Décembre 2020

RIVIERE-LETELLIER

Projet de ZAC de la Rucherie - Bussy-Saint-Georges (77)

Etude "Air et Santé"
Etat initial

Références : Rapport ARIA/2020.046
Documents associés : -

Type de document : Rapport d'études
Avancement du document : Version 2
Accessibilité : Restreint

ARIA Technologies SA
8-10 rue de la Ferme – 92100 Boulogne Billancourt
Tél. : +33 (0)1 46 08 68 60 – Fax : +33 (0)1 41 41 93 17 – E-mail : info@aria.fr - http:/ /www.aria.fr
S.A au capital de 779 947 € - SIRET 379 180 474 00049 – Code APE 6201Z – RCS Nanterre B 379 180 474

"Un seul métier, L'environnement Atmosphérique"

ARIA Technologies	**Titre :** Projet de ZAC de la Rucherie - Bussy-Saint-Georges (77) – Etude "Air et Santé"						
N° rapport ARIA	20.046						
N° action ARIA	20.219						
Nombre de pages	80	**Nombre de figures**	27	**Nombre de tableaux**	15	**Nombre d'annexes**	3
Auteur(s)	ARIA Technologies, Aude Hervouin, Ingénieure d'études Qualité de l'Air						
Sous-traitants	RINCENT Air						

Intérêt documentaire			Accessibilité	Confidentielle		Libre	
Oui		Non		ARIA Technologies		Restreinte	

Etat du document	Rédacteurs Nom/Date	Relecteur Nom/Date
Version V1	Aude Hervouin Le 18/12/2020	Lydia RICOLLEAU Le 21/12/2020
Version V2	Aude Hervouin Lydia RICOLLEAU Le 05/01/2021	

DIFFUSION	Date	DESTINATAIRES	Nombre
Diffusion informatique	05/01/2021	RIVIERE-LETELLIER	1
Diffusion papier	-	-	-

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE....6

2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE....7

2.1 Localisation du projet....7
2.2 Population....8
2.3 Météorologie....13

3. ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR....19

3.1 Documents de planification relatif à l'air....19
3.2 Bilan des émissions dans l'air....20
3.3 Qualité de l'air....23

4. SYNTHESE DE L'ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR....41

ANNEXES....42

ANNEXE 1 : SITES SENSIBLES PRESENTS DANS LA ZONE D'ETUDE....43

ANNEXE 2 : RAPPORT DE LA PREMIERE CAMPAGNE DE MESURES....47

ANNEXE 3 : RAPPORT DE LA SECONDE CAMPAGNE DE MESURES....63

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE 2019) 9
Tableau 2 : Population par commune (INSEE 2020 sur la base des données 2017) 9
Tableau 3 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues 14
Tableau 4 : statistiques relatives à la pluviométrie 17
Tableau 5 : statistiques relatives à la température de l'air 17
Tableau 6 : densité d'émissions par km² et par département en 2017 (source : AIRPARIF mai 2020) .21
Tableau 7 : Bilan des émissions annuelles en 2017 (source : AIRPARIF 2020) 22
Tableau 8 : Valeur réglementaire française relative à la qualité de l'air 24
Tableau 9 : Tendances observées et situation de l'année 2019 vis-à-vis des normes réglementaires et des recommandations de l'OMS pour les concentrations des différents polluants réglementés en Ile-de-France et (source : rapport d'activité 2019 AIRPARIF) 26
Tableau 10 : Concentrations moyennes annuelles mesurées à la station de mesure AIRPARIF 28
Tableau 11 : Plan d'échantillonnage de la première campagne (du 13 au 27/10/20) 33
Tableau 12 : Plan d'échantillonnage de la seconde campagne (du 10 au 24/11/20) 33
Tableau 13 : Etude des données des stations AIRPARIF (données : AIRPARIF) 37
Tableau 14 : Résultats des mesures de NO_2 – moyenne sur la première campagne 37
Tableau 15 : Résultats des mesures de NO_2 – moyenne sur la seconde campagne 38

FIGURES

Figure 1 : Localisation des projets 7
Figure 2 : Contour des communes à proximité du projet 8
Figure 3 : Densité de population en 2015 dans la zone d'intérêt (données INSEE) 10
Figure 4 : Localisation des établissements sensibles 12
Figure 5 : rose des vents générale – 2017 à 2019 (3 ans) 14
Figure 6 : Rose des vents de la station de Torcy (source : Météo-France) 15
Figure 7 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique 16
Figure 8 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie (période du 01/01/2017 au 31/12/2019) 17
Figure 9 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2017 au 31/12/2019) 18
Figure 10 : Répartition par secteur d'activités des principaux polluants en 2017 pour la Région Île-de-France (source : AIRPARIF mai 2020) 20
Figure 11 : Répartition spatiale des émissions d'oxydes d'azote (NOx) par département en 2017 (source : AIRPARIF mai 2020) 21
Figure 12 : Evolution des émissions par secteurs d'activités pour la communauté d'agglomération de Marne et Gondoire (source : AIRPARIF 2020) 22
Figure 13 : « Zone sensible » pour la qualité de l'air en Ile-de-France (PPA Ile-de- France) 27
Figure 14 : Localisation de la station de mesure AIRPARIF la plus proche des projets 28
Figure 15 : Carte de concentrations moyenne annuelle en NO_2 – année 2019 (source : AIRPARIF) 29
Figure 16 : Carte de concentrations moyenne annuelle en PM10 – année 2019 (source : AIRPARIF) ..30
Figure 17 : Carte de concentrations moyenne annuelle en PM2.5 – année 2019 (source : AIRPARIF) .30
Figure 18 : Plan d'échantillonnage de la première campagne (du 13 au 27/10/20) 32
Figure 19 : Plan d'échantillonnage de la seconde campagne (du 10 au 24/11/20) 32
Figure 20 : Etude des températures et précipitations durant la première campagne de mesure (données : Météo France) 34
Figure 21 : Etude des températures et précipitations durant la première campagne de mesure (données : Météo France) 35
Figure 22 : Etude des conditions de vent durant la première campagne (données : Météo France) ...36
Figure 23 : Etude des conditions de vent durant la seconde campagne (données : Météo France) 36

Figure 24 : Cartographie des résultats – moyenne sur la première campagne 37
Figure 25 : Cartographie des résultats – moyenne sur la seconde campagne.....38
Figure 26 : Comparaison des résultats des concentrations de NO_2 à la réglementation, première campagne.....39
Figure 27 : Comparaison des résultats des concentrations de NO_2 à la réglementation, seconde campagne.....39

1. CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre de l'étude d'impact du projet de ZAC du « Parc d'activités de la Rucherie » à Bussy-Saint-Georges (77), RIVIERE-LETELLIER a confié à ARIA Technologies la réalisation de l'étude Air et Santé au sens de la note méthodologique « Air et Santé[1] ».

L'étude Air et Santé prend également en compte le projet de diffuseur dit du Sycomore (réalisé par la SANEF).

L'étude Air et Santé suivra les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Cette étude se déroule en deux temps :

1. L'état initial de la qualité de l'air incluant deux campagnes de mesures in-situ ;
2. L'étude « Air et Santé » proprement dite (étude de dispersion et évaluation des risques sanitaires).

Le présent rapport concerne la présentation de l'état initial de la qualité de l'air.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la règlementation en vigueur au moment de la réalisation du dossier.

La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

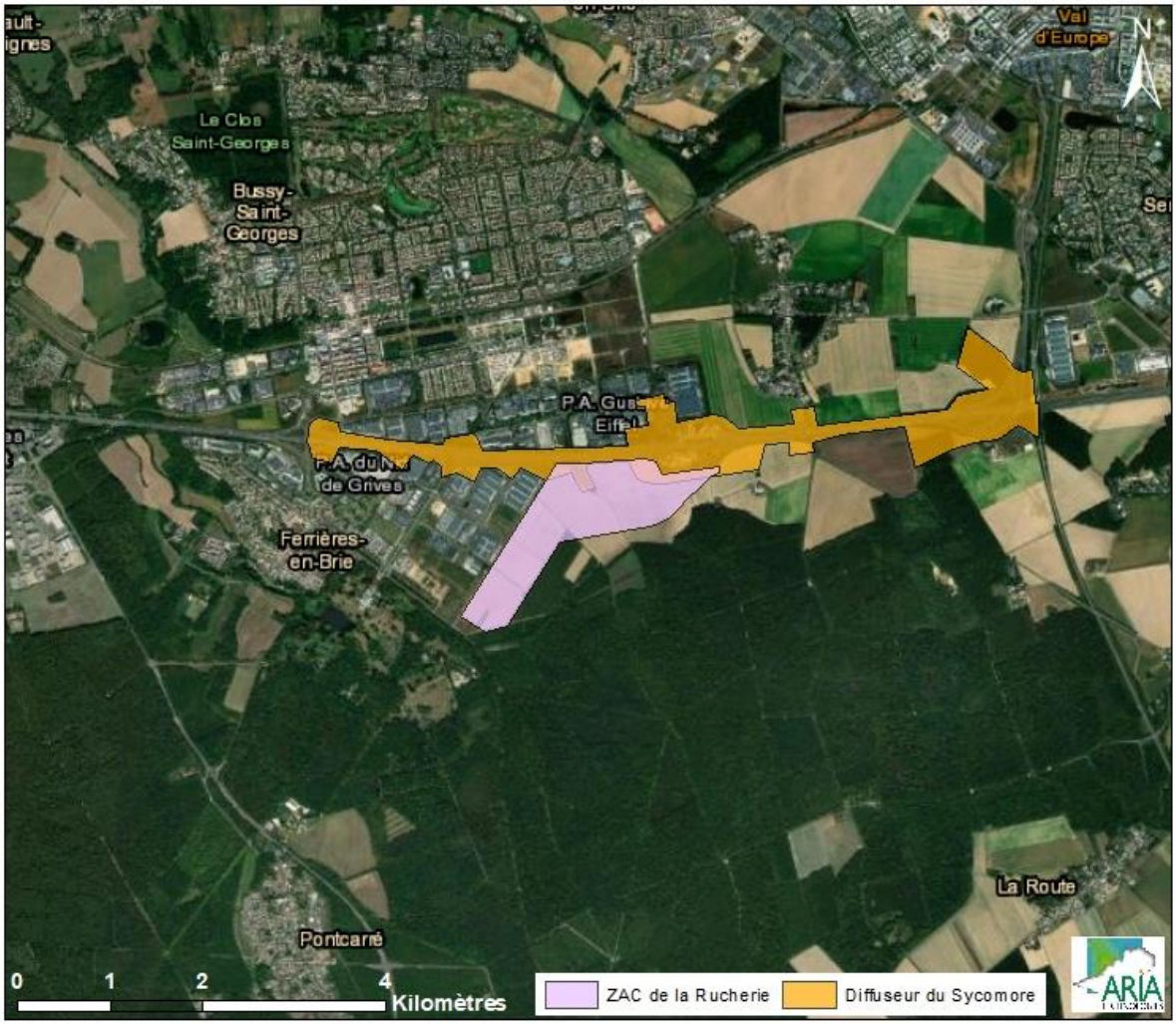
[1] -Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005

2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 LOCALISATION DU PROJET

Le projet de ZAC de la Rucherie se situe sur la commune de Bussy-Saint-Georges (77), au sud de l'autoroute A4 (cf. Figure 1). Le projet de diffuseur du Sycomore se trouve à proximité, dont le périmètre s'étend le long de l'autoroute A4.

