme Euro 6 associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

<sup>1</sup> <http://www.drreee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/projets-en-seine-saint-denis-7833.html>



## 20. CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET IMPACTS SUR LA SANTE

### 20.1. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTE

La région Île-de-France présente une exposition élevée aux épisodes de canicule, liée notamment à l'Effet d'îlot de Chaleur Urbain (EICU). Cette exposition est particulièrement élevée à Paris et en Petite Couronne, en raison de la forte densité urbaine et de la minéralisation de l'espace. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint jusqu'à 32°C au cœur de la capitale.

L'Île-de-France est ainsi la région où le taux de surmortalité a été le plus fort lors de la canicule d'août 2003. Le département où elle a davantage sévi est le Val-de-Marne, avec une augmentation de la mortalité de 171%, d'après l'Inserm.

Selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicules pourrait augmenter de façon significative.

Par ailleurs, la fréquence des épisodes de canicules en région Île-de-France pourrait également augmenter très fortement dans la seconde moitié du siècle (30 jours par an à l'horizon 2100), avec une surexposition de Paris, de la vallée de la Seine, ainsi que du sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne.

Au-delà de l'exposition de l'Île-de-France aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène EICU dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules.

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées sont les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement vulnérables ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » en Île-de-France, comparativement aux régions du sud de la France ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain. Sans éluder l'augmentation significative de

l'exposition de l'Île-de-France aux canicules, c'est probablement l'augmentation de leur fréquence qui pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs :

- La capacité à réduire la vulnérabilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Île-de-France (vieillesse de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aides, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur vulnérabilité future ;
- La capacité à réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- La capacité à adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- La capacité à maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- La capacité à apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.) ;

Les épisodes caniculaires peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone, dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées). La surmortalité de court terme liée à l'ozone a augmenté à Paris durant la canicule d'août 2003, qui s'est également traduite par un renforcement de l'exposition des populations à d'autres polluants d'origine photochimique.

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée. L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants.

Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes vulnérables à cette pollution. Quoi qu'il en soit, il demeure complexe de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu'au regard des politiques d'amélioration de la qualité de l'air et d'atténuation du changement climatique menées aujourd'hui.



## 20.2. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

Les chercheurs ont déjà pu observer une augmentation de la période d'exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces et à un allongement de la période de pollinisation.

Les allergies aux pollens concernent aujourd'hui un français sur six, et les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles. **D'après l'ARS, la vulnérabilité actuelle de la population aux allergies en Île-de-France peut être qualifiée de moyenne.** Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s'allonger davantage. La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s'accroître.

Les professionnels de santé s'attendent dès lors à un accroissement du nombre de pathologies, sans qu'il soit possible d'en évaluer l'ampleur : l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.

La **vulnérabilité future des populations pourrait donc évoluer à la hausse.**

Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. **L'enjeu majeur consiste à éviter l'aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l'asthme.**

Le tableau ci-après présente les principaux pollens allergisants :

Tableau 54: Principaux pollens allergisants

Potentiel allergisant (0 = nul ; 5 = très fort)										
Arbres										
Cyprès	Bouleau	Chêne	Charme	Frêne	Platan	Peuplier	Saule	Noisetier		
5	5	4	4	4	4	3	3	3		3
Hêtre	Olivier	Tilleul	Aulne	Mûrier	Châtaignier	Orme	Pin			
3	3	3	3	3	2	1	0			
Herbacées										
Graminées (1)	Ambrosie	Armoise	Pariétaire	Cheno-pode	Plantain	Oseille	Ortie			
5	5	4	4	3	3	2	1			

(1) phléole, ivraie, dactyle, paturin

## 20.3. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

L'exposition actuelle aux maladies infectieuses et à transmission vectorielle en Île-de-France est relativement faible et ponctuelle. Toutefois, la région constitue une zone de transit d'envergure internationale au cœur de nombreux réseaux. Cette caractéristique,

associée à la forte concentration de population, pourrait favoriser la propagation rapide de maladies infectieuses et vectorielles (source : ARS).

**Dès lors, la vulnérabilité actuelle peut être qualifiée de moyenne. Avec le changement climatique, l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter.**

L'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement. Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un événement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Elle dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épidémie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des microorganismes infectieux ou parasitaires.

## 21. EFFETS SUR LES SOLS ET LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique a également des effets sur les végétaux et les sols. Dans le domaine des infrastructures routières interurbaines, il est estimé qu'environ 65 % des micropolluants émis par le trafic se dispersent autour de la route.

Ces derniers sont susceptibles de contaminer la végétation et les sols de manière directe aussi bien qu'indirecte.

### 21.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.

Des études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la route. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études réalisées sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Ces dernières indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).



Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes.

Les principaux polluants qui contribuent à l'acidification sont les suivants :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (sec et humide) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).

L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (qui sont présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.

Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

## 21.2. EFFETS SUR LA VEGETATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.

La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.

La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par

les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.

Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres, comme par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain.

Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.

En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

### Ozone (O<sub>3</sub>)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes).

L'ozone peut entraîner des dégâts foliaires entraînant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée.

L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :



- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

#### Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus.

Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer des stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuilaisons des arbres.

Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.

La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles.

Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (tel le zinc) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

#### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes.

Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote.

Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.

On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes.

Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles).

Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sécheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

## 22. ARTICULATION AVEC LES PLANS ET SCHÉMAS D'ÎLE-DE-FRANCE

### 22.1. PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE (PPA)

Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de l'Île-de-France précise les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impacts.

Le PPA ne crée pas de droit nouveau, il rappelle que les études d'impact doivent comprendre les éléments suivants :

Analyse de l'état initial du site et de son environnement :

- Etat de la qualité de l'air sur la zone du projet, en particulier en matière de concentrations de NO<sub>2</sub> et de PM<sub>10</sub> à partir des données publiques disponibles sur le site d'Airparif, à défaut de relevés plus précis diligentés par le maître d'ouvrage. Il pourra également être fait état d'une estimation du nombre de personnes exposées à des dépassements de valeurs réglementaires de polluants atmosphériques (avant et après le projet) pour les installations émettrices de polluants atmosphériques.

Dans la **présenté étude, la caractérisation de l'état actuel de la qualité de l'air – notamment pour les PM<sub>10</sub> et le NO<sub>2</sub> – a été effectuée d'une part à l'aide des données Airparif et d'autre part avec une campagne de mesures in situ. Ces données sont à retrouver dans la partie « État initial ».**

Analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement :

- Émissions directes de polluants atmosphériques par le projet ;
- Analyse des flux de transports - différenciés par mode - générés par le projet et émissions polluantes associées (S) le projet implique des flux de transports



- importants de salariés ou de visiteurs : ce point concerne en particulier les projets de Zones d'Aménagement Concerté) ;
- Moyens de chauffage prévus par le projet et émissions polluantes associées (si le projet prévoit des moyens de chauffage) ;
  - Émissions de polluants atmosphériques générées par la réalisation du projet (mise en suspension de poussières, émissions des engins de chantiers, ...).

Les émissions de polluants atmosphériques relatives au trafic généré par le projet sont à retrouver dans la partie « Impacts du projet en phase exploitation » de ce document.

La section « Impacts du projet en phase chantier » caractérise les émissions générées par la construction du projet.

En l'absence de données sur les émissions directes et celles liées au chauffage à l'heure actuelle, ces thèmes ne peuvent être examinés.

- Mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes.  
Le porteur du projet traite des thèmes ci-dessus quand ils sont pertinents.

Étant donné l'absence d'impact résiduel, il n'est pas proposé de mesures de réduction de la pollution atmosphérique dans le cadre de ce projet.

## 22.2. SCHEMA REGIONAL DU CLIMAT, DE L'AIR ET DE L'ÉNERGIE (SRCAE)

Le SRCAE d'Ile-de-France fixe des objectifs concernant en particulier la qualité de l'air et la lutte contre le réchauffement climatique.

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

En effet, cet objectif sera respecté puisque les concentrations dans l'air ambiant tendent à baisser pour les composés émis dans les gaz d'échappement.

En revanche, l'objectif de réduction de 20 % des émissions de GES ne sera pas atteint. Conséquence de l'augmentation de trafic sur la zone d'étude aux horizons futurs, les émissions de GES vont croître par rapport à la situation actuelle avec la mise en place de l'aménagement.

# Conclusion et Synthèse



Ce document constitue l'étude Air & Santé du projet d'aménagement d'une ancienne carrière (construction de logements collectifs et d'un collège) sur le territoire de la commune de Gagny. Elle a été menée conformément aux préconisations de la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Compte tenu de la densité de population dans la bande d'étude et du trafic prévisible à l'horizon de mise en service, il a été conduit une étude de niveau II, rehaussée au niveau I au droit des sites sensibles à la pollution atmosphérique.

En accord avec la Circulaire interministérielle du 25 février 2005, il a été réalisé :

- La qualification de l'état initial avec la conduite de mesures *in situ* ;
- L'estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude ;
- L'estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet à l'aide d'une simulation numérique ;
- La comparaison des horizons d'étude sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié, l'Indice Pollution Population ;
- L'évaluation des risques sanitaires au niveau des sites sensibles ;
- L'analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité ;
- Le rappel sommaire des effets de la pollution atmosphérique sur la santé, les sols et les végétaux.

L'emplacement pressenti pour l'aménagement est sis dans un secteur majoritairement urbain. Le trafic routier ainsi que le secteur résidentiel/tertiaire sont les principaux émetteurs de polluants sur la commune de Gagny.

Sur la zone étudiée, les teneurs en dioxyde d'azote sont importantes, comme partout ailleurs dans le département. La valeur limite annuelle est dépassée à proximité immédiate des voies de circulation à fort trafic.

Les concentrations en particules PM10 sont plus faibles, mais demeurent comme pour les oxydes d'azote, très fortes à proximité de grands axes routiers.

Selon des conditions météorologiques spécifiques, la zone peut connaître des épisodes de pollution (particules PM10 et ozone).

De manière à compléter les diverses informations, une campagne de mesures des traceurs de la pollution automobile (dioxyde d'azote, ozone et benzène) a été menée par tubes passifs sur site du 15 juin au 03 juillet 2017.

Les particules en suspension PM10 et PM2,5 ont également été mesurées le 15 juin 2017.

Ces résultats ne sont valables qu'à proximité des points de mesure et pour la période considérée.

Les concentrations de tous les polluants mesurés durant cette campagne, sont inférieures aux seuils réglementaires annuels.