Figure 1 : Localisation des projets



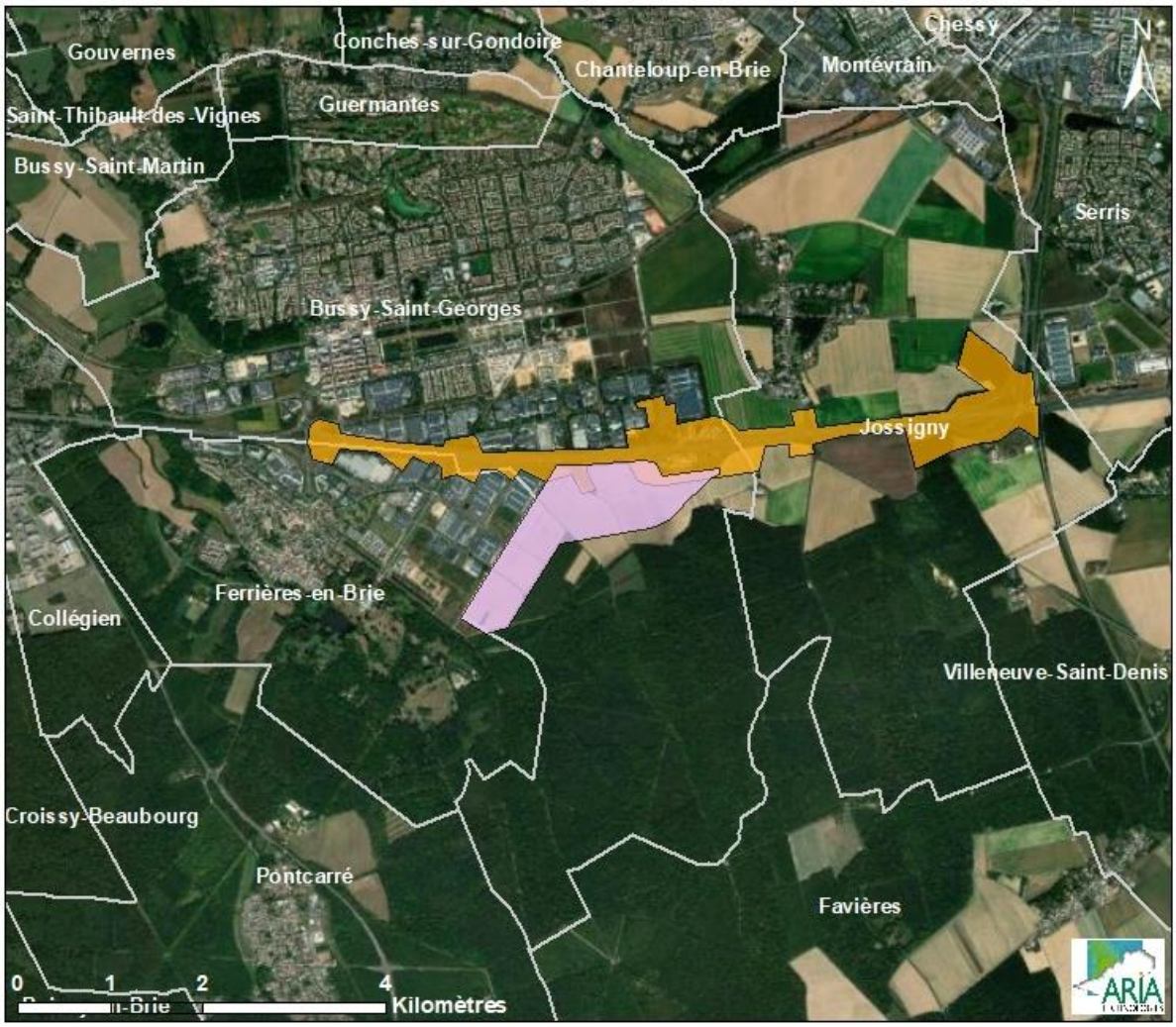
2.2 POPULATION

2.2.1 Population générale

2.2.1.1 Recensement de la population

Le projet de ZAC de la Rucherie se situe sur la commune de Bussy-Saint-Georges. Le projet de diffuseur du Sycomore s'étend sur les communes de Bussy-Saint-Georges, Ferrières-en-Brie et Jossigny. Le recensement de la population est fait sur 15 communes autour du projet (cf. Figure 2).

Figure 2 : Contour des communes à proximité du projet



Légende

- ZAC de la Rucherie
- Diffuseur du Sycomore
- Communes

Le Tableau 1 présente l'évolution de la population par commune et le Tableau 2 présente les données de population par catégorie d'âge en 2017 par commune.

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE 2019)

Libellé géographique	Population en 1990	Population en 1999	Population en 2010	Population en 2017
BUSSY-SAINT-GEORGES	1 545	9 194	23 341	27 379
FERRIERES-EN-BRIE	-	-	2 198	3 433
COLLEGIEN	2 331	2 983	3 145	3 400
PONTCARRE	1 748	1 816	2 001	2 251
FAVIERES	847	941	1 106	1 109
VILLENEUVE-SAINT-DENIS	559	670	714	924
JOSSIGNY	529	530	629	687
CHANTELOUP-EN-BRIE	1 222	1 780	2 121	3 953
GUERMANTES	1 128	1 392	1 243	1 147
CONCHES-SUR-GONDOIRE	-	1 716	1 740	1 746
MONTEVRAIN	1 794	3 149	8 675	11 563
SERRIS	898	2 320	7 595	9 040
BUSSY-SAINT-MARTIN	475	573	724	676
GOUVERNES	934	1 024	1 113	1 176
CHESSY	1 124	1 667	4 298	5 633

Tableau 2 : Population par commune (INSEE 2020 sur la base des données 2017)

Communes	Population	Pop 0-14 ans	Pop 15-29	Pop 30-44 ans	Pop 45-59 ans	Pop 60-74 ans	Pop 75-89 ans	Pop 90 ans ou plus
BUSSY-SAINT-GEORGES	27 379	6 263	6 166	6 590	5 495	2 189	602	74
FERRIERES-EN-BRIE	3 433	720	717	901	634	364	92	5
COLLEGIEN	3 400	759	603	766	720	471	76	4
PONTCARRE	2 251	512	351	516	463	293	111	5
FAVIERES	1 109	193	195	209	263	178	67	4
VILLENEUVE-SAINT-DENIS	924	187	122	197	160	148	73	37
JOSSIGNY	687	151	99	152	141	105	34	5
CHANTELOUP-EN-BRIE	3 953	1 105	668	1 022	603	325	177	53
GUERMANTES	1 147	216	163	218	269	246	33	1
CONCHES-SUR-GONDOIRE	1 746	302	234	305	342	323	193	46
MONTEVRAIN	11 563	2 555	2 827	3 362	1 813	786	199	21
SERRIS	9 040	1 943	2 217	2 283	1 618	662	249	68
BUSSY-SAINT-MARTIN	676	106	106	127	166	133	35	3
GOUVERNES	1 176	219	189	229	260	220	56	2
CHESSY	5 633	1 379	1 139	1 528	1 007	452	117	11

2.2.1.2 Localisation des zones habitées et densité de population

Les données de population proviennent des données INSEE géolocalisées (année 2015, la plus récente disponible au moment de la rédaction du document).

La Figure 3 présente la densité de population à proximité des projets et les zones habitées.

Figure 3 : Densité de population en 2015 dans la zone d'intérêt (données INSEE)

Légende

- ZAC de la Rucherie
- Diffuseur du Sycomore
- Bâtiments habités

Densité de population (hab/km²)

- < 500
- 500 - 1 000
- 1 000 - 5 000
- 5 000 - 10 000
- > 10 000

2.2.2 Populations sensibles

Certaines populations, plus particulièrement sensibles à la qualité de l'air, peuvent être recensées par l'intermédiaire des structures qu'elles fréquentent :

- enfants : crèches et écoles ;
- personnes âgées : maisons de retraite ;
- personnes malades : hôpitaux et cliniques ;
- sportifs : stades, centres sportifs, terrains de sport extérieurs.

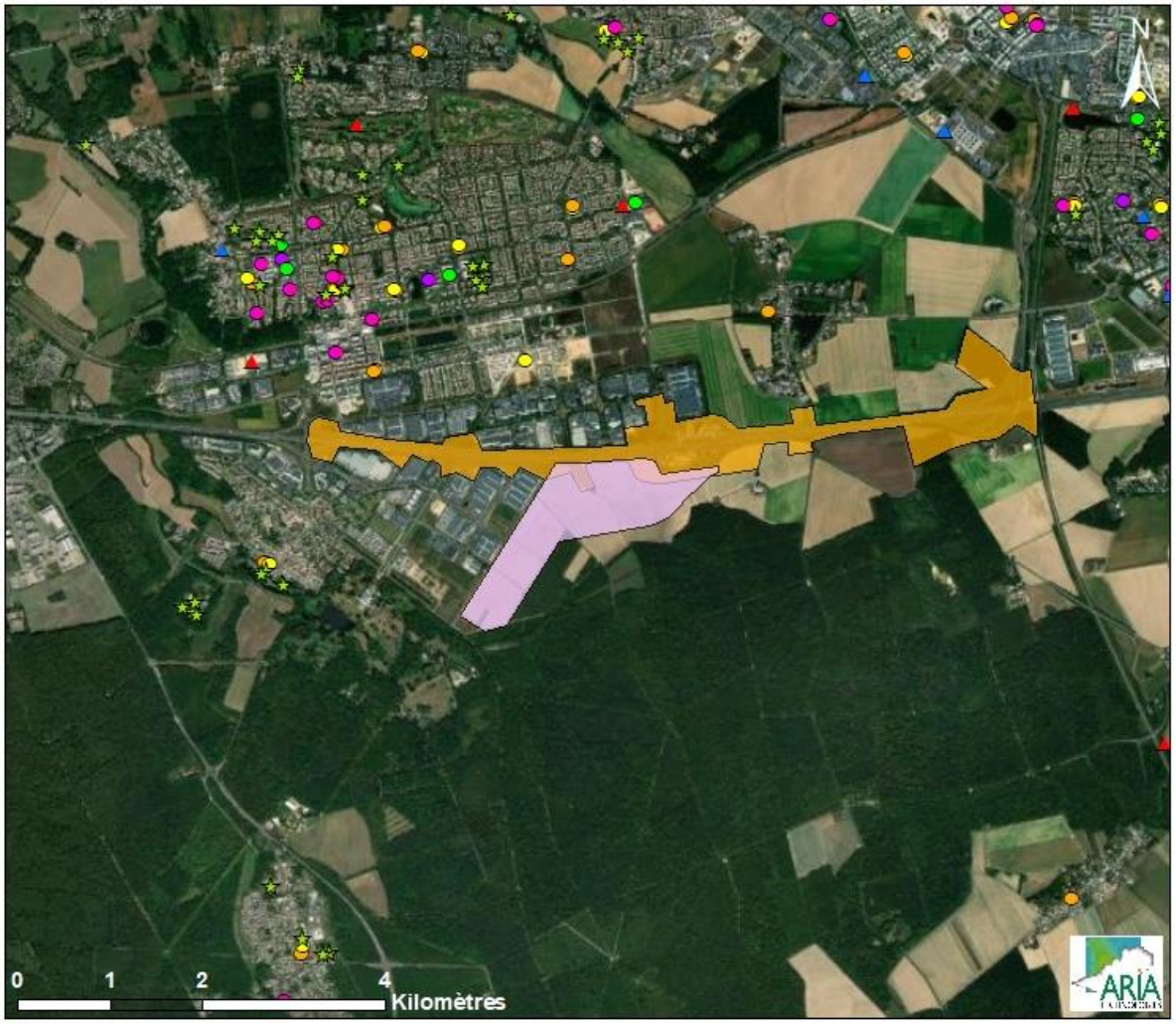
Les sites sensibles présents à proximité des projets susceptibles d'être impactés par les modifications de trafic sont recensés, on dénombre :

- 15 structures multi-accueil (crèche, halte-garderie) (Source : **https://lescreches.fr**) ;
- 39 écoles maternelles et primaires (source : annuaire de l'éducation nationale **http://www.education.gouv.fr/)** ;
- 9 collèges et lycées (source : annuaire de l'éducation nationale **http://www.education.gouv.fr/)** ;
- 3 établissement sanitaire et social et 4 maisons de retraite (Source : FINESS[2]) ;
- 41 équipements sportifs (source : **http://www.res.sports.gouv.fr/**).

La Figure 4 localise ces établissements sensibles et la liste de ces établissements et équipements est disponible en Annexe 1.

[2] Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

Figure 4 : Localisation des établissements sensibles



Légende

- ZAC de la Rucherie
- Diffuseur du Sycomore
- Equipements sportifs extérieurs
- Etablissements sanitaires
- Maisons de retraite

Etablissements scolaires

- Ecole maternelle
- Ecole élémentaire
- Collège
- Lycée

2.3 METEOROLOGIE

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont : la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure, la pluviométrie, la stabilité de l'atmosphère.

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

- suffisamment longues et complètes,
- représentatives de la climatologie du site.

2.3.1 Données météorologiques

Plusieurs paramètres rentrent en ligne de compte pour le choix de la station météorologique la plus représentative de la zone d'étude :

1. **sa position géographique :** la station retenue doit être la plus proche possible de l'installation et il ne doit pas exister d'obstacle majeur entre la station et la zone d'étude.
2. **la cadence d'acquisition des données météorologiques** : Météo-France possède des stations où les relevés sont faits toutes les heures et d'autres tous les jours. Pour notre étude, nous avons besoin de données météorologiques suffisamment fines au niveau horaire pour avoir une bonne représentativité de la météorologie locale et pour prendre en compte les phénomènes météorologiques diurnes. Il est habituel d'utiliser des bases de données météorologiques comportant des données concernant le vent, la température et la nébulosité toutes les 3 heures pendant plusieurs années. Les stations « journalières » sont donc éliminées.
3. **la pertinence des données météorologiques.**

Les données météorologiques retenues pour la simulation de dispersion proviennent de la station Météo France de Torcy située à environ 7 km au nord-ouest du projet de ZAC. Elle fournit les données de vent (vitesse et direction), de température et de pluviométrie. Les données de nébulosité proviennent de la station de Melun, station la plus proche mesurant ce paramètre.

Les données météorologiques utilisées sont des données tri-horaires (1 mesure toutes les 3 heures). Ces fichiers comportent trois années de données : du 01/01/2017 au 31/12/2019.

2.3.2 Analyse météorologique

2.3.2.1 Roses des vents

La rose des vents, en un lieu donné, est la représentation graphique des fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les intersections de la courbe avec les cercles d'une fréquence donnée fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de la direction d'où vient le vent.

La Figure 5 présente la rose des vents générale pour la station de Torcy calculée à partir des données horaires sur la période du 01/01/2017 au 31/12/2019. Le Tableau 3 synthétise les fréquences d'occurrence par classe de vitesse, toutes directions confondues.

Figure 5 : rose des vents générale – 2017 à 2019 (3 ans)

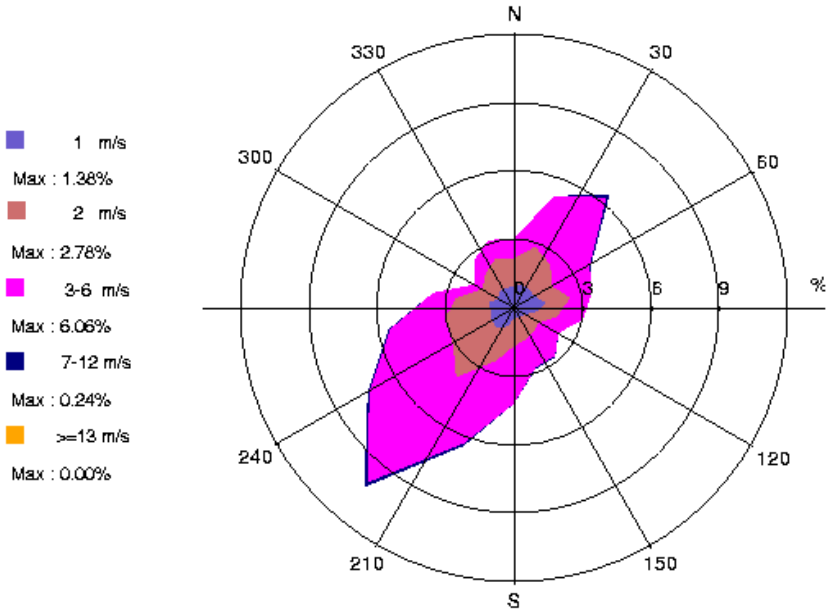


Tableau 3 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

Classe de vitesse (m/s)	calmes	1	2	3-6	7-12	>=13
Borne de l'intervalle	[0 ; 0,9[	[0,9 ; 1,5[	[1,5 ; 2,5[	[2,5 ; 6,5[	[6,5 ; 12,5[	[12,5 ; ∝[
Fréquence (%)	31.0%	13.8%	25.0%	29.3%	0.9%	0.0%

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2017 au 31/12/2019), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- la rose des vents montre :
  - une direction principale : vents **sud-ouest** (38 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 180° et 270°[3]) ;
  - une direction secondaire : vents **nord-est** (30 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 0° et 90°) ;
- sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 2,2 m/s (7,8 km/h) ;
- les vents les plus fréquents sont les vents calmes, de vitesse nulle ou inférieure à 0,9 m/s (3,2 km/h) ;
- les vents faibles (de vitesse inférieure à 1,5 m/s) sont très fréquents et représentent 44,82 % des estimations dont 31,04 % de vents calmes, qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;
- les vents forts (de vitesse supérieure à 6,5 m/s soit 23,4 km/h) sont peu fréquents et représentent 0,82 % des observations.

[3] Les directions du vent sont données en degrés par rapport au Nord et indiquent la direction d'où vient le vent (convention météorologique internationale). Un vent de 0° est donc un vent venant du Nord, un vent de 180° est un vent venant du Sud.

Cette rose des vents est cohérente avec celle de Météo-France sur 10 ans (du 01/01/2003 au 31/12/2012, station Torcy) présentée sur la Figure 6.

Figure 6 : Rose des vents de la station de Torcy (source : Météo-France)

METEO FRANCE

ROSE DES VENTS

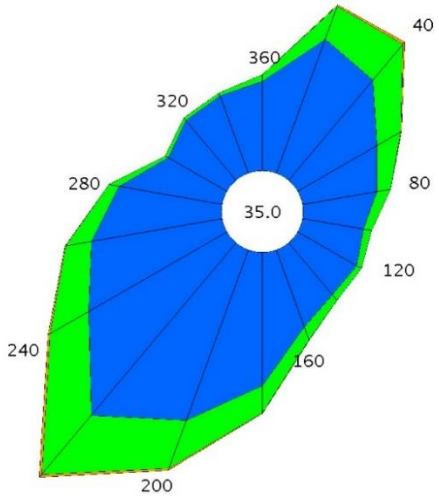
Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Du 01 JANVIER 2003 au 31 DÉCEMBRE 2012

TORCY (77)

Indicatif : 77468001, alt : 43 m., lat : 48°51'48"N, lon : 02°39'00"E

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %



Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition
Nombre de cas étudiés : 29091
Manquants : 133

Dir.	[1.5;4.5 [	[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	3.9	1.0	+	4.8
40	3.6	1.3	+	4.9
60	2.5	0.8	+	3.2
80	2.0	0.4	+	2.4
100	1.7	0.2	+	1.9
120	1.8	0.2	+	2.0
140	1.8	0.2	+	2.0
160	2.2	0.4	+	2.6
180	3.6	0.7	+	4.4
200	4.9	1.4	+	6.3
220	6.1	2.1	+	8.3
240	4.3	1.2	+	5.6
260	3.6	0.7	+	4.3
280	2.8	0.3	+	3.1
300	1.8	+	0.0	1.9
320	2.1	+	0.0	2.2
340	2.2	+	0.0	2.3
360	2.4	0.2	0.0	2.6
Total	53.4	11.2	0.4	65.0
[0;1.5 [				35.0

Groupes de vitesses (m/s)
[1.5;4.5 [[4.5;8.0] > à 8.0

Pourcentage par direction
0% 5%

Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1

Edité le : 17/10/2013 dans l'état de la base

2.3.2.2 Stabilité atmosphérique

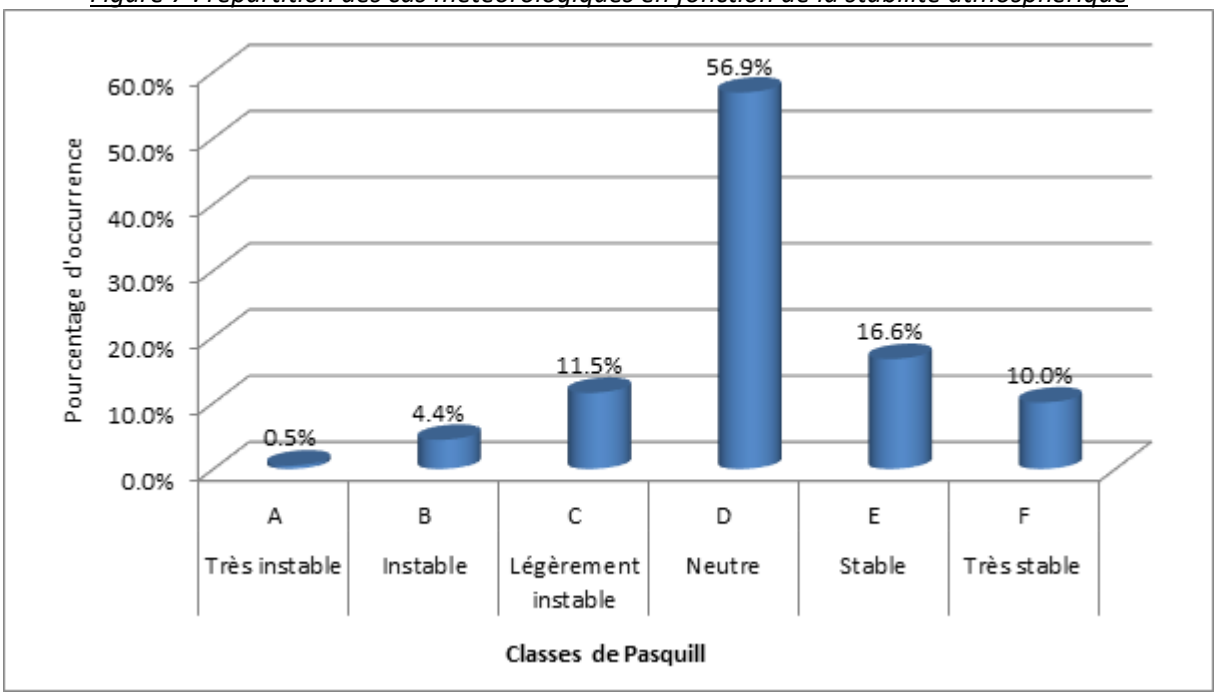
La stabilité de l'atmosphère est destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches. Elle est souvent associée à la structure thermique de l'atmosphère : par exemple, les situations d'inversion thermique se produisent lorsque l'atmosphère est stable.

Elle est déterminée à partir du vent et de la nébulosité qui conduit à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

- *Classe A : Très instable*
- *Classe B : Instable*
- *Classe C : Légèrement instable*
- *Classe D : Neutre*
- *Classe E : Stable*
- *Classe F : Très stable*

La Figure 7 présente la répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique.

Figure 7 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique



La classe D de Pasquill est la plus fréquemment observée (environ 56,9 %), ce qui est très favorable pour la dispersion atmosphérique.

Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 1,2 m/s en situation très stable - donc pénalisante pour la dispersion des émissions, tandis qu'en atmosphère neutre, elle est de 4,6 m/s.

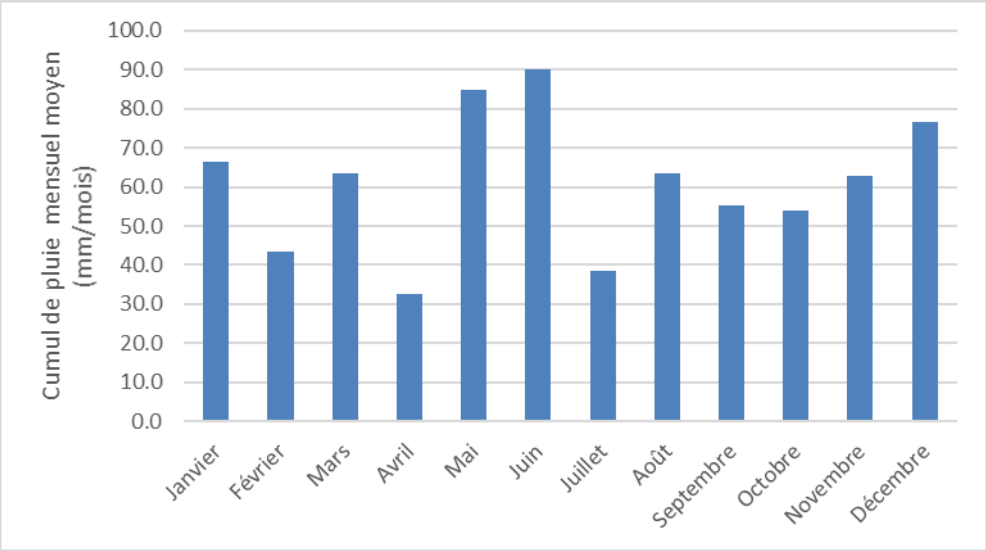
2.3.2.3 Pluviométrie

Dans le cadre de cette étude, nous tiendrons compte des données de pluviométrie.

Tableau 4 : statistiques relatives à la pluviométrie

	Pluviométrie annuelle (mm)
2017	651.6
2018	806.1
2019	736.5
Moyenne	731.4

Figure 8 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie (période du 01/01/2017 au 31/12/2019)



Notons qu'en moyenne sur la période étudiée (du 01/01/2017 au 31/12/2019), il est tombé environ 731,4 mm de pluie par an, l'année 2018 étant l'année la plus pluvieuse (cf. Tableau 4).