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

- Horizon 2017 – Situation actuelle
- Horizon 2019 – Situation future – Mise en sécurité des carrières
- Horizon 2024 – Mise en service partiel du projet (zone basse)
- Horizon 2030 – Mise en service complète du projet

D'une manière générale, le projet va entraîner une hausse du volume de véhicules sur les voies de circulation. Il en découle que les émissions atmosphériques de certains polluants - liés au trafic routier et surtout à l'usure des équipements - englobant la consommation de carburant, augmentent.

Néanmoins, cela ne va pas engendrer de dégradation significative de la qualité de l'air.

En effet, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, ainsi que l'application des normes Euro 6 et le développement des véhicules hybrides/électriques, associées au renouvellement du parc roulant, vont compenser l'augmentation du trafic par rapport à l'horizon actuel.

En outre, les indicateurs sanitaires (Quotients de Dangers et Excès de Risque individuel) calculés au niveau des sites sensibles présents dans la bande d'étude, sont inférieurs aux valeurs seuils de l'INVS.

**En définitive, les hausses du trafic liées aux différents projets sur la zone considérée ne vont pas entraîner de dégradation notable de la qualité de l'air sur le secteur.**

Tableau 55: Synthèse de l'étude des impacts

DOMAINES	Impacts pressentis du projet	Mesures compensatoires
Trafic routier	Augmentation du flux de véhicules sur la zone pour les horizons futurs (d'où augmentation des indices VK)	- Développer les modes de transports collectifs et les modes de transports « doux » pour limiter l'usage de la voiture particulière
Consommation de carburants	Conséquence à l'augmentation du trafic, les consommations en carburant sont plus élevées pour les horizons futurs	- Développer les modes de transport non carbonés (véhicules électriques ou hybrides) et les modes de transports « doux » (sans moteurs)
Émissions des gaz à effets de serre	Conséquence à l'augmentation du trafic, les émissions des Gaz à Effet de Serre sont plus élevées pour les horizons futurs	
Émissions polluantes	L'évolution des émissions polluantes diffèrent selon les composés : - Ceux émis par la combustion (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, particules PM2.5, COV), à l'exception du dioxyde de soufre, tendent à diminuer pour les horizons futurs et ce, en dépit de la hausse du trafic - <i>A contrario</i> , les polluants émis par l'usure des véhicules et des revêtements routiers (PM10, métaux, HAP) n'étant pas compensés vont voir leurs émissions augmenter avec l'accroissement du trafic	- Amélioration des motorisations et des systèmes épuratifs des véhicules (Application des normes Euro 6) associée au renouvellement du parc roulant
Exposition des populations aux émissions polluantes	Les IPP calculés pour les particules PM10 augmentent d'un horizon sur l'autre, puisque d'une part les émissions tendent à augmenter par rapport à l'horizon 2017 suite aux hausses de trafic et d'autre part, la population augmente avec la création des logements. Pour le benzène et le dioxyde d'azote, les IPP calculés pour les horizons 2024 et 2030 sont supérieurs à celui calculé pour l'horizon 2017, mais ces hausses ne sont imputables qu'à la création de nouveaux logements.	
Effets sanitaires	Les indicateurs sanitaires (Quotients de Dangers et Excès de Risque Individuel) calculés au niveau des sites sensibles présents dans la bande d'étude, sont inférieurs aux valeurs seuils préconisées en France (l'InVS)	Non concerné
Effet(s) cumulé(s) avec les autres projets	Aucun projet à proximité du projet et ayant potentiellement des effets cumulés n'est recensé dans les avis consultables sur le site de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie de l'Île de France.	





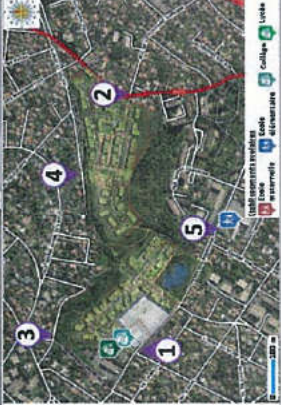
## GLOSSAIRE



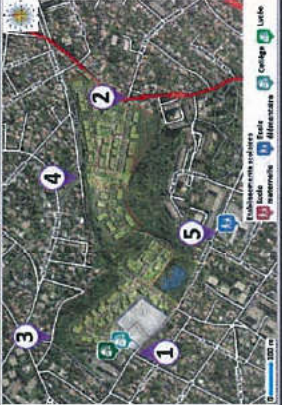
<b>AASQA</b>	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air	<b>INRETS</b>	Institut de recherche sur les transports
<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	<b>INSEE</b>	Institut national de la statistique et des études économiques
<b>AEE</b>	Agence Européenne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







ANNEXE N°1 : FICHES DESCRIPTIVES DES MESURES

Point n°1		GAGNY			
Caractérisation du site					
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84			
Point site sensible – A proximité du collège/lycée Merkaz Hatorah		Latitude : 48.89088° N Longitude : 2.52266° E			
Conditions d'exposition					
Type de milieu	Urban	Support	Panneau de signalisation Hauteur : 2,0 m		
Distance de la voie la plus proche	1 m	Durée de la mesure	Du 15/06/17 09h33 au 03/07/17 10h28 soit 432,92h		
					
					
Résultats					
Composé	N° du tube	Concentration [µg/m³]	N° du tube	Composé	Concentration [µg/m³]
NO <sub>2</sub>	FTS 232	30,3	FTS 131	p-Xylène	0,54
Benzène	FTS 131	0,55	FTS 131	m-Xylène	0,80
Toluène	FTS 131	2,11	FTS 131	o-Xylène	0,65
Ethylbenzène	FTS 131	0,49	FTS 131		
PM <sub>10</sub>		Concentration moyenne		PM <sub>2,5</sub>	
Date	15 juin 2017	18,74	Concentration moyenne	Date	15 juin 2017
		µg/m³	µg/m³		15,47
					µg/m³


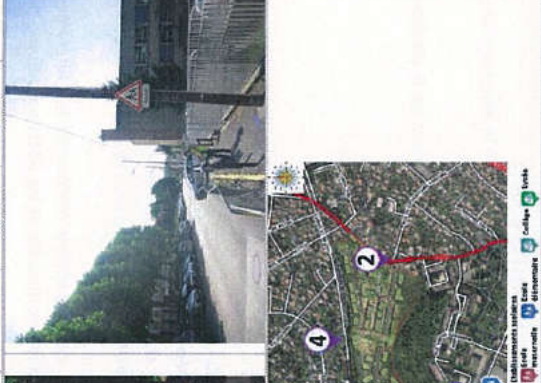
Point n°2		GAGNY			
Caractérisation du site					
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84			
Point trafic – Croisement de la départementale D370 et de la Rue de la Fontaine Varenne		Latitude : 48.89111° N Longitude : 2.53272° E			
Conditions d'exposition					
Type de milieu	Urban	Support	Panneau de signalisation Hauteur : 2,5 m		
Distance de la voie la plus proche	1 m	Durée de la mesure	Du 15/06/17 10h10 au 03/07/17 11h00 soit 432,83h		
					
					
Résultats					
Composé	N° du tube	Concentration [µg/m³]	N° du tube	Composé	Concentration [µg/m³]
NO <sub>2</sub>	FTS 233	29,8	FTS 232	Ethylbenzène	0,73
NO <sub>x</sub>	FTS 234	30,5	FTS 232	p-Xylène	0,62
Benzène	FTS 132	0,62	FTS 232	m-Xylène	0,84
Toluène	FTS 132	2,82	FTS 232	o-Xylène	0,40
PM <sub>10</sub>		Concentration moyenne		PM <sub>2,5</sub>	
Date	15 juin 2017	17,71	Concentration moyenne	Date	15 juin 2017
		µg/m³	µg/m³		13,43
					µg/m³



Point n°3		GAGNY	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Point trafic – Allée de l'Aqueduc Saint-Fiacre		Latitude : 48.89291° N Longitude : 2.52321° E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urban résidentiel	Support	Panneau de signalisation Hauteur : 2 m
Distance de la voie la plus proche	1 m	Du 15/06/17 10h48	au 03/07/17 10h38 soit 431,83h
			
Résultats			
Composé	N° du tube	Concentration [µg/m³]	Concentration [µg/m³]
NO <sub>2</sub>	FTS 235	20,6	0,49
NO <sub>2</sub> (blanc)	FTS 236	<0,4	0,37
Benzène	FTS 133	0,46	0,55
Toluène		1,90	0,47
PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	
Date	Concentration moyenne	Date	Concentration moyenne
15 juin 2017	15,91 µg/m³	15 juin 2017	11,60 µg/m³

Point n°4		GAGNY	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Point mesure de fond – Allée de la Dhuy		Latitude : 48.89204° N Longitude : 2.52865° E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Parc urbain	Support	Panneau de signalisation Hauteur : 2,0 m
Distance de la voie la plus proche	200 m	Du 15/06/17 10h30	au 03/07/17 10h50 soit 432,33h
			
Résultats			
Composé	N° du tube	Concentration [µg/m³]	Concentration [µg/m³]
NO <sub>2</sub>	FTS 237	16,4	<0,4
Benzène	FTS 112	0,40	<0,4
Toluène		1,35	0,46
Ethylbenzène		0,47	
PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	
Date	Concentration moyenne	Date	Concentration moyenne
15 juin 2017	17,05 µg/m³	15 juin 2017	11,93 µg/m³



Point n°5		GAGNY			
Caractérisation du site					
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84			
Point site sensible – A proximité de l'école maternelle Blaise Pascal		Latitude : 48.88857° N Longitude : 2.52776° E			
Conditions d'exposition					
Type de milieu	Urban	Support	Panneau de signalisation		
Distance de la voie la plus proche	1 m	Durée de la mesure	soit		
		Du 15/06/17 09h48	au 03/07/17 10h18		
			432,50h		
					
Résultats					
Composé	N° du tube	Concentration [µg/m³]	N° du tube	Composé	Concentration [µg/m³]
NO <sub>2</sub>	FTS 240	21,3		p-Xylène	0,46
Benzène		0,56		m-Xylène	0,58
Toluène	FTS 135	2,32		o-Xylène	0,46
Ethylbenzène		0,45			
	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>	
Date	Concentration moyenne	Date	Concentration moyenne		
15 juin 2017	17,98 µg/m³	15 juin 2017	15,69 µg/m³		

## ANNEXE N°2 : METROLOGIE DES POUSSIÈRES PM10 ET PM2.5

L'analyseur de poussières Thermo pDR-1500 est un néphélomètre qui permet une mesure en temps réel de la concentration massique des poussières en suspension dans l'air. Selon le choix de l'utilisateur, une séparation en taille des particules permet de mesurer différentes fractions réglementaires au moyen de deux cyclones :

- un cyclone adapté à la mesure de la fraction thoracique des poussières (PM10) ;
- un cyclone réservé à la mesure des particules fines (PM2,5) et très fines (PM1).