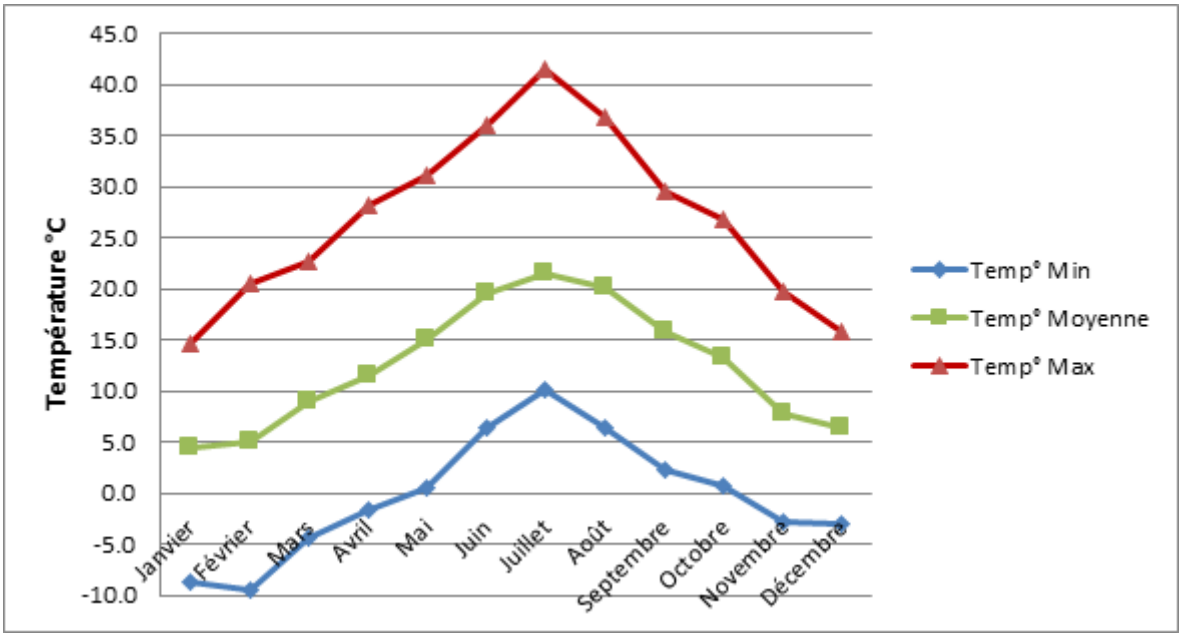
2.3.2.4 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 12,5°C pour les trois années d'observations et varie peu au cours des trois années comme le montre le Tableau 5. La Figure 9 présente les variations moyennes mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur la période du 01/01/2017 au 31/12/2019.

Tableau 5 : statistiques relatives à la température de l'air

	Température moyenne (°C)
2017	12.3
2018	12.8
2019	12.5
Moyenne	**12.5**

Figure 9 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2017 au 31/12/2019)



3. ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR

3.1 DOCUMENTS DE PLANIFICATION RELATIF A L'AIR

Les documents de planification relatifs à l'air applicable sur la zone d'étude sont les suivants :

Acronyme d'identification	Nom du document et année de publication
Documents cadres :	
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère (2018)
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie de l'Île-de-France (2012)
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial (2018)
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (2016)
PPSE	Plan Parisien Santé Environnement (2015)
FRQA	Feuille de route pour la qualité de l'air – les pouvoirs publics franciliens s'engagent (2018)
Documents de règlementation nationale (post 2016) :	
NOR	Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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
CEREMA	Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N)

3.2 BILAN DES EMISSIONS DANS L'AIR

Les informations relatives aux émissions atmosphériques présentées dans ce chapitre sont issues de l'inventaire des émissions en Ile-de-France pour l'année 2017 réalisé par le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRPARIF en 2020[4].

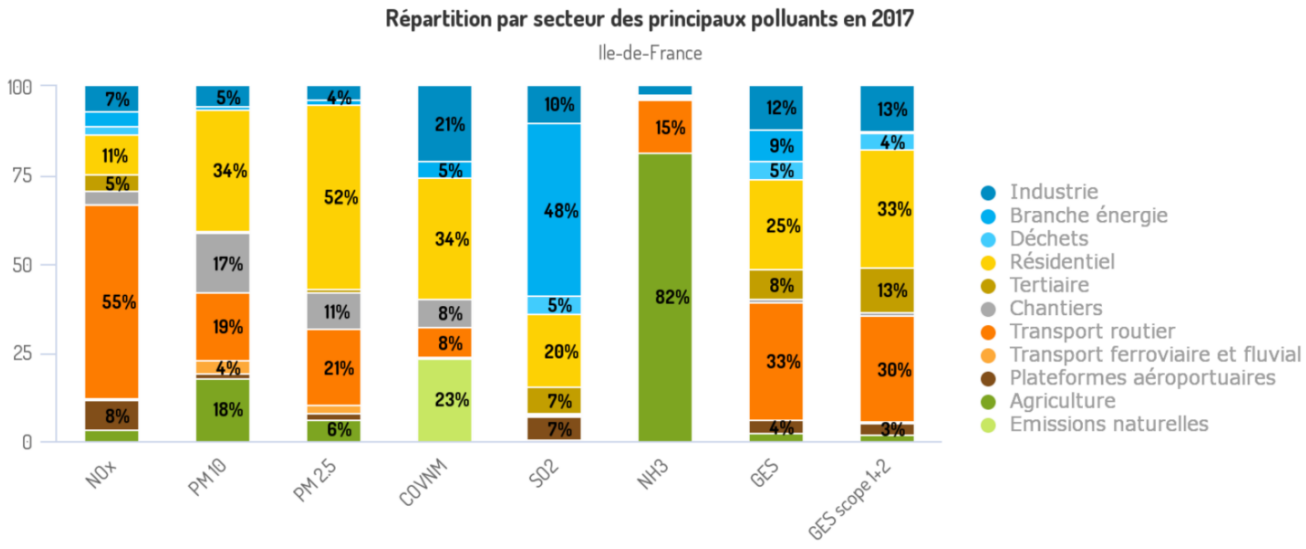
3.2.1 Bilan des émissions dans l'air au niveau de la région de l'Ile de France

La Figure 10 présente les contributions des principales activités aux émissions de polluants atmosphériques en Île-de-France pour l'année 2017.

En Ile-de-France, les secteurs d'activités les plus émetteurs de polluants atmosphériques et de Gaz à Effet de Serre sont le **transport routier** et le **secteur résidentiel** qui intègre le chauffage des habitations et la production d'eau chaude (respectivement 55% et 11% des émissions de NOx, 19% et 34% des émissions de PM10, 21% et 52% des émissions de PM2.5, et 30% et 33% des émissions de GES). Le secteur résidentiel contribue également pour 34% des émissions de COVNM et 20% des émissions de SO_2.

D'autres secteurs d'activités ont des contributions plus spécifiques : l'industrie contribue pour 21% aux émissions de COVNM, la branche énergie pour 41% aux émissions de SO2, les chantiers pour 17% des émissions de PM10, l'agriculture pour 82% des émissions de NH_3, les émissions naturelles pour 23% des émissions de COVNM.

Figure 10 : Répartition par secteur d'activités des principaux polluants en 2017 pour la Région Île-de-France (source : AIRPARIF mai 2020)



Le poids des émissions de l'agglomération parisienne est très important pour tous les polluants considérés et s'amenuise à mesure qu'on s'éloigne de Paris intra-muros. Les émissions par département sont variables et restent liées à de nombreux critères qui caractérisent son territoire. Que ce soient les contributions du trafic routier ou celles des autres secteurs d'activité, les émissions régionales varient d'un département à l'autre.

[4] « Emissions de polluants atmosphériques et de Gaz à Effet de Serre – Bilan Ile-de-France – Année 2017 », AIRPARIF, juin 2020

Les émissions sont globalement plus importantes dans les départements de grande couronne (77, 78, 91, 95) comme le montre la Figure 11. Leur plus grande surface induit davantage d'installations émettrices, de kilomètres de voirie et de voies fluviales, mais également d'émissions naturelles. Les émissions de Seine-et-Marne notamment, dont la superficie est de 2 à 4 fois plus élevée que celles des autres départements de grande couronne, sont les plus importantes pour l'ensemble des polluants.

Cependant, les densités d'émissions par km² présentées dans le Tableau 6 sont plus faibles en grande couronne, et notamment en Seine-et-Marne. Inversement, elles sont plus élevées en petite couronne compte-tenu de la faible superficie des départements, en particulier dans le cœur dense de Paris.

Figure 11 : Répartition spatiale des émissions d'oxydes d'azote (NOx) par département en 2017 (source : AIRPARIF mai 2020)

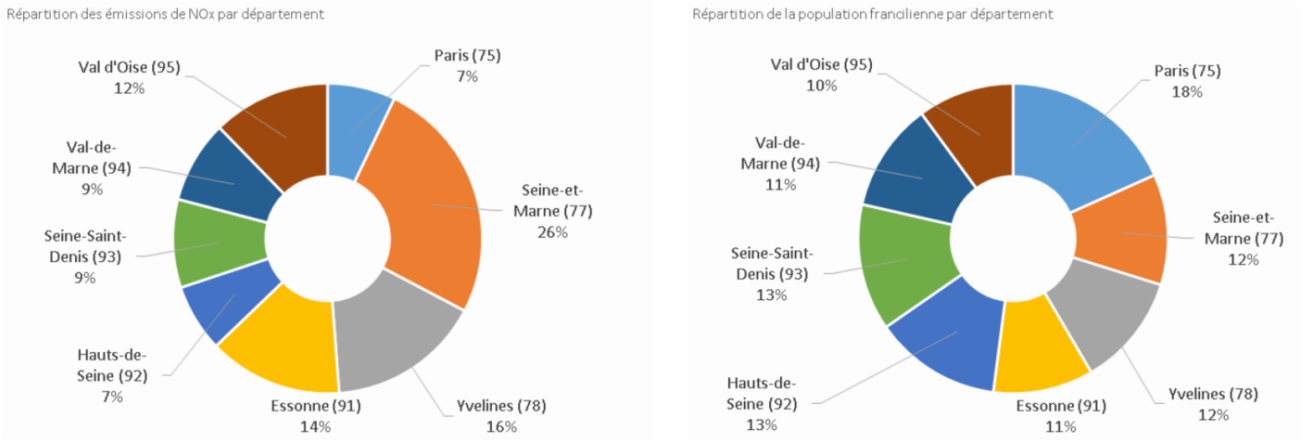


Tableau 6 : densité d'émissions par km² et par département en 2017 (source : AIRPARIF mai 2020)

Département	Superficie km²	NOx - t/km²	PM_{10} - t/km²	$PM_{2.5}$ - t/km²	COVNM - t/km²	SO_2 - t/km²	NH_3 - t/km²	GES directes - $kteqCO_2/km^2$(Scope 1)	GES directes hors production d'énergie + indirectes - $kteqCO_2/km^2$(Scope 1 + 2)
Paris (75)	105	51.1	7.7	5.9	66.9	2.8	0.7	32.2	50.3
Seine-et-Marne (77)	5 907	3.3	0.9	0.5	3.3	0.4	0.5	1.5	1.4
Yvelines (78)	2 306	5.3	1.0	0.7	5.1	0.4	0.4	2.5	2.6
Essonne (91)	1 819	5.8	1.2	0.8	5.6	0.2	0.4	2.5	2.8
Hauts-de-Seine (92)	176	30.3	4.5	3.2	33.2	2.0	0.4	19.7	24.0
Seine-Saint-Denis (93)	237	29.3	4.9	3.3	24.5	2.2	0.5	17.6	17.6
Val-de-Marne (94)	245	26.5	3.8	2.9	20.9	1.7	0.3	16.4	17.6
Val d'Oise (95)	1 253	7.4	1.4	0.9	6.2	0.4	0.5	2.8	3.2
Ile-de-France	**12 048**	**6.3**	**1.3**	**0.8**	**6.1**	**0.5**	**0.5**	**3.1**	**3.5**