Une source émet un faisceau de lumière incidente, diffusée par les poussières captées. Cette lumière diffusée est ensuite détectée à un angle de 90° par rapport à la lumière incidente ; le signal de mesure émis par le photodétecteur est proportionnel à la concentration massique en particules en suspension dans l'air ambiant.

Le pDR-1500 bénéficie de l'expérience de Thermo dans le domaine de la néphélométrie, en termes de métrologie et dispose de nombreuses fonctionnalités :

- débit réglé volumétriquement en fonction de la température et de la pression atmosphérique ;
- compensation de l'influence de l'hygrométrie ;
- gamme de mesure totale de quelques  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à  $400 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Le pDR-1500 possède une mémoire interne autorisant le stockage de plus de 50 000 mesures. Chaque enregistrement comprend la concentration massique instantanée, la concentration moyennée et la valeur maxi sur la totalité de la période de mesure, la température, la pression atmosphérique, l'humidité relative, la date, l'heure, les paramètres de programmation, les codes erreur ainsi qu'un numéro permettant de repérer le lieu de la mesure. La période de moyennage est programmable de 1 seconde à 1 heure.

Un logiciel fourni avec l'analyseur permet de programmer rapidement les différentes fonctions de l'analyseur ainsi que de transférer les données et les éditer sous forme de tableaux ou de graphes.

Il permet également de commander à distance l'analyseur au moyen d'un clavier virtuel. Le pDR-1 500 dispose d'un port RS 232/USB ainsi que de sorties analogiques en courant et en tension.

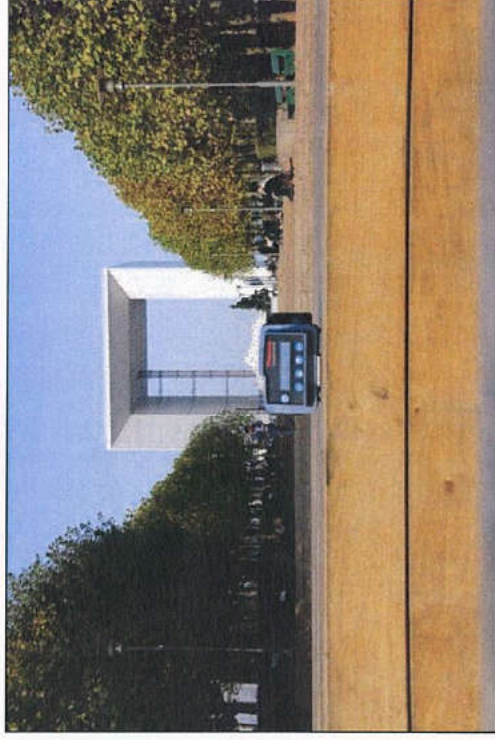


Figure 94: Photographie du Thermo pDR-1 500



### ANNEXE N°3 : METROLOGIE DU DIOXYDE D'AZOTE ET DES BTEX

La campagne de mesures du NO<sub>2</sub> et des BTEX a été menée à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri des intempéries, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire accrédité pour analyse.

#### Mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sur un absorbant, le triéthanolamine.

Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre.

Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat



Figure 95 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'erreur relative donnée par le laboratoire est en moyenne de 7 %. La limite de détection est de 0,4 µg/m<sup>3</sup> lors d'une exposition de quatorze jours.

#### Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluide laminaire, le flux unidirectionnel (càd 1 seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12} \frac{dC_{12}}{dl} \quad \text{EQUATION 1}$$

- F<sub>12</sub> Flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>)
- D<sub>12</sub> Coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)
- dC<sub>12</sub>/dl Gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion
- C<sub>22</sub> Concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm<sup>-3</sup>)

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr<sup>2</sup>, avec r le rayon de la surface réactive) (cm<sup>2</sup>), présentant un gradient de concentration {C-C<sub>0</sub>} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12} \frac{(C_0 - C).S.t}{L} \quad \text{EQUATION 2}$$

- C Concentration ambiante du gaz 1
- C<sub>0</sub> Concentration du gaz 1 à la surface du réactif
- (C<sub>0</sub> - C)/L Gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que C<sub>0</sub> = 0 au voisinage du piège, d'où : C - C<sub>0</sub> = C.

L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12} \frac{S}{L} C.t \quad \text{EQUATION 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \quad \text{EQUATION 4}$$



Le coefficient de diffusion de NO<sub>2</sub> utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm :  $D(\text{NO}_2) = 0,154 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :

Longueur  $L = 7,116 (\pm 0,020) \text{ cm}$ , Diamètre  $2r = 1,091 (\pm 0,015) \text{ cm}$ .

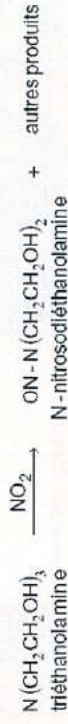
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en  $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) par les équations suivantes :

$$D_{\text{dét}} = \frac{D_{1,2} \cdot S}{L} = \frac{Q}{C \cdot t} \quad \text{EQUATION 5}$$

$D_{\text{dét}}$  ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire  $D_{1,2}$ .

#### Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO<sub>2</sub> soit encore mal connue, une stoechiométrie mole à mole existe entre NO<sub>2</sub> capté et NO<sub>2</sub> présent dans la solution d'extraction. D'après Volhard (1990), NO<sub>2</sub> mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodéthanolamine :



Après extraction et analyse des ions NO<sub>2</sub> formés, la concentration en NO<sub>2</sub> (en  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. A titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C. Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un bécier rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 (éther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles.

La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO<sub>2</sub> a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbolès et al., 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;
- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30  $\mu\text{l}$  de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40 à 50  $\mu\text{l}$  de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

#### Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- o Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule transluclide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyléthylènediamine) à 0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agité. Le NO<sub>2</sub> formé à partir du NO<sub>2</sub> réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphthalène pour former un colorant azoïque (complexe coloré). Après un temps de développement de la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO<sub>2</sub> (donc celle de NO<sub>2</sub>) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standard de NaNO<sub>2</sub>, de la forme  $A = f([\text{NO}_2])$  avec A l'absorbance de la solution et  $[\text{NO}_2]$  la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.



o Méthode chromatographique :

La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO<sub>2</sub>. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO<sub>2</sub><sup>-</sup> formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

Mesure des BTEX

Le dispositif d'échantillonnage des BTEX est constitué d'un tube en verre rempli d'un adsorbant. La durée de prélèvement est comprise entre 7 et 15 jours. Ce dispositif est présenté dans la figure suivante :

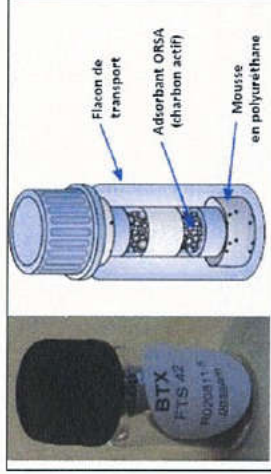


Figure 96 : Échantillonneur passif pour le BTEX (Dräger)

La récupération des substances fixées sur l'adsorbant se fait par thermo désorption. La faible concentration des BTEX à l'air ambiant impose une étape de préconcentration avant l'analyse. Elle est réalisée à froid sur un piège, en général rempli d'un ou de plusieurs adsorbants. Le piège peut être refroidi (à -30°C en général) par effet Peltier, par effet vortex ou par introduction de glace carbonique ou d'azote liquide. Les composés piégés sont ensuite transférés dans le système d'analyse (chromatographie en phase gazeuse) par désorption flash piége sous balayage du gaz vecteur. La séparation est réalisée par le passage des COV préconcentrés sur une colonne d'un chromatographe en phase gazeuse. La détection est réalisée soit par un détecteur à ionisation par flamme [FID], soit par un spectromètre de masse [MS].

Le calcul de la concentration dans l'air ambiant se fait selon l'équation suivante :

$$Cu = \frac{m_a - m_b}{SR \cdot t}$$

Cu	Concentration ambiante [µg/ml]
m <sub>a</sub>	Quantité absorbé [µg]
m <sub>b</sub>	Valeur blanc [µg]
SR	Vitesse de prélèvement [ml/min]
t	Temps d'exposition [min]

La vitesse de prélèvement est 6,44 ml/min à 20°C.

#### ANNEXE N°4 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES OBSERVEES DURANT LA CAMPAGNE DE MESURES PAR TUBES PASSIFS

Les données des paragraphes qui vont suivre proviennent de la station météorologique du Bourget, sise à environ 11 km au nord-ouest de la zone du projet.

##### Température

Les températures enregistrées lors de la campagne de mesures du 15 juin au 03 juillet 2017 ont été de 21,5°C en moyenne. Cela est légèrement supérieur aux températures moyennes du mois des mois de juin et de juillet (+2.1 %).

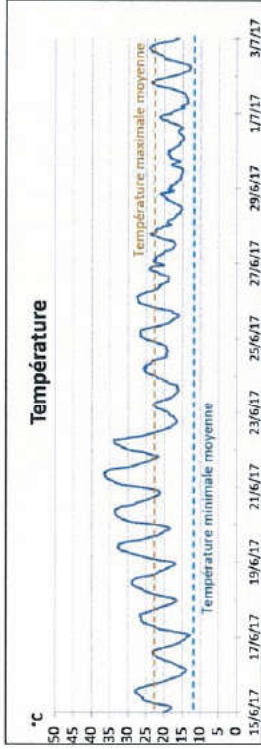


Figure 97: Températures enregistrées lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017

##### Vents

Lors de la campagne de mesure, les vents enregistrés sont en majorité des vents provenant de l'ouest-sud-ouest jusqu'à l'ouest-nord-ouest (fréquence de 33 % en somme) puis de manière moins marquée du nord-nord-est (fréquence de 13 %) et l'est-nord-est (10%).

Les vitesses moyennes horaires enregistrées sont comprises entre 0 et 25,0 km/h (moyenne de 11,15 km/h), avec des rafales atteignant 57,6 km/h au maximum.