3.2.2 Bilan des émissions dans l'air au niveau de la zone d'étude

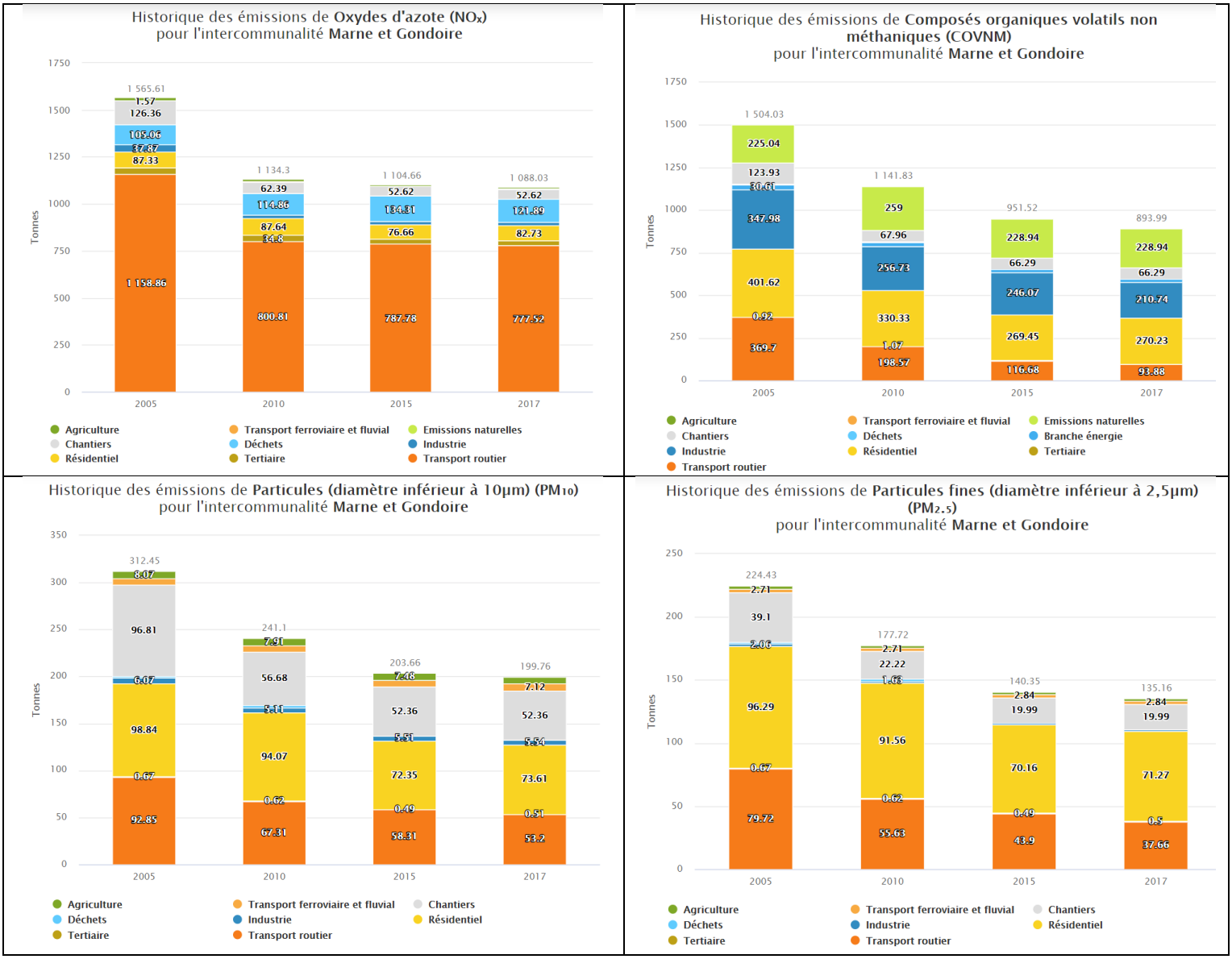
Les informations relatives aux émissions sont également disponibles à une échelle plus fine. Le Tableau 7 présente les émissions pour la communauté d'agglomération de Marne et Gondoire dans laquelle se situe notamment les communes de Bussy-Saint-Georges, Ferrières-en-Brie et Jossigny.

Tableau 7 : Bilan des émissions annuelles en 2017 (source : AIRPARIF 2020)

Emissions en tonnes/an	NOx	SO2	COVNM	PM10	PM2.5	NH3	GES*
Marne et Gondoire	1 088	20	894	200	135	26	413
Seine-et-Marne	19 345	2 590	19 478	5 263	2 850	2 898	8 527
Ile-de-France	75 560	5 950	73 160	15 260	9 630	5 530	41 630

** Gaz à Effet de Serre*

Figure 12 : Evolution des émissions par secteurs d'activités pour la communauté d'agglomération de Marne et Gondoire (source : AIRPARIF 2020)



Les émissions diminuent entre 2005 et 2017 pour tous les polluants. Le transport routier et le secteur résidentiel correspondent aux sources d'émissions dominantes sur la communauté d'agglomération de Marne et Gondoire.

3.3 QUALITE DE L'AIR

3.3.1 Réglementation de la qualité de l'air en France

Les concentrations de polluants dans l'air caractérisent la qualité de l'air que l'on respire. Les critères réglementaires de qualité dans l'air sont régis par différents niveaux :

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

Le Tableau 8 présente les valeurs réglementaires françaises du Code de l'Environnement (Titre II Livre II) relatif aux objectifs de qualité de l'air et aux valeurs limites.

Tableau 8 : Valeur réglementaire française relative à la qualité de l'air

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible (en moyenne annuelle)
NO_2	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/2010 : 40 µg/m³. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/2010 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99.8)		**En moyenne horaire :** 200 µg/m³	**En moyenne horaire :** – 400 µg/m³ dépassé sur 3h consécutives – 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	-
SO_2	**En moyenne journalière :** 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (centile 99.2) **En moyenne horaire :** 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (centile 99.7)	**En moyenne annuelle :** 50 µg/m³	**En moyenne horaire :** 300 µg/m³	**En moyenne horaire** sur 3h consécutives : 300 µg/m³	-
PM10 (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. **En moyenne journalière :** depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90.4)	**En moyenne annuelle :** 30 µg/m³	**En moyenne journalière :** 50 µg/m³	**En moyenne journalière :** 80 µg/m³	-
CO	**Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures** (centile 100) **:** 10 000 µg/m³.	-	-	-	-
Benzène	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/2010 : 5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 2 µg/m³.	-	-	-
PM2,5 (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm)	**En moyenne annuelle :** 25 µg/m³ depuis l'année 2015	**En moyenne annuelle :** 10 µg/m³	-	-	20 µg/m³
Arsenic	-	-	-	-	6 ng/m³

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible (en moyenne annuelle)
Cadmium	-	-	-	-	5 ng/m³
Nickel	-	-	-	-	20 ng/m³
Plomb	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³	**En moyenne annuelle :** 0,25 µg/m³	-	-	-
Benzo(a)pyrène (traceur du risque cancérigène lié aux HAP)	-	-	-	-	1 ng/m³
Ozone		Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	En moyenne horaire : 180 µg/m³.	Pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure Pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans.

3.3.2 Qualité de l'air en Ile-de-France

La qualité de l'air en région Ile-de-France est surveillée par le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRPARIF, qui possède un dispositif déployé sur l'Ile-de-France permettant de mesurer les concentrations dans l'air de différents polluants atmosphériques.

En effet, la population francilienne est potentiellement exposée à des dépassements de valeurs limites ou objectifs de qualité. Malgré la diminution des niveaux de dioxyde d'azote qui se poursuit en 2019, plus de 500 000 franciliens sont toujours exposés à des niveaux de pollution qui ne respectent pas la réglementation. Pour les particules, malgré une tendance à l'amélioration ces dernières années, elle reste également insatisfaisante (Tableau 9, extraits du rapport d'activité 2019 d'AIRPARIF[5]).

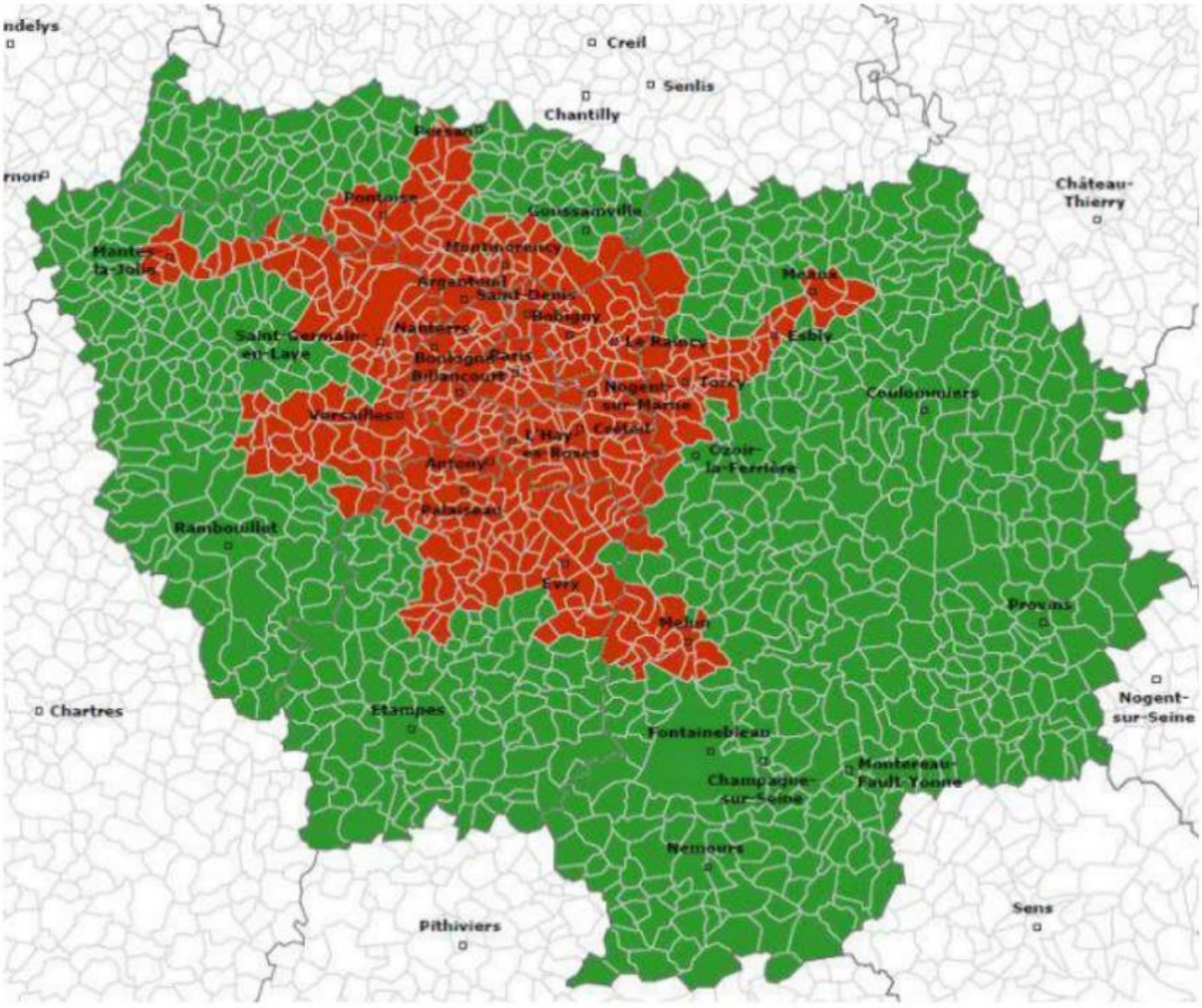
Tableau 9 : Tendances observées et situation de l'année 2019 vis-à-vis des normes réglementaires et des recommandations de l'OMS pour les concentrations des différents polluants réglementés en Ile-de-France et (source : rapport d'activité 2019 AIRPARIF)

[5] « Surveillance et information sur la qualité de l'air en Ile-de-France – Bilan de l'année 2019 », AIRPARIF, juin 2020

Les dépassements observés ces dernières années ont conduit à définir en Ile-de-France une zone sensible pour la qualité de l'air (cette zone comprend Paris, Meaux et les communes reliant ces deux agglomérations) qui regroupe environ 10,3 millions d'habitants (soit 87% de la population totale d'Ile-de-France) sur 2 853 km² (soit 24% du territoire francilien).

Cette zone sensible est présentée dans le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) d'Ile-de-France de 2013. **La commune de Bussy-Saint-Georges est comprise dans cette zone sensible.**

Figure 13 : « Zone sensible » pour la qualité de l'air en Ile-de-France (PPA Ile-de- France)



3.3.3 Qualité de l'air sur la zone d'étude

La qualité de l'air en Ile-de-France est suivie par différentes stations de mesure du réseau AIRPARIF. La Figure 14 indique la localisation de la station AIRPARIF la plus proche des projets : il s'agit de la station de Lognes à environ 7 km des projets.

Le Tableau 10 présente les concentrations moyennes annuelles mesurées sur les 3 dernières années disponibles (2017 à 2019). Les concentrations observées restent du même ordre de grandeur au cours des 3 dernières années et sont inférieures aux valeurs limites lorsqu'elles existent.

Figure 14 : Localisation de la station de mesure AIRPARIF la plus proche des projets

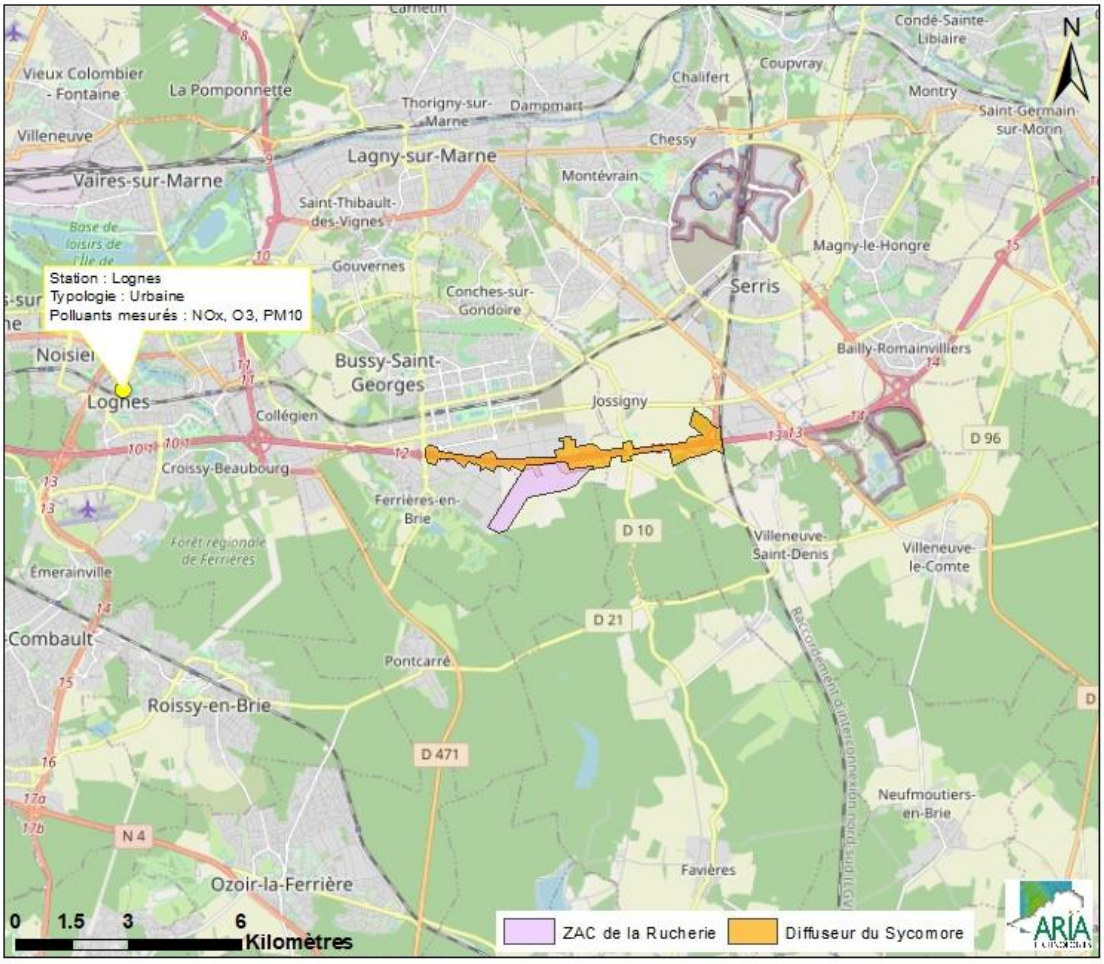
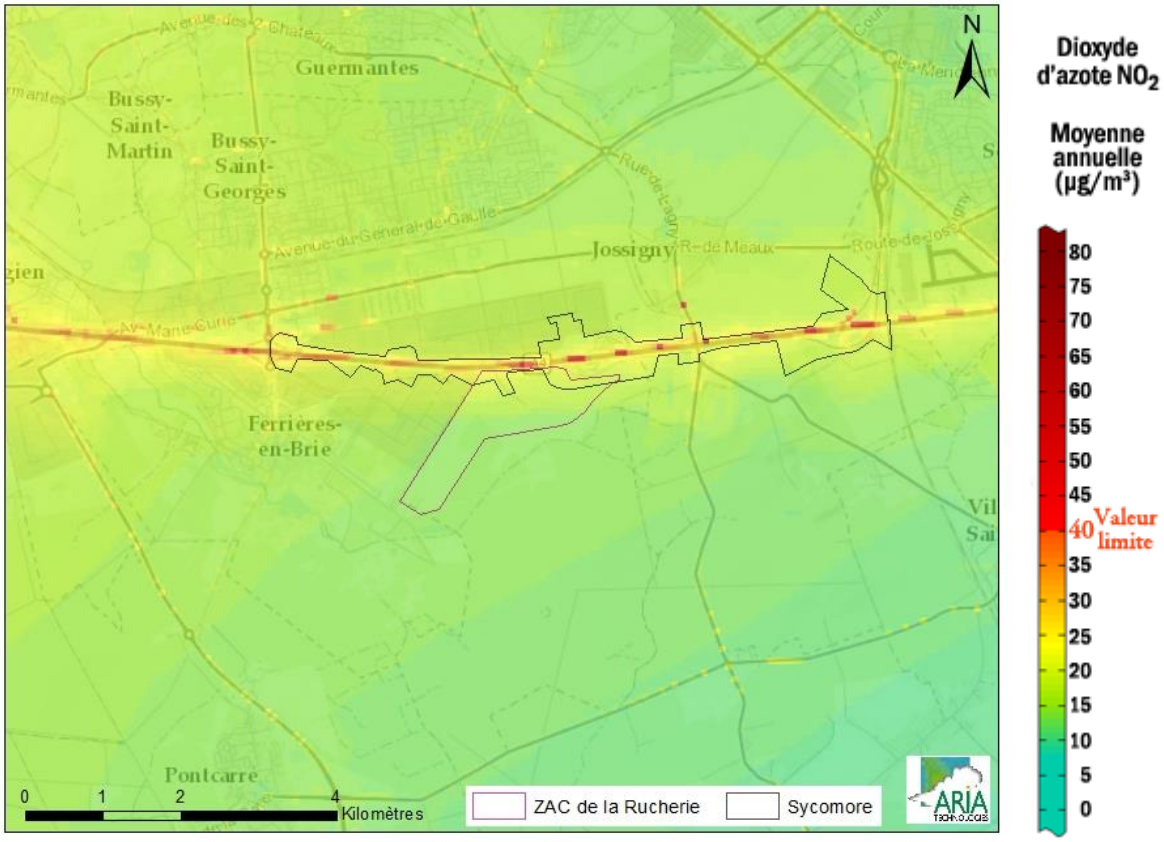


Tableau 10 : Concentrations moyennes annuelles mesurées à la station de mesure AIRPARIF

Concentrations en µg/m³		Lognes	Valeur limite
NO_2	2017	27	40
	2018	24	
	2019	23	
PM10	2017	20	40
	2018	19	
	2019	17	
O3	2017	42	-
	2018	50	
	2019	50	

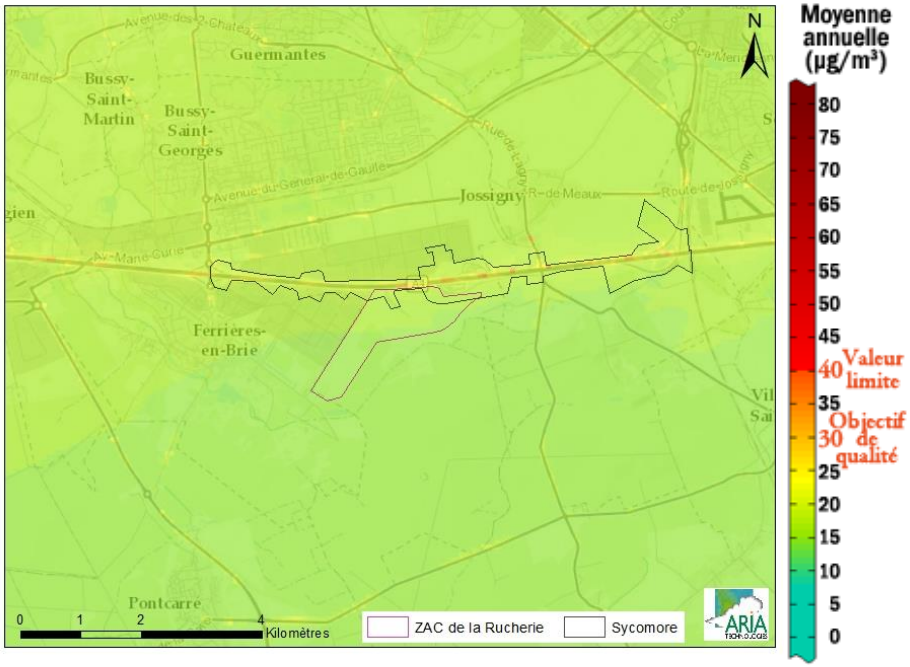
Des cartes à l'échelle des communes présentant les concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO_2) et en particules (PM_{10} et $PM_{2.5}$) sont également disponibles sur le site Opendata d'AIRPARIF, notamment sur la zone d'étude. Ces cartes ont été réalisées par AIRPARIF avec l'aide de l'État et sur demande de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie Île-de-France, afin de répondre aux exigences du Plan de Protection de l'Atmosphère de la région (PPA-mesure réglementaire n°8).

Figure 15 : Carte de concentrations moyenne annuelle en NO_2 – année 2019 (source : AIRPARIF)



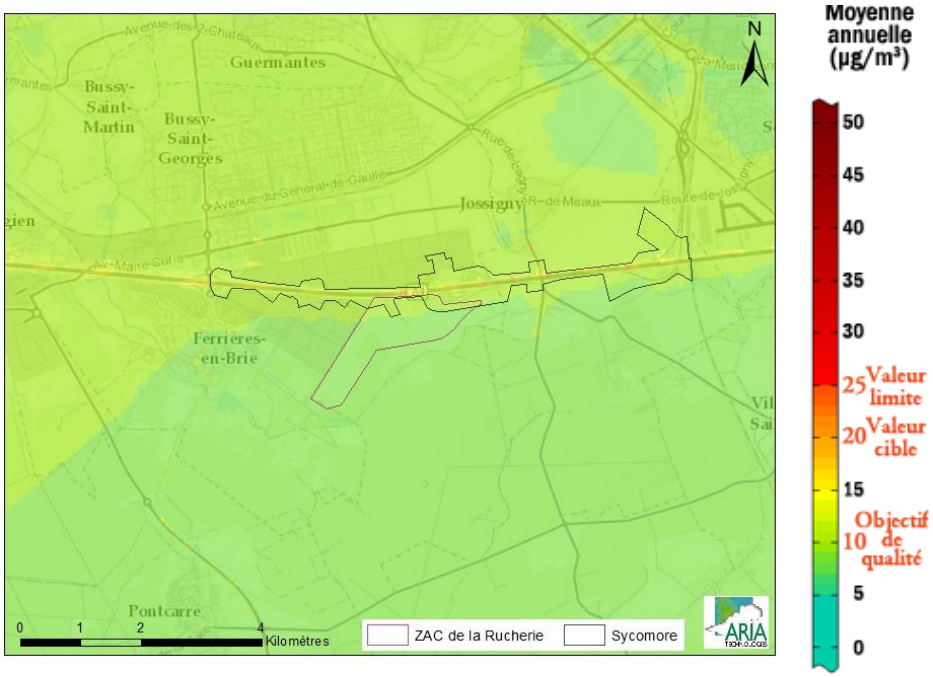
Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont inférieures à la valeur limite au niveau de la zone d'étude excepté le long des axes majeurs de circulation. Cette valeur limite est alors dépassée au niveau du projet de diffuseur du Sycomore et en bordure du projet de ZAC.