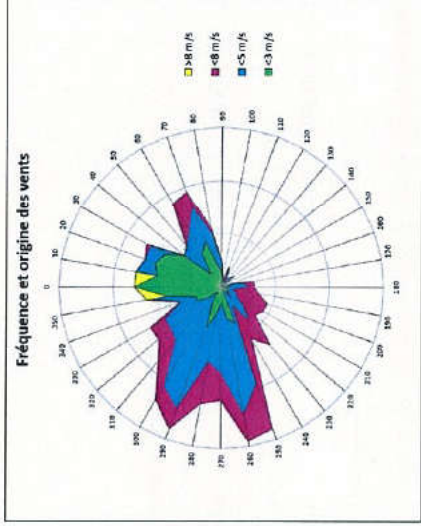


Figure 98 : Origine des vents enregistrée lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017

Tableau 56 : Vitesse du vent moyen journalier durant la campagne

Date	15/6/17	16/6/17	17/6/17	18/6/17	19/6/17	20/6/17	21/6/17	22/6/17	23/6/17
[km/h]	11.7	12.3	6.5	12.8	8.3	8.5	7.4	11	11.7
Date	24/6/17	25/6/17	26/6/17	27/6/17	28/6/17	29/6/17	30/6/17	1/7/2017	2/7/2017
[km/h]	15.3	14.9	8.3	7.5	15.7	15.8	16.1	12.8	10.2

Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort. C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes. L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12). Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent.



Tableau 57 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calmé	moins de 1	moins de 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	égal ou supérieur à 64	supérieur à 118	Très gros dégâts.

Pour décrire la vitesse du vent de façon imagée, on recourt volontiers à des qualifications du vent par des adjectifs aisément interprétables. Les fourchettes quantitatives correspondant à ce genre de qualifications sont en outre assez variables suivant les pays et les usages. Les qualifications proposées ci-après énumèrent les adjectifs couramment utilisés en France par Météo-France pour décrire cette intensité du vent.

On distingue cinq échelons :

- vent **CALME** qui traduit l'absence de vent ou l'existence d'un vent excessivement faible, de 1 ou 2 km/h au maximum ;
- vent **FAIBLE/vent LEGER** qui correspond à un vent soufflant à une vitesse supérieure de 2 km/h et jusqu'à une douzaine de km/h ; il s'agit d'un vent discret, mais perceptible ;
- vent **MODERE** qui est un vent nettement perçu, mais sans effets gênants ; sur terre, il peut atteindre la trentaine de km/h ;

- vent **ASSEZ FORT** qui est perçu comme un facteur important de l'environnement instantané et comme un porteur possible d'effets gênants, en raison notamment des rafales susceptibles de l'accompagner (il frôle au maximum la cinquantaine de km/h)
- vent **FORT** qui peut atteindre une vitesse d'environ 75 km/h ; il est perçu comme un facteur prioritaire de l'environnement immédiat et comme un porteur possible d'effets très gênants (sont alors envisageables des rafales proches de la centaine de km/h) ;
- vent **TRES FORT** dont l'intensité génère des situations appelant à des adaptations urgentes afin d'assurer la sauvegarde des biens et, souvent, des personnes.

Lors de la période de mesure, les vents ont été qualifiés de vents faibles à modérés.

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.

Lors de la campagne de mesure, les rafales enregistrées ont atteint au maximum 57,6 km/h.

#### Précipitations

Lors des mesures *in situ*, le cumul des précipitations a été de 13,7<sup>mm</sup> sur la période de 18 jours. La pluviométrie sur cette période se situe nettement en dessous de la normale (Météo-France), la moyenne pour cette période des mois de juin et juillet étant de 55 mm et 59,2 mm, soit en première approximation 33,4 mm pour 18 jours.

Sur la période de mesure, il y a eu 7 jours de précipitations dont l'épisode le plus pluvieux a été celui du 1<sup>er</sup> juillet 2017 avec 6,1 mm de pluie.

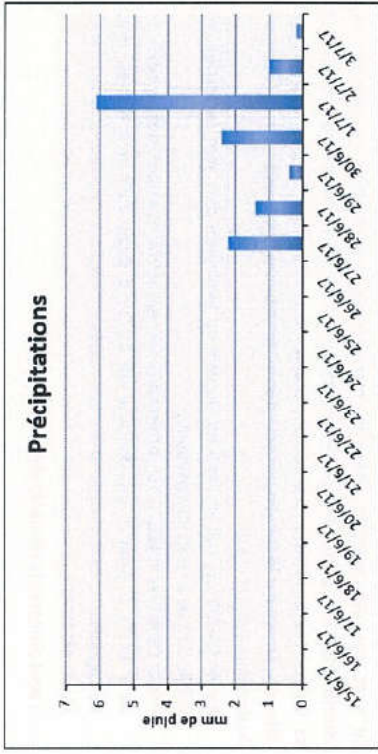


Figure 99 : Précipitations enregistrées lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017

Ensoleillement

Lors des mesures, le cumul des heures d'ensoleillement a été de 155h12 sur la période de 18 jours, soit 08h10 par jour en moyenne.

L'ensoleillement sur cette durée est de 25 % au-dessus de la normale, la moyenne sur la période de mesure étant de 124h35 (données Météo-France), soit une moyenne de 06h55 par jour.

Sur la période de mesures, il y a eu 2 jours comportant moins d'une heure d'ensoleillement.

La journée du 18 juin 2017 a connu 15h12 d'ensoleillement, soit le maximum sur la période d'exposition.

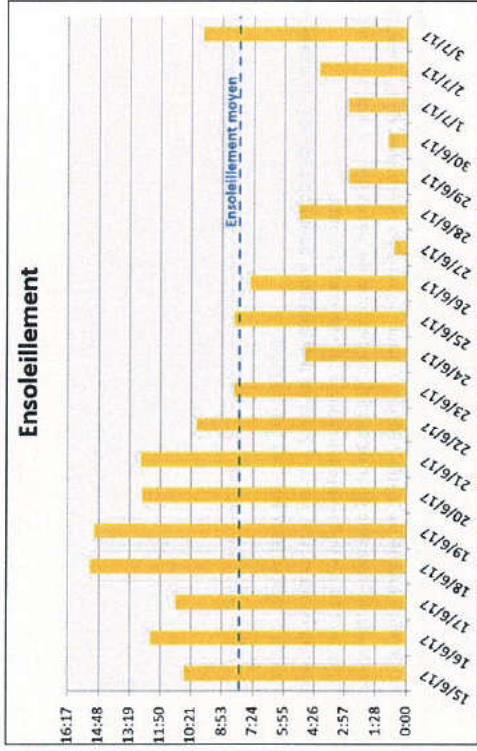


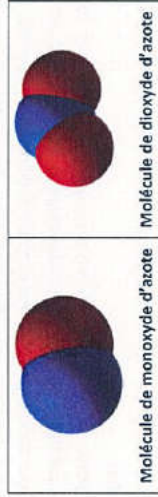
Figure 100: Ensoleillement enregistré lors de la période du 15 juin au 03 juillet 2017



## ANNEXE N°5 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

### Oxydes d'azote [NOx]

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques. À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (NRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.



La moyenne annuelle des concentrations en dioxyde d'azote a diminué de façon progressive depuis 2000 pour tous les types de stations confondus (fond urbain, fond rural, à proximité d'industries et à proximité du trafic routier), avec une année 2003 atypique. En 2015, la moyenne annuelle en fond urbain est de 20 µg/m<sup>3</sup> contre 42 µg/m<sup>3</sup> à proximité du trafic routier. À proximité du trafic routier, les concentrations moyennes annuelles sont deux fois plus élevées qu'en fond urbain.

#### Principales sources d'émission

Les oxydes d'azote sont essentiellement émis lors de la combustion de combustibles fossiles. En 2015, les sources principales sont les transports (61 %) puis l'industrie (18 %). Les émissions de NOx ont diminué de près de moitié sur la période 2000-2015, grâce aux progrès réalisés dans tous les secteurs excepté le résidentiel/tertiaire. Pour le secteur des transports routiers, les améliorations observées s'expliquent par le renouvellement du parc de véhicules, par l'équipement progressif des véhicules particuliers en pots catalytiques depuis 1993 et par l'application de valeurs limites d'émission de plus en plus contraignantes (normes Euro). Ces progrès ont été freinés par la diésélation du parc ainsi que par la croissance du parc et de la circulation.

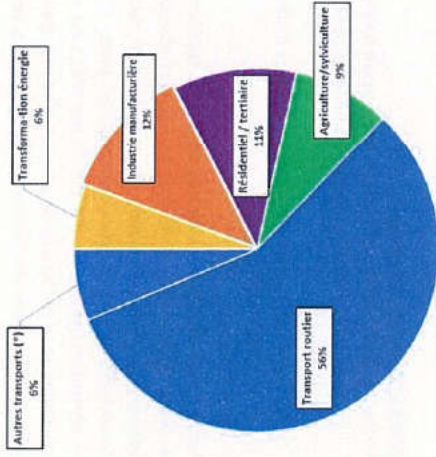


Figure 101: Répartition des émissions de NOx en 2015 (source CITEPA)

## NOx

### EMISSIONS DANS L'AIR EN FRANCE METROPOLITAINE

Source CITEPA / format SECTEN - avril 2017

CITEPA-AEP-secteur-airOx

Gg = kt	Industrie manufacturière	Industrie résidentielle / tertiaire	Agriculture / sylviculture	Transport routier	Autres transports (*)	TOTAL	Hors total (*)
1960	169	272	55	48	210	92	846
1965	231	359	69	75	339	94	1,168
1970	251	400	121	125	524	87	1,508
1975	279	386	123	126	761	91	1,766
1979	374	372	128	137	945	88	2,045
1980	358	358	121	141	962	85	2,026
1985	214	276	117	139	1,042	71	1,859
1990	163	241	100	146	1,224	74	1,949
1995	137	211	101	146	1,106	69	1,770
2000	157	205	102	147	930	70	1,610
2005	156	193	110	142	750	65	1,415
2010	89	134	107	109	582	56	1,076
2011	68	130	91	105	563	56	1,014
2012	76	117	98	95	533	59	978
2013	73	113	103	96	515	55	954
2014	48	104	87	83	494	53	869
2015	47	99	91	73	472	53	835
2016 (e)	44	100	93	71	453	53	814

(\*) Reajustement aux périmètres de la CEE - NU / NEC - les émissions répertoriées hors total national sont les suivantes : les émissions maritimes internationales, les émissions de la phase croisière (à 1000 mi) des trafics aériens domestique et international, ainsi que les émissions des sources biotiques de l'agriculture et des forêts et les émissions des sources non-anthropiques.  
(e) estimation préliminaire

Figure 102: Émissions des oxydes d'azote en France métropolitaine



**Tableau 58: Classement des sous-secteurs\* les plus émetteurs en 2015 pour les oxydes d'azote**

Classement	Sous-secteur	Part du sous-secteur dans les émissions nationales de la France métropolitaine
1	Voitures particulières diesel	24%
2	Poids lourds diesel (y.c. bus et cars)	18%
3	Véhicules utilitaires légers diesel	12%
4	Autres sources de l'agriculture (installations de combustion et engins mobiles non routiers)	7,9%
5	Résidentiel	7,0%

\* : un secteur (au nombre de six au total : transformation de l'énergie, industrie manufacturière, résidentiel/tertiaire, agriculture/sylviculture, transport routier ou autres transports) est désigné en différents sous-secteurs.

Source : Citepa

#### Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO<sub>2</sub> 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. Les enfants exposés au NO<sub>2</sub> 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.

#### Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

#### Particules en suspension PM10 et PM2,5

Les particules constituent un ensemble très hétérogène du fait de la diversité de leur composition chimique, de leur état (solide ou liquide) et de leur taille (caractérisée notamment par leur diamètre). Elles se distinguent d'ailleurs en fonction de leur taille :

- les particules totales en suspension (appelées PTS ou TSP pour Total Suspended Particulates), qui regroupent l'ensemble des particules quelle que soit leur taille ;
- les PM10, dont le diamètre est inférieur à 10 µm (micromètres) ;
- les PM2,5, dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm. Ces dernières sont nommées particules fines et incluent les particules ultrafines de diamètre inférieur à 0,1 µm, qui relèvent de la problématique des nanoparticules.

Les poussières peuvent être d'origine naturelle (érosion des sols, feux de forêt, etc.) ou anthropique (procédés industriels, combustion, activités agricoles), grosses ou fines, noires (combustion du charbon) ou blanches (cimenteries), issues de sources fixes (cheminées industrielles, chaufferies, bâtiments d'élevage, silos) ou de sources mobiles (circulation automobile, travail du sol).

Sur la période 2007-2015, les concentrations moyennes annuelles en PM10 ont diminué en fond urbain et à proximité du trafic routier. Elles sont en moyenne respectivement de 25 et 20 µg/m<sup>3</sup> en 2015. A proximité du trafic routier, les concentrations moyennes annuelles sont 1,2 fois plus élevées qu'en fond urbain.

Sur la période 2009-2015, les concentrations moyennes annuelles en PM2,5 ont également baissé à proximité du trafic routier et en fond urbain. En 2015, elles sont respectivement de 15 et 13 µg/m<sup>3</sup>. A proximité du trafic routier, les concentrations moyennes annuelles sont 1,2 fois plus élevées qu'en fond urbain.

#### Principales sources d'émission

En France, quatre principaux secteurs se partagent les émissions de particules PM10 :

- le secteur résidentiel et tertiaire (du fait de la combustion du bois majoritairement),
- l'industrie,
- les activités agricoles (épandages, stockages d'effluents, remises en suspension lors des labours, brûlage)
- Les transports.

Les émissions de PM10 ont diminué de 39 % sur la période 2000-2015. Cette baisse est due à des progrès réalisés dans tous les secteurs d'activités, tels que l'amélioration des performances des techniques de dépoussiérage dans les sidérurgies ou l'arrêt de l'exploitation des mines à ciel ouvert et souterraines.

La répartition des sources d'émissions des PM2,5 est différente : les émissions dues au résidentiel et au tertiaire (combustion du bois principalement) sont prépondérantes. Elles sont suivies de celles de l'industrie et des transports. Les émissions de PM2,5 ont diminué



de 46 % sur la période 2000-2015. Cette baisse est due à des progrès réalisés dans tous les secteurs d'activités, tels que l'amélioration des technologies pour la combustion de la biomasse.

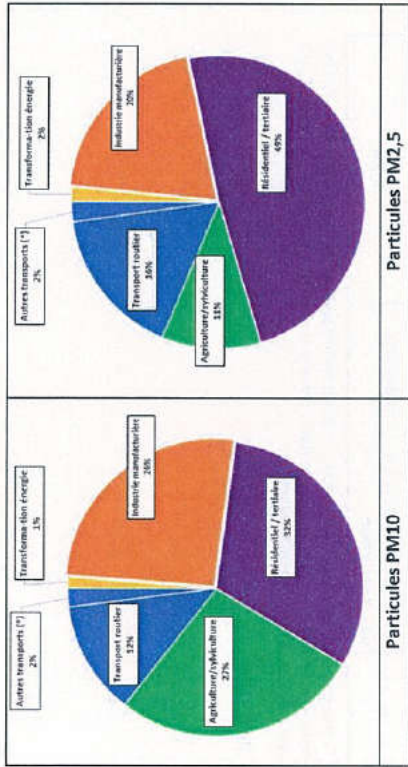


Figure 103: Répartition des émissions de PM10 et des PM2,5 en 2015 (source CITEPA)

**PM10**

**ÉMISSIONS DANS L'AIR EN FRANCE METROPOLITAINE**

Source CITEPA / Format SECHEM - avril 2017 CITEPA - PM10 - France métropolitaine

Géol.	Transform. éon énergie	Industrie manufacturière	Résidentiel / tertiaire	Agriculture / sylviculture	Transport routier (*)	Autres transports (*)	TOTAL	Hors total (**)
1990	56	128	215	84	75	6,6	564	26
1991	54	128	259	85	81	6,7	613	18
1995	40	111	207	88	85	6,4	538	18
2000	23	105	155	90	69	6,8	449	22
2001	18	102	151	90	68	6,9	436	19
2002	15	100	132	88	65	7,0	409	24
2003	16	102	137	86	64	6,9	411	26
2004	11	103	131	84	61	6,6	397	21
2005	11	94	123	81	55	6,3	371	21
2006	9,3	94	109	80	53	6,1	351	20
2007	8,5	89	100	78	51	5,9	334	20
2008	6,7	86	101	78	48	5,9	325	18
2009	6,2	76	99	77	46	5,7	311	20
2010	5,4	78	106	76	47	5,6	317	19
2011	4,1	77	84	75	43	5,6	290	20
2012	4,7	74	91	74	41	5,8	290	19
2013	4,9	75	98	73	38	5,6	295	16
2014	3,3	71	79	72	36	5,4	267	15
2015	3,5	69	82	72	34	5,5	266	15
2016 (e)	3,2	69	84	72	33	5,5	267	15

(\*) Relativement aux périmètres de la CEE - IU / NEC - les émissions déportées hors total national sont les suivantes : les émissions maritimes internationales, les émissions de la phase croûlée (à 1000 m) des trafics aériens domestique et international, ainsi que les émissions des sources biologiques de l'agriculture et des forêts et les émissions des sources non-anthropiques.  
 (\*\*) Emissions de l'échappement et de l'usage  
 (e) estimation préliminaire

Figure 104: Émissions des PM10 en France métropolitaine

**Tableau 59 : Classement des sous-secteurs\* les plus émetteurs en 2015 pour les particules PM10**

Classement	Sous-secteur	Part du sous-secteur dans les émissions nationales de la France métropolitaine
	<b>Résidentiel dont :</b>	<b>29% dont :</b>
	<i>Combustion des appareils de chauffage (Chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.)</i>	28%
<b>1</b>	<i>Feux ouverts de déchets verts et autres (feux de véhicules, etc.)</i>	1,3%
	<i>Consommation de tabac</i>	0,2%
	<i>Utilisation de feux d'artifice</i>	0,1%
	<i>Engins mobiles non routiers - Loisirs / jardinage</i>	0,1%
<b>2</b>	<b>Élevage</b>	<b>14%</b>
<b>3</b>	<b>Culture</b>	<b>10%</b>
<b>4</b>	<b>Construction</b>	<b>8,4%</b>
<b>5</b>	<b>Voitures particulières diesel</b>	<b>6,7%</b>
<b>6</b>	<b>Autres industries manufacturières</b>	<b>6,2%</b>
<b>7</b>	<b>Minéraux non-métalliques, matériaux de construction</b>	<b>5,3%</b>

\* : un secteur (au nombre de six au total : transformation de l'énergie, industrie manufacturière, résidentiel/tertiaire, agriculture/sylviculture, transport routier ou autres transports) est désagrégé en différents sous-secteurs.

Source : Citepa

**PM<sub>2,5</sub>**

**ÉMISSIONS DANS L'AIR EN FRANCE METROPOLITAINE**

Gg - kt	Source CITEPA / IOMAX SECTEN - avril 2017						CITEPA-PM10-Source-OPPAL_S16	
	Transfor- mation énergie	Industrie manufac-turière	Résidentiel / tertiaire	Agriculture/ sylviculture	Transport routier (*)	Autres transports (*)	TOTAL	Hors total (*)
1990	44	63	210	29	70	4,6	420	23
1991	42	63	254	29	75	4,7	468	16
1995	31	55	202	30	80	4,5	403	16
2000	17	51	151	30	64	4,7	318	20
2001	13	49	148	30	62	4,7	307	17
2002	11	50	129	29	59	4,8	283	22
2003	11	50	134	28	58	4,8	285	23
2004	6,9	50	128	28	55	4,5	272	20
2005	6,6	46	120	26	49	4,4	252	19
2006	5,7	46	107	25	47	4,2	235	18
2007	5,1	43	98	24	45	4,0	220	19
2008	4,2	41	98	24	42	4,0	214	17
2009	3,9	37	97	24	40	3,8	205	18
2010	3,4	38	104	22	41	3,8	212	17
2011	2,8	37	82	22	37	3,8	184	18
2012	3,0	34	88	21	35	4,0	185	17
2013	3,2	35	76	20	32	3,8	190	15
2014	2,4	34	77	19	29	3,7	165	14
2015	2,6	33	80	18	27	3,7	165	14
2016 (e)	2,5	33	82	18	26	3,7	166	13

(\*) Reajustement aux préliminaires de la CEE - NU / NEC - les émissions répertoriées hors total national sont les suivantes : les émissions maritimes internationales, les émissions de la phase croisée (à 1000 m) des trafics aériens domestique et international, ainsi que les émissions des sources biobioses de l'agriculture et des forêts et les émissions des sources non-antropiques  
 (\*) Emissions de l'échappement et de l'usage  
 (e) estimation préliminaire

**Figure 105: Émissions des PM<sub>2,5</sub> en France métropolitaine**



**Tableau 60: Classement des sous-secteurs\* les plus émetteurs en 2015 pour les particules PM2,5**

Classement	Sous-secteur	Part du sous-secteur dans les émissions nationales de la France métropolitaine
	Résidentiel dont :	46% dont :
	<i>Combustion des appareils de chauffage (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.)</i>	44%
1	<i>Feux ouverts de déchets verts et autres (feux de véhicules, etc.)</i>	2,1%
	<i>Consommation de tabac</i>	0,3%
	<i>Utilisation de feux d'artifice</i>	0,1%
	<i>Engins mobiles non routiers - Loisirs / jardinage</i>	0,1%
2	<b>Voitures particulières diesel</b>	<b>9,0%</b>
3	<b>Autres industries manufacturières</b>	<b>8,4%</b>
4	<b>Construction</b>	<b>4,8%</b>
5	<b>Élevage</b>	<b>4,3%</b>

\* : un secteur (ou nombre de six au total : transformation de l'énergie, industrie manufacturière, résidentiel/tertiaire, agriculture/sylviculture, transport routier ou autres transports) est désagrégé en différents sous-secteurs.