Figure 16 : Carte de concentrations moyenne annuelle en PM10 – année 2019 (source : AIRPARIF)



Les concentrations des poussières inférieures à 10 µm (PM10) sont inférieures à la valeur limite sur l'ensemble de la zone d'étude mais dépassent l'objectif de qualité le long des axes majeurs de circulation et donc au niveau du projet de diffuseur du Sycomore.

Figure 17 : Carte de concentrations moyenne annuelle en PM2.5 – année 2019 (source : AIRPARIF)



Les concentrations de poussières inférieures à 2,5 µm (PM2,5) atteignent l'objectif de qualité de l'air au Nord du projet de ZAC et sur Bussy-Saint-Georges, mais restent inférieures aux valeurs limites sur l'ensemble de la zone d'étude.

3.3.4 Campagne de mesure in situ

Les informations disponibles auprès d'AIRPARIF ont été complétées par des campagnes de mesure in situ, réalisées par la société RINCENT Air. Ces campagnes de mesure permettent de compléter l'état initial de la qualité de l'air au niveau des projets. Les rapports complets de ces campagnes sont présentés en Annexe 2 et Annexe 3.

Les campagnes de mesure ont été réalisées du **13 au 27 octobre 2020** et du **10 au 24 novembre 2020**. La première a été réalisée au niveau de la ZAC de la Rucherie, la seconde le long de l'autoroute A4 et sur la commune de Bussy-Saint-Georges.

3.3.4.1 Méthodologie

3.3.4.1.1 Polluants mesurés

La note méthodologique du 22 février 2019 précise que le dioxyde d'azote (NO_2) est le principal polluant pouvant être pris en compte pour la réalisation de campagnes de mesure in-situ dans les études d'impact sur la qualité de l'air.

Le polluant pris en compte pour cette campagne de mesure in-situ est le **NO_2**, principal traceur des émissions polluantes liées au trafic automobile.

Le principe de la mesure du NO_2 repose sur la diffusion passive des polluants à travers une cartouche d'adsorption spécifique (capteur passif) exposée à l'air ambiant pendant deux semaines. Cette méthode permet d'obtenir une concentration moyenne représentative de la période d'exposition.

Les méthodes de prélèvements et d'analyse sont détaillées Annexe 2 et Annexe 3 dans les rapports complets des campagnes de mesures.

3.3.4.1.2 Plan d'échantillonnage

Les points de mesure doivent permettre de caractériser les différentes typologies de site définies pour les évaluations de la qualité de l'air :

- Points de trafic : implantés à proximité des voies présentant le trafic routier le plus important. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement (piétons) ;
- Points de fond : éloignés des principales sources de pollution atmosphérique de proximité. Ils permettent de caractériser l'exposition chronique des populations ;
- Points influencés (I) : les points ne sont pas suffisamment proche ou éloigné d'un axe.

En tenant compte de ces paramètres et de la dimension des zones de projets, l'échantillonnage est établi pour 8 points de mesure dans la première campagne et 14 points dans la seconde campagne.

Les Tableau 11 et Tableau 12 ainsi que les Figure 18 et Figure 19 ci-dessous décrivent leur localisation. La localisation précise, les dates de prélèvement et les photographies figurent en Annexe 2 et Annexe 3.

Figure 18 : Plan d'échantillonnage de la première campagne (du 13 au 27/10/20)

Figure 19 : Plan d'échantillonnage de la seconde campagne (du 10 au 24/11/20)

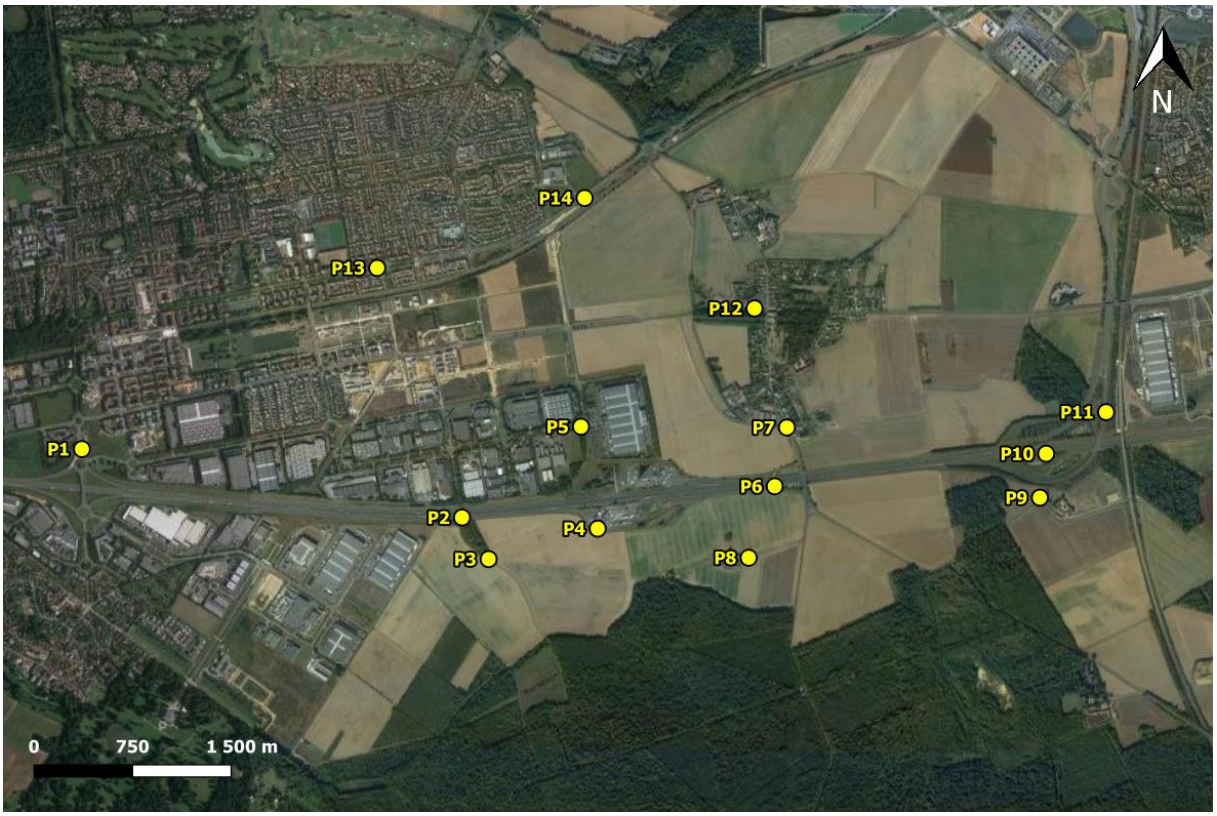


Tableau 11 : Plan d'échantillonnage de la première campagne (du 13 au 27/10/20)

Point	Type	Emplacement	Polluants mesurés
P1	T	Allée des Bois de Bussy – Bordure A4	NO_2
P2	F	Allée des Bois de Bussy – Centre ZAC	NO_2
P3	F	Allée des Bois de Bussy – Limite sud ZAC	NO_2
P4	I	Aire de Ferrières	NO_2
P5	F	Riverain chemin de la Ferme de Maulny	NO_2
P6	F	Avenue Joseph Paxton	NO_2
P7	F	Avenue Joseph Froelicher	NO_2
P8	F	Rue du Château	NO_2

Tableau 12 : Plan d'échantillonnage de la seconde campagne (du 10 au 24/11/20)

Point	Type	Emplacement	Polluants mesurés
P1	T	Boulevard de Lagny (D35)	NO_2
P2	T	Allée des Bois de Bussy – Bordure immédiate de l'A4	NO_2
P3	F	Allée des Bois de Bussy – Environ 200 m au sud de l'A4	NO_2
P4	I	A4 – Aire de Ferrières	NO_2
P5	F	Avenue Gutenberg	NO_2
P6	T	A4 à hauteur de Jossigny	NO_2
P7	F	D10 / Premières habitations proches A4 (env. 240 m nord)	NO_2
P8	F	Premières habitations proches A4 (env. 330 m sud)	NO_2
P9	F	Premières habitations proches A4 (env. 220 m sud)	NO_2
P10	T	A4 sortie D345	NO_2
P11	T	D345 (sortie A4)	NO_2
P12	F	Rue de Paris (Jossigny)	NO_2
P13	T	Avenue du Général de Gaulle (ouest bd Louis Guibert)	NO_2
P14	T	Avenue du Général de Gaulle (est bd Louis Guibert et bd Rome)	NO_2

3.3.4.2 Conditions lors des campagnes de mesure

3.3.4.2.1 Météorologie

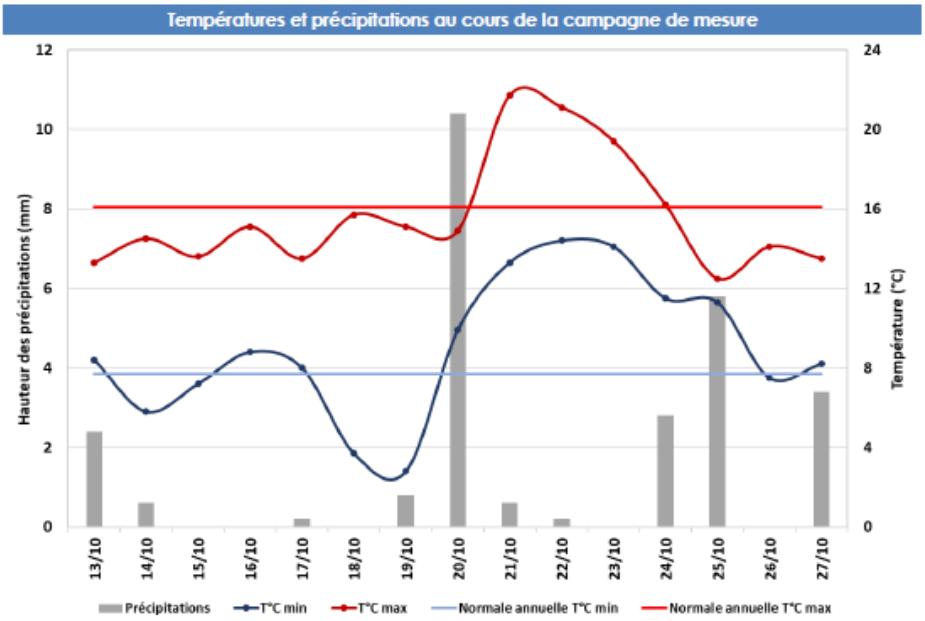
La caractérisation des conditions météorologiques est établie par la comparaison des données enregistrées pendant les campagnes de mesure aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1981 à 2011 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche du site présentant ces données est celle de Torcy, située à environ 7 km au nord-ouest du projet.

3.3.4.2.1.1 Température et précipitations

Les concentrations en polluants sont influencées par les températures de différentes manières : les épisodes de froid peuvent par exemple provoquer une utilisation plus importante du chauffage en milieu urbain et ainsi favoriser des émissions de NOx, particules et benzène. Le fonctionnement à froid des moteurs automobiles est également plus émissif. De plus, des phénomènes d'inversion thermique peuvent réduire la dispersion des polluants. A l'inverse, les épisodes de chaleur et d'ensoleillement sont susceptibles de favoriser des réactions chimiques à l'origine de la formation de polluants secondaires (ex : ozone) et la diminution des concentrations en polluants primaires (ex : oxydes d'azote).
La pluie assure quant à elle un rôle de lessivage de l'atmosphère par un phénomène d'abattement des polluants au sol. Des précipitations abondantes peuvent ainsi limiter l'effet d'une pollution particulaire par exemple. A contrario, une période trop sèche peut être favorable à une augmentation de la pollution et des concentrations en aérosols.

Les Figure 20 et Figure 21 présentent les comparaisons des températures et précipitations enregistrées pendant les campagnes de mesure aux normales saisonnières de la station Météo France de Torcy.