Source : Citepa

#### Effets sur la santé

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

Santé publique France a réalisé une évaluation quantitative de l'impact sanitaire (EQIS) de la pollution atmosphérique afin d'en estimer le poids sur la santé. L'étude de Santé publique France apporte une nouvelle estimation nationale du poids de la pollution par les particules fines PM2.5 en lien avec l'activité humaine. Ces nouvelles données actualisent la dernière estimation publiée en 2000 dans l'étude européenne Clean Air for Europe de la Commission européenne, annonçant plus de 40 000 décès liés à la pollution en France.

Estimé à 48 000 décès par an, confirmant le même ordre de grandeur que l'étude européenne.

Santé publique France a par ailleurs mené une étude dans 17 villes en France, de 2007 à 2010 qui confirme que c'est l'exposition à la pollution, quotidienne et dans la durée qui a l'impact le plus important sur la santé, les pics de pollution ayant un effet marginal.

### Composés Organiques Volatils - Non Méthaniques [COV-NM]

Un composé organique volatil (COV) est un composé contenant au moins un atome de carbone associé à des atomes d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de soufre, d'halogènes, de phosphore, de silicium.

Ces composés, d'après leurs propriétés physico-chimiques, se trouvent à l'état de vapeur dans l'atmosphère. Les hydrocarbures appartiennent aux COV et l'amalgame est souvent fait à tort. Ceci est sans doute dû au fait que les COV sont souvent exprimés en hydrocarbures totaux équivalent méthane, ou propane. Fréquemment, le méthane (CH<sub>4</sub>) qui est un COV particulier et un gaz à effet de serre, naturellement présent dans l'air, est distingué des autres COV pour lesquels la notation COVNM (composés organiques volatils non méthaniques) est employée.

#### Effets sur la santé

Du point de vue de la santé, les effets des COV sont multiples. Les COV peuvent causer différents troubles soit par inhalation (aromatiques et oléfines par exemple), soit par contact avec la peau (aldéhydes par exemple). Ils peuvent aussi entraîner des troubles cardiaques, digestifs, rénaux et nerveux. Enfin, certains COV, comme le benzène, sont cancérogènes, tératogènes ou mutagènes. Les concentrations rencontrées dans l'environnement sont faibles.

Du point de vue environnemental, les COV réagissent avec les oxydes d'azote, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former de l'ozone troposphérique (pollution photochimique). Cet ozone que nous respirons est nocif pour notre santé (difficultés respiratoires, irritations oculaires, etc.). De plus, les COV sont aussi des gaz à effet de serre indirect.

#### Principales sources d'émission

Les COV sont issus :

- des phénomènes de combustion,
- d'évaporation de solvants présents dans les peintures, les encres, les colles, les détachants, les cosmétiques,
- d'évaporation des composés organiques tels que les carburants,
- des réactions biologiques.

Les sources de COV sont très nombreuses. Les émissions sont dues à certains procédés industriels impliquant la mise en œuvre de solvants (chimie de base et chimie fine, parachimie, dégraissage des métaux, application de peinture, imprimerie, colles et adhésifs, caoutchouc, produits d'entretien, parfums et cosmétiques, etc.) ou n'impliquant pas de solvants (raffinage du pétrole, production de boissons alcoolisées, de pain, etc.). L'utilisation de combustibles dans des installations de combustion de l'industrie et du tertiaire contribue légèrement aux émissions mais sans aucune comparaison avec les

proportions indiquées pour SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub>. Cependant, les émissions de COV des petites installations de combustion individuelles au bois sont une source importante de COV. De plus, les forêts sont fortement émettrices.

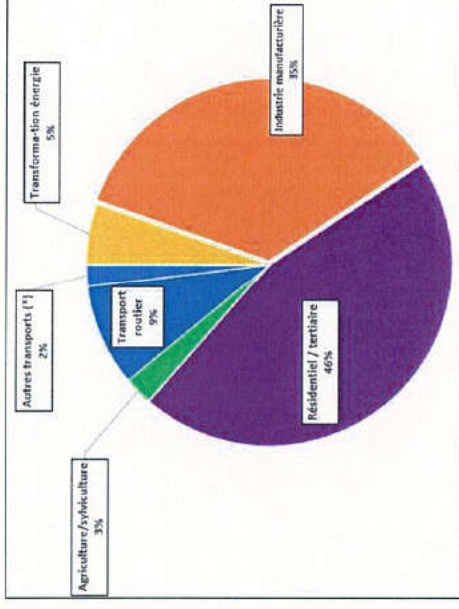


Figure 106: Répartition des émissions de COV en 2015 (source CITEPA)



**COVNM**

**EMISSIONS DANS L'AIR EN FRANCE METROPOLITAINE**

Source CITEPA / format SECTER - avril 2007 CITEPA ABP - France - dCOVNMair

Gg = t	Transforma- tion énergie	Industrie manufacturière	Résidentiel / tertiaire	Agriculture/ sylviculture	Transport routier	Autres transports (*)	Hors total TOTAL	( <sup>1</sup> )
1988	214	573	645	44	952	16	2,445	1,350
1990	165	577	681	42	910	21	2,395	1,552
1995	103	500	688	39	688	22	2,007	1,605
2000	75	502	523	38	446	24	1,608	1,572
2001	68	487	509	35	408	24	1,532	1,532
2002	61	464	486	35	363	25	1,403	1,500
2003	58	430	463	34	318	25	1,329	1,908
2004	57	411	485	33	280	26	1,251	1,552
2005	54	397	421	32	238	25	1,166	1,661
2006	53	376	380	30	200	23	1,061	1,790
2007	53	331	350	29	169	20	951	1,475
2008	47	296	342	28	139	17	870	1,453
2009	44	253	319	26	118	15	786	1,584
2010	42	267	339	24	104	12	788	1,491
2011	41	268	299	23	89	12	732	1,583
2012	38	249	334	21	77	12	702	1,538
2013	36	243	318	20	69	12	699	1,547
2014	34	240	281	18	62	12	646	1,568
2015	34	219	285	16	56	13	623	1,658
2016 (e)	34	222	292	16	51	13	627	1,658

(<sup>1</sup>) Reajustement aux périmètres de la CEE - NU / NEC - les émissions répertoriées hors total national sont les suivantes : les émissions maritimes internationales, les émissions de la phase croisière (2 1000 m) des trafics aériens domestique et international, ainsi que les émissions des sources biotiques de l'agriculture et des forêts et les émissions des sources non-anthropiques.  
(e) estimation préliminaire

Figure 107: Émissions des COV en France métropolitaine

Tableau 61: Classement des sous-secteurs\* les plus émetteurs en 2015 pour les COV

Classement	Sous-secteur	Part du sous-secteur dans les émissions nationales de la France métropolitaine
1	Résidentiel dont :	45% dont :
	Combustion des appareils de chauffage (chaudières, inserts, foyers, fermés et ouverts, cuisinières, etc.)	
	Utilisation domestique de solvants	21%
	Engins mobiles non routiers – Loisirs / jardinage	0,5%
2	Feux ouverts de déchets verts et autres (feux de véhicules, etc.)	0,5%
	Construction	10%
3	Autres industries manufacturières	8,4%
4	Agro-alimentaire	5,8%

\* : un secteur (au nombre de six au total : transformation de l'énergie, industrie manufacturière, résidentiel/tertiaire, agriculture/sylviculture, transport routier ou autres transports) est désagrégé en différents sous-secteurs.

Source : Citepa

**Benzène [C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>]**



Molécule de benzène

Le benzène, polluant cancérigène pour l'homme, est émis majoritairement par le secteur résidentiel, chauffage au bois, et les transports. Ses émissions ont baissé ainsi que les concentrations à proximité du trafic routier.

En 2015, les concentrations moyennes annuelles sont de 1,7 µg/m<sup>3</sup> à proximité d'industries, de 1,5 µg/m<sup>3</sup> à proximité du trafic routier et de 1 µg/m<sup>3</sup> en fond urbain. Des dépassements de la réglementation pour la protection de la santé humaine sont mesurés localement, principalement à proximité d'industries et du trafic routier

Entre 2000 et 2015, les concentrations annuelles en benzène ont diminué à proximité du trafic routier. Cette baisse s'explique en partie par la limitation du taux de ce polluant dans l'essence à la suite de la mise en application de la réglementation européenne au 1er

janvier 2000 (directive 98/70/CE du 13 octobre 1998). La diminution importante du nombre de véhicules essence dans le parc roulant français a pu aussi jouer un rôle.

**Principales sources d'émission**

Sur la période 2000-2014, les émissions françaises de benzène ont diminué de 65 %. En 2014, le principal secteur émetteur est le résidentiel-tertiaire (58 %), en particulier du fait de la combustion du bois, suivi des transports (26 %).

**L'évolution des émissions de benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) en France**

En tonnes

Année	Industrie	Résidentiel / Tertiaire	Agriculture / Sylviculture	Transports	Total
2000	2431	13350	994	10925	27.700
2001	2286	12964	973	10420	26.643
2002	2190	11366	945	9538	24.039
2003	2108	11685	919	8730	23.442
2004	2084	11113	912	8137	22.246
2005	2045	10249	869	7327	20.490
2006	1822	8908	825	6663	18.218
2007	1839	7921	774	5984	16.418
2008	1586	7780	716.7	5164	15.247
2009	1409	7467	643.8	4658	14.478
2010	1347	7762	594.9	4311	14.014
2011	1288	6044	564.1	3685	11.561
2012	1185	6365	510.0	3275	11.335
2013	1159	6568	504.8	2875	11.107
2014	1102	5578	443.9	2523	9.647
Evolution 2000-2014 en %	-55	-58	-55	-77	-65
Part 2014 de chaque secteur en %	11	58	4.6	26	

Notes : l'industrie regroupe l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ; les transports regroupent le transport routier et les autres transports (aériens, ferroviaires, fluviaux et maritimes hors transports internationaux).

Champ : France métropolitaine

Source : Citepa, format Secten, mise à jour avril 2016

**Figure 108: Émissions du benzène en France métropolitaine**

**Effets sur la santé**

L'inhalation d'un taux très important de benzène peut causer la mort, tandis que des taux élevés peuvent occasionner des somnolences, des vertiges, une accélération du rythme cardiaque, des maux de tête, des tremblements, la confusion ou la perte de connaissance.

Une exposition de cinq à dix minutes à un taux de benzène dans l'air de 2 % environ suffit pour entraîner la mort. La dose létale par ingestion est de 50 mg/kg. L'ingestion de nourriture ou de boissons contenant des taux élevés de benzène peut occasionner des vomissements, une irritation de l'estomac, des vertiges, des somnolences, des convulsions, une accélération du rythme cardiaque, voire la mort.

De nombreuses études ont mis en évidence des effets hémotoxiques et immunotoxiques. L'effet principal d'une exposition chronique au benzène est un endommagement de la moelle osseuse, qui peut occasionner une décroissance du taux de globules rouges dans le sang et une anémie. Il peut également occasionner des saignements et un affaiblissement du système immunitaire. L'effet du benzène sur la fertilité de l'homme ou le bon développement du fœtus n'est pas connu. Enfin, le benzène est reconnu comme étant une substance cancérigène. Les propriétés cancérigènes du benzène proviennent de ce qu'il se comporte comme un agent intercalant (c'est-à-dire qu'il se glisse entre les bases nucléotidiques des acides nucléiques, dont l'ADN, provoquant des erreurs de lecture et/ou de répllication).

**Toluène [C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub>]**



**Moécule de toluène**

Le toluène, en air ambiant extérieur, est émis en grande partie par le trafic automobile. En effet, son adjonction aux supercarburants leur donne des propriétés antidétonantes qui permettent le bon fonctionnement des véhicules automobiles (amélioration de l'indice d'octane). Enfin, il peut également être dû aux industries qui le produisent ou l'utilisent. Il intervient par exemple dans la fabrication du Nylon ou de produits pharmaceutiques et cosmétiques, etc.

À l'intérieur des locaux, les plus fortes concentrations se rencontrent lors de l'utilisation de produits courants (peinture, colles, encres...) dans lesquels il sert de solvant. La fumée de tabac est également source de toluène.

**Principales sources d'émission**

L'essence automobile, qui contient de 5 à 7 % de toluène, est à l'origine d'environ 65 % du toluène anthropique présent dans l'air. Le reste provient essentiellement de l'industrie pétrolière et de procédés industriels utilisant le toluène, seulement 2 % résultent de la production. Presque tout le toluène rejeté dans l'environnement se retrouve dans l'air du fait de sa pression de vapeur.

Les volcans et les feux de forêt constituent par ailleurs des sources naturelles d'émission.



#### Effets sur la santé

Les effets du toluène sur la santé varient selon le degré auquel vous y êtes exposés, la durée pendant laquelle vous y êtes exposés et de votre propre sensibilité au produit chimique. Il a été démontré que le toluène provoque l'irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, des étourdissements et une sensation d'ivresse lors d'études en laboratoire et en milieu de travail. Le toluène a également été associé à des effets neurologiques, y compris une baisse de la performance dans les tests de mémoire à court terme, d'attention et de concentration, de balayage visuel et dans l'accomplissement d'activités physiques, ainsi qu'à des effets négatifs sur la vision des couleurs et la capacité auditive.

#### Éthylbenzène [C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>]



L'éthylbenzène est un hydrocarbure aromatique. Il est un composant naturel du pétrole dont il peut être extrait en mélange avec les xylènes. Comme la plupart des composés issus du pétrole, l'éthylbenzène est un constituant de base des produits chimiques et pétrochimiques. L'éthylbenzène présente dans l'atmosphère l'est uniquement sous forme de vapeur. Il est dégradé par réactions photochimiques avec les radicaux hydroxyles et on considère que sa durée de vie dans l'air est inférieure à 3 jours (INERIS, 2005).

#### Molécule d'éthylbenzène

#### Principales sources d'émission

Bien que l'éthylbenzène soit présent de façon naturelle dans l'environnement (feux de forêt, pétrole brut...), les rejets sont essentiellement d'origine humaine. Sa principale source de rejet est liée au trafic routier (INERIS, 2005). La production et les utilisations industrielles d'éthylbenzène constituent également des sources de rejet importantes.

#### Effets sur la santé

L'éthylbenzène est bien absorbé par toutes les voies d'exposition et se distribue largement. Après métabolisation, il est éliminé dans l'urine en un grand nombre de métabolites. Chez l'homme, les métabolites principaux sont l'acide mandélique et l'acide phénylpyoxylique. L'éthylbenzène est bien absorbé par inhalation chez l'homme et par voie cutanée. Après inhalation, il se distribue dans tout l'organisme, les quantités les plus importantes étant situées au niveau du foie, du tractus gastro-intestinal et des os. Un taux plus faible est mesuré dans le tissu adipeux. Il peut également traverser la barrière placentaire.

L'éthylbenzène est essentiellement considéré comme un irritant cutané et muqueux pouvant entraîner une dépression du système nerveux central. Une atteinte hématologique et hépatique a plus rarement été rapportée. Il n'est pas toxique pour la fertilité.

#### Xylènes

Les xylènes sont un groupe d'hydrocarbures aromatiques dérivés méthylés du benzène. Ce groupe est constitué de trois isomères structuraux : 1,2-diméthylbenzène, 1,3-diméthylbenzène et 1,4-diméthylbenzène (appelés respectivement ortho-diméthylbenzène, méta-diméthylbenzène et para-diméthylbenzène).



Molécule de o-xylène



Molécule de m-xylène



Molécule de p-xylène

#### Principales sources d'émission

Bien que les xylènes puissent être présents de façon naturelle dans l'environnement (feu de forêt, pétrole brut...), les rejets sont essentiellement d'origine humaine. Comme les autres COV, le xylène est en très grande majorité rejeté dans l'environnement vers l'atmosphère (INERIS, 2005), en particulier à cause de sa forte présence dans les essences. Dans ce cas, le xylène est émis soit directement lors de la vaporisation des essences (station essence, transport et stockage des carburants...), soit dans les gaz d'échappements des véhicules à essences (moteurs, volatilsation...). Les autres émissions proviennent des vapeurs de xylène utilisé comme solvant et des rejets de production (INERIS, 2005).

#### Effets sur la santé

Le xylène a un effet nocif sur le cerveau. Des niveaux d'expositions élevés pour des périodes même courtes peuvent entraîner des maux de tête, un défaut de coordination des muscles, des vertiges, la confusion et des pertes de sens de l'équilibre. Des expositions à des taux élevés pendant de courtes périodes de temps peuvent également occasionner une irritation de la peau, des yeux, du nez et de la gorge, des difficultés de respiration, des problèmes pulmonaires, une augmentation des temps de réaction, des pertes de mémoire, des irritations d'estomac et des altérations du fonctionnement du foie et des reins. Des taux d'exposition très élevés peuvent entraîner la perte de conscience voire la mort.

Des études sur des animaux ont montré que des concentrations de xylène élevées entraînent une augmentation du nombre d'animaux mort-nés, ainsi que des retards de

croissance et de développement. Dans beaucoup de cas, ces mêmes concentrations ont également des effets négatifs sur la santé des mères. L'effet d'expositions de la mère à de faibles concentrations de xylène sur le fœtus n'est pas connu à l'heure actuelle.

Les données disponibles indiquent que les femmes enceintes exposées à de faibles concentrations de xylène pendant la grossesse ont un risque accru de donner naissance à un enfant avec un poids à la naissance inférieur à la normale.

Les données disponibles indiquent que les femmes enceintes exposées à de faibles concentrations de xylène pendant la grossesse ont un risque accru de donner naissance à un enfant avec un poids à la naissance inférieur à la normale.

Les données disponibles indiquent que les femmes enceintes exposées à de faibles concentrations de xylène pendant la grossesse ont un risque accru de donner naissance à un enfant avec un poids à la naissance inférieur à la normale.

Les données disponibles indiquent que les femmes enceintes exposées à de faibles concentrations de xylène pendant la grossesse ont un risque accru de donner naissance à un enfant avec un poids à la naissance inférieur à la normale.

Les données disponibles indiquent que les femmes enceintes exposées à de faibles concentrations de xylène pendant la grossesse ont un risque accru de donner naissance à un enfant avec un poids à la naissance inférieur à la normale.



**ANNEXE N°6 : EFFETS SANITAIRES DES POLLUANTS GENERES PAR LE TRAFIC ROUTIER**

**Tableau 62 : Effets sanitaires redoutés avec seuils – Voie inhalation**

<b>Acétaldéhyde</b>	Chez l'homme, l'acétaldéhyde, en tant que métabolite de l'éthanol, induit des altérations hépatiques, des rougeurs de la face et des effets sur le développement lors de la consommation d'alcool.
<b>Acroléine</b>	L'acroléine est un irritant des voies respiratoires supérieures et des yeux chez les humains.
<b>Benzène</b>	De nombreuses études ont mis en évidence des effets hémotoxiques 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>Formaldéhyde</b>	Les principaux effets observés, chez l'homme, sont des effets locaux au niveau des voies aériennes supérieures avec une irritation des yeux, du nez et de la gorge, et des lésions de l'épithélium nasal.
<b>Benzo(a)pyrène</b>	La littérature ne rapporte que des effets par contact cutané.
	La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fondrières, 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 (hyper kératose et hyperpigmentation) - du système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).
<b>Arsenic</b>	
<b>Baryum</b>	Parmi les populations professionnelles de mineurs exposées aux composés insolubles de baryum par inhalation, de nombreux cas de barytose ont été décrits.
	Chez l'homme, le rein est la principale cible. L'exposition chronique au cadmium entraîne une néphropathie irréversible, pouvant conduire à une insuffisance rénale. Des troubles respiratoires sont rapportés pour des expositions cumulées par inhalation. Ils sont liés aux effets irritants des particules de cadmium. Les atteintes pulmonaires sont des rhinites, bronchites, et emphysèmes. L'altération pulmonaire peut apparaître jusqu'à 20 ans après l'exposition. Des atteintes du squelette liées à une interférence avec le métabolisme du calcium sont observées lors des expositions aux doses les plus élevées. Cependant, la toxicité osseuse est établie également lors d'exposition n'induisant pas de lésions rénales.
<b>Cadmium</b>	
<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>Mercur</b>	Chez l'homme, les deux principaux organes cibles du mercure élémentaire et du mercure inorganique sont le système nerveux central et le rein. Ainsi, les principaux symptômes d'intoxication par le mercure sont d'ordre neurologique comme des troubles de la psychomotricité, des troubles cognitifs et des modifications de la personnalité (comme de l'irritabilité, de l'anxiété). Le mercure atteint également les reins (lésions glomérulaires et tubulaires) et induit une protéinurie. Enfin, il est également observé des troubles cardiovasculaires (tachycardie, hypertension artérielle), respiratoires, hépatiques et immunologiques. Le mercure organique atteint essentiellement le cerveau.
<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>Plomb</b>	Le plomb s'accumule dans l'organisme et il est reconnu qu'une exposition de longue durée (exposition chronique) à des composés inorganiques du plomb a des effets nocifs importants sur la santé. L'inhalation ou l'ingestion de composés inorganiques du plomb, y compris le plomb élémentaire, ont des effets à long terme sur la santé qui sont semblables. L'exposition professionnelle prolongée à de faibles concentrations de plomb cause des dommages au système nerveux central (SNC) ou aux fonctions cérébrales des travailleurs. Typiquement, les symptômes se produisent après une exposition faible ou modérée et ils comprennent la tendance à l'oubli, l'irritabilité, la fatigue, les maux de tête, la fatigue extrême, l'impuissance, une diminution de la libido (pulsion sexuelle), les étourdissements et la dépression. Des expositions répétées à des concentrations modérées ou élevées peuvent causer une encéphalopathie (une dégénérescence progressive de certaines régions du cerveau). Les symptômes précoces de l'encéphalopathie comprennent l'apathie, l'irritabilité, un raccourcissement du temps d'attention, des maux de tête, des tremblements musculaires, des pertes de mémoire et des hallucinations. Des symptômes plus graves se produisent pour des niveaux d'exposition très élevés et comprennent le délire, le manque de coordination, des convulsions, la paralysie, le coma et le décès. Des expositions répétées aux composés inorganiques du plomb peuvent avoir des effets sur le comportement. Des concentrations faibles ou modérées de plomb inorganique causent des dommages au système nerveux périphérique (les nerfs des bras et des jambes) des personnes qui y sont exposées par leur travail. On a observé des lésions rénales réversibles chez certains travailleurs ayant subi des expositions faibles répétées à des composés inorganiques du plomb. Le plomb inorganique peut avoir des effets nocifs sur certains types de globules sanguins.



	<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 (limbriols, 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 cardio-vasculaire, 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 anatomopathologiques 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>
<p><b>Particules diesel</b></p>	<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>
<p><b>Oxydes d'azote</b></p>	<p>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.</p> <p>Les signes d'appel d'une intoxication chronique sont les mêmes que dans le cas d'une intoxication subaiguë débilitante: 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.</p>
<p><b>Dioxyde de soufre</b></p>	<p>Le cas d'une intoxication chronique sont les mêmes que dans le cas d'une intoxication subaiguë débilitante: 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.</p>
<p><b>Monoxyde de carbone</b></p>	

**Tableau 63 : Effets sanitaires redoutés sans seuils – Voie inhalation**

	Effets cancérigènes	Effets sur la reproduction et le développement
<p><b>Acétaldéhyde</b></p>	<p>Chez l'homme, une seule étude épidémiologique montre une augmentation de l'incidence des cancers toutes causes confondues chez des travailleurs exposés à l'acétaldéhyde mais le faible nombre de cas ne permet pas de conclure.</p>	<p>Chez l'animal, l'acétaldéhyde passe la barrière placentaire. Des effets tératogènes, de type retard de croissance, d'ossification ou augmentation du nombre de résorptions sont rapportés pour des expositions intrapéritonéales ou intraveineuses.</p> <p>L'acétaldéhyde a été étudié par l'Union Européenne mais il n'a pas été classé.</p>
<p><b>Acroléine</b></p>	<p>La seule étude épidémiologique relevée (Bittersohl, 1975) est jugée inadéquate pour l'évaluation de la cancérogénicité de l'acroléine chez les humains puisqu'elle ne se limite qu'à des observations qualitatives. Elle ne présente aucune analyse quantitative par site de tumeur avec une population témoin, normalisée en fonction de l'âge et du sexe. Par ailleurs, les travailleurs étudiés avaient été exposés en même temps à plusieurs autres substances.</p>	<p>L'acroléine est difficile à tester en mutagenèse car elle a une grande réactivité qui l'empêche d'atteindre sa cible et une forte cytotoxicité qui gêne l'expression de la mutation. Cependant, elle peut être considérée comme un mutagène faible in-vivo, en absence d'activation métabolique dans les tests bactériens.</p>
<p><b>Benzène</b></p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Butadiène (1,3)</b></p>	<p>Chez l'homme, il semble qu'il existe un lien entre la survenue de leucémies et les expositions au 1,3-butadiène</p>	<p>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</p>
<p><b>Formaldéhyde</b></p>	<p>Le formaldéhyde a été classé dans le Groupe 1 par l'ARC en 2004, sur la base d'une preuve épidémiologique suffisante pour démontrer qu'il peut être à l'origine de cancers du nasopharynx chez l'homme. Il existe également une forte présomption, mais non suffisante,</p>	<p>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.</p>



Effets cancérigènes	Effets sur la reproduction et le développement
<p>pour établir un lien de causalité entre l'exposition professionnelle au formaldéhyde et l'apparition de leucémies. Bien que l'exercès de risque noté pour les cancers pulmonaires soit faible, le rôle du formaldéhyde ne peut être exclu définitivement.</p> <p>Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérigène du benzol(a)pyrène à lui seul chez l'homme. Les études chez l'animal indiquent que le benzol(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 à une action à la fois locale et systémique.</p>	<p>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 benzol(a)pyrène sur la reproduction. Le benzol(a)pyrène est embryotoxique chez la souris.</p>
<p><b>Benzol(a)pyrène</b></p>	<p>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 sur le développement sont principalement mis en évidence par inhalation, avec des pertes post implantatoires et une diminution du nombre de foetus viables. Seul l'arséniate de plomb est classé par l'Union Européenne en Catégorie 1 et 3.</p>
<p><b>Arsenic</b></p>	<p>L'arsenic a été l'un des premiers composés chimiques reconnus comme cancérigène : - par le CIRC (groupe 1) - par l'US EPA (Classe A) - par l'Union Européenne (4 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.</p>
<p><b>Baryum</b></p>	<p>Aucune étude humaine n'a été réalisée pour connaître les effets cancérigènes, mutagène et reprotoxiques du baryum</p>
<p><b>Cadmium</b></p>	<p>Chez l'homme, plusieurs études de cohorte ou des études cas-témoin ont été menées afin de déterminer le risque de cancers lié à une exposition au cadmium en milieu professionnel. La plupart rapportent des cancers pulmonaires et de la prostate. Les études par inhalation chez le rat confirment les données rapportées chez l'homme.</p>

Effets cancérigènes	Effets sur la reproduction et le développement
<p>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.</p>	<p>diminution du poids des foetus, ainsi que des effets tératogènes et neuro-développementaux.</p> <p>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 (Shimitova, 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.</p>
<p><b>Chrome</b></p>	<p>Le a clairement été montré un effet concernant la cancérogénèse du mercure et de ses composés, ne permettent pas de statuer sur son caractère cancérigène, ce qui explique l'absence de classification européenne.</p>
<p><b>Mercur</b></p>	<p>Les résultats contradictoires, concernant la cancérogénèse du mercure et de ses composés, ne permettent pas de statuer sur son caractère cancérigène, ce qui explique l'absence de classification européenne.</p>
<p><b>Nickel</b></p>	<p>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.</p>
<p><b>Plomb</b></p>	<p>Des effets nocifs sur l'appareil reproducteur ont été signalés chez des hommes exposés à des concentrations faibles ou modérées. Les effets correspondants chez la femme n'ont pas été démontrés dans les cas d'exposition faible ou modérée au plomb inorganique. Des effets nocifs sur l'appareil reproducteur ont été signalés chez l'homme et chez la femme à la suite d'exposition élevée.</p>



Effets cancérigènes	Effets sur la reproduction et le développement
<p>fabriques de pigments, des imprimeries et des fabriques de verre, a permis d'établir l'existence d'un risque excédentaire significatif de l'ensemble des cancers (cancers de l'estomac, du poumon et de la vessie), sauf du rein. L'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) a attribué au plomb élémentaire la cote de cancérogénicité A3 (cancérogénicité confirmée chez les animaux, mais inconnue chez l'humain).</p>	<p>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 comparaient 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 cancérogénicité chez l'humain. Cependant, il y a quelques signes de cancérogénicité chez les animaux. Évaluation globale faite par le CIRC : Il est impossible de classer le SO<sub>2</sub> en fonction de sa cancérogénicité chez l'humain (groupe 3).</p>
<p><b>Particules diesel</b></p>	<p><b>Dioxyde de soufre</b></p>
<p>Certaines études chez l'animal semblent montrer des atteintes possibles au niveau de la spermatogénèse. Ces données sont cependant trop partielles et ne peuvent pas être extrapolées actuellement chez l'homme.</p>	<p>L'oxyde de carbone ne modifie pas la fertilité et ne semble pas tératogène, mais il est nettement foetotoxique. 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.</p>
<p><b>Oxydes d'azote</b></p>	<p><b>Monoxyde de carbone</b></p>
<p>Le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote n'ont pas été classés cancérogènes par l'UE, l'US EPA et l'ARC ; 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.</p>	<p>Le monoxyde de carbone n'est pas classé par le CIRC.</p>





### *Contact*

Technisim Consultants  
2 rue Saint Théodore  
69003 Lyon

**T** : 04 72 33 91 67

**E** : [technisim@wanadoo.fr](mailto:technisim@wanadoo.fr)