Figure 20 : Etude des températures et précipitations durant la première campagne de mesure (données : Météo France)

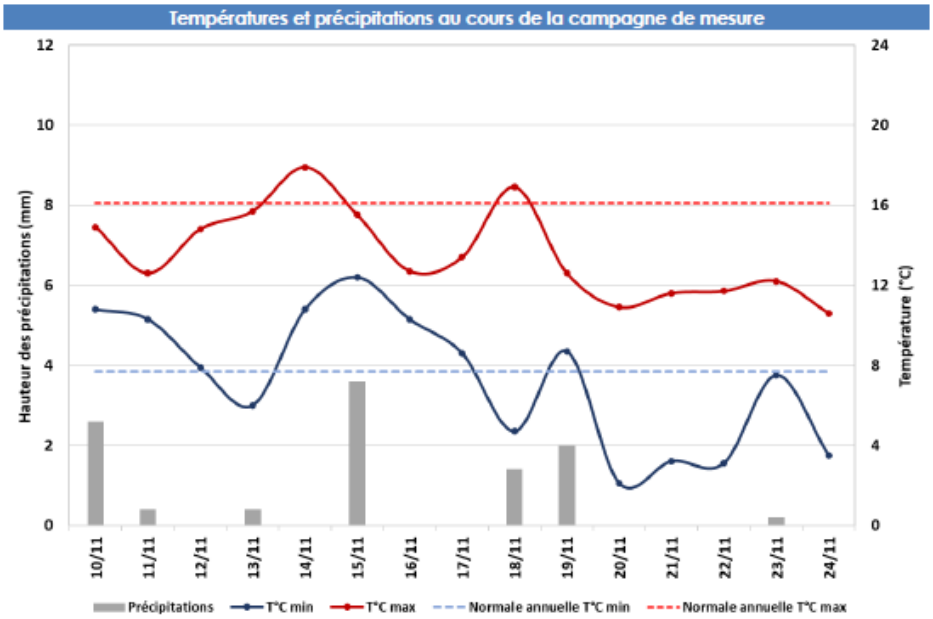


Moyenne des températures quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle	Moyenne des précipitations quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle
Minimale (T°C)	9,0	7,7	Cumul (mm)	1,8	2,0
Maximale (T°C)	15,6	16,1			

Les températures relevées lors de la première campagne de mesure sont supérieures d'environ 17% aux normales annuelles. Ces conditions relativement douces sont propices à des concentrations en NO_2 légèrement inférieures à la moyenne annuelle.

Les précipitations durant la campagne de mesure sont quant à elles légèrement plus faibles (moyenne journalière 10 % plus faible que la normale annuelle). Ces conditions indiquent des concentrations en PM10 potentiellement plus élevées pendant la campagne qu'à l'échelle annuelle.

Figure 21 : Etude des températures et précipitations durant la première campagne de mesure (données : Météo France)



Moyenne des températures quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle	Moyenne des précipitations quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle
Minimale (T°C)	7,3	7,7	Cumul (mm)	0,7	2,0
Maximale (T°C)	13,6	16,1			

Les températures relevées lors de la seconde campagne de mesure sont inférieures d'environ 5 % aux normales annuelles. Ces conditions hivernales sont propices à des concentrations en NO_2 légèrement supérieures à la moyenne annuelle.

Les précipitations durant la campagne de mesure sont quant à elles très faibles (moyenne journalière 65 % plus faible que la normale annuelle). Ces conditions indiquent des concentrations en PM10 potentiellement plus élevées pendant la campagne qu'à l'échelle annuelle.

3.3.4.2.1.2 Conditions de vent

Les vents conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées). Celles-ci sont représentées par une rose des vents établie à partir de la fréquence d'apparition des vents en fonction de leur direction et de leur vitesse.

Figure 22 : Etude des conditions de vent durant la première campagne (données : Météo France)

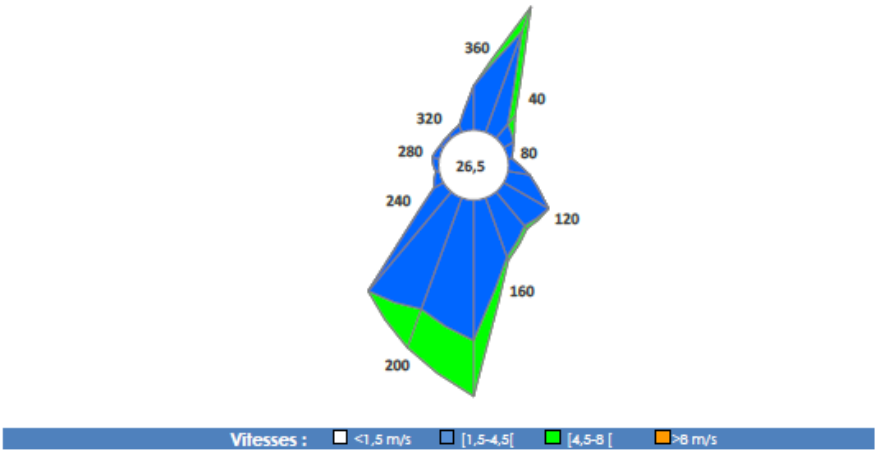
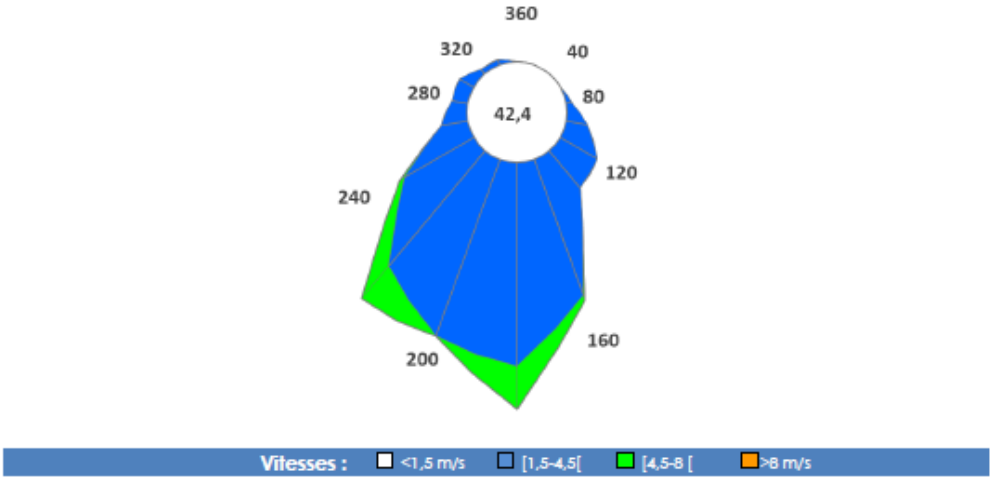


Figure 23 : Etude des conditions de vent durant la seconde campagne (données : Météo France)



La rose des vents obtenue pour la première campagne de mesure est caractérisée par un secteur sud majoritaire et un secteur nord-nord-est minoritaire. Quant à la rose des vents obtenue pour la seconde campagne de mesure, elle est caractérisée par un secteur sud majoritaire. Les vitesses de vents sont relativement faibles (89 % des vitesses des vents sont inférieures à 4,5 m/s pour la première campagne, contre 94 % pour la seconde), ce qui indique de faibles conditions de dispersion des polluants atmosphériques dans la zone des projets au cours des périodes de mesure et donc un impact plus important sur les points de mesure les plus proches des sources d'émission (points de trafic notamment).

3.3.4.2.2 Pollution atmosphérique

L'étude des données enregistrées par le réseau local de surveillance de la qualité de l'air (Airparif) permet d'appréhender les conditions de pollution atmosphérique au cours des campagnes de mesure par rapport à la moyenne annuelle. Les données Airparif enregistrées au niveau de la station de Lognes sur l'année 2019 et sur les périodes de mesure sont recensées ci-dessous :

Tableau 13 : Etude des données des stations AIRPARIF (données : AIRPARIF)

Station Lognes	Polluant	Moyenne pendant la campagne (µg/m³)	Moyenne annuelle 2019 (µg/m³)	Ecart campagne de mesure /moyenne annuelle (%)
Première campagne	NO_2	17,2	23	- 25 %
Seconde campagne		25,3		+ 10 %

En lien avec les conditions météorologiques locales sur les deux périodes de mesure, les teneurs en NO_2 mesurées au cours des campagnes à la station Lognes sont inférieures de 25 % pour la première campagne et supérieures de 10 % pour la seconde campagne, par rapport à la moyenne annuelle 2019.

3.3.4.3 Résultats de la campagne de mesure

3.3.4.3.1 Répartition des concentrations

Le Tableau 14 présente les concentrations moyennes en polluants mesurées du **13 au 27 octobre 2020 (première campagne)**. Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en Figure 24.

Tableau 14 : Résultats des mesures de NO_2 – moyenne sur la première campagne

Résultat	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Typologie	T	F	F	I	F	F	F	F
NO_2	31.6	10.3	9.0	13.0	10.0	16.2	13.3	9.8

Figure 24 : Cartographie des résultats – moyenne sur la première campagne

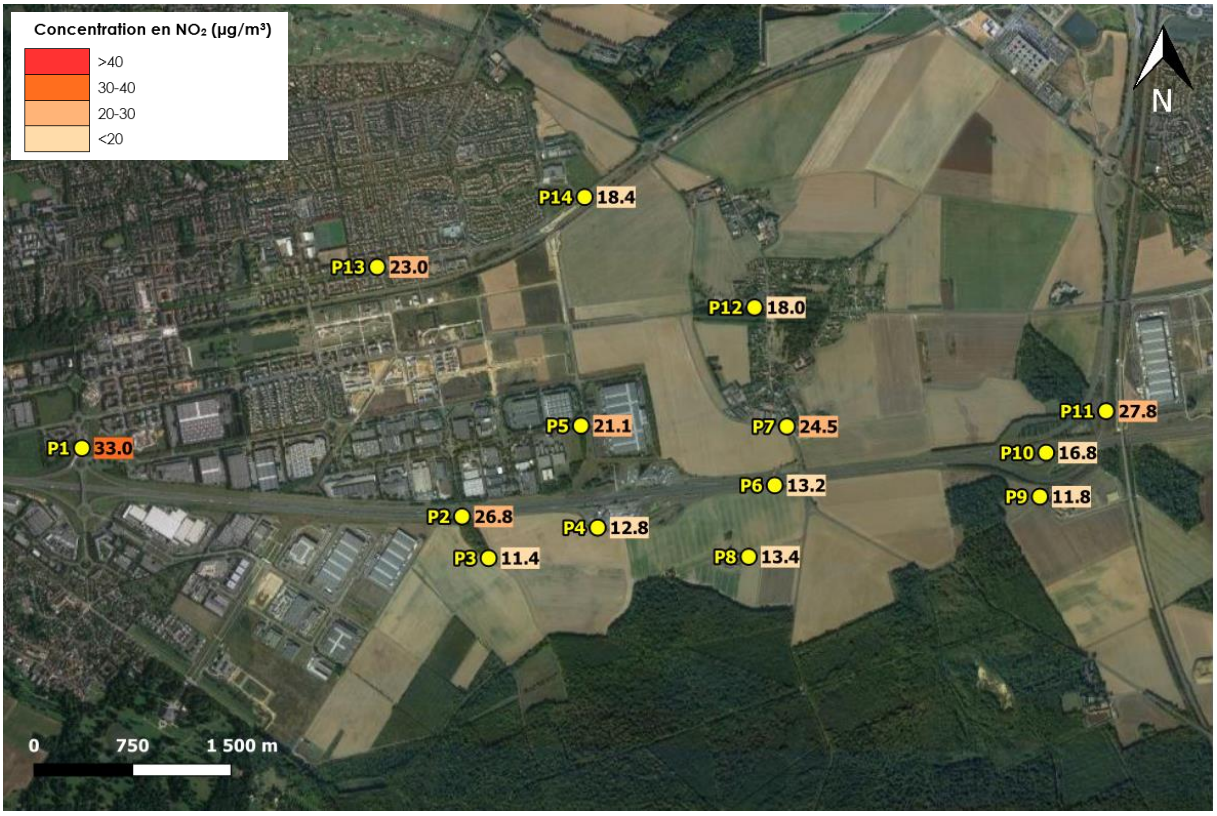
La cartographie des résultats met en évidence la concentration en NO_2 la plus importante au niveau du point de trafic situé à proximité immédiate de l'A4 (P1), avec une concentration de 31,6 µg/m^3. Les autres points de mesure enregistrent des concentrations beaucoup plus faibles (inférieures à 20 µg/m^3), ce qui s'explique par leur éloignement plus important par rapport aux principaux axes routiers.

Le Tableau 15 présente les concentrations moyennes en polluants mesurées du **10 au 24 novembre 2020 (seconde campagne)**. Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en Figure 25Figure 24.

Tableau 15 : Résultats des mesures de NO_2 – moyenne sur la seconde campagne

Résultat	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Typologie	T	T	F	I	F	T	F	F	F	T	T	F	T	T
NO_2	33.0	26.8	11.4	12.8	21.1	13.2	24.5	13.4	11.8	16.8	27.8	18.0	23.0	18.4

Figure 25 : Cartographie des résultats – moyenne sur la seconde campagne



La cartographie des résultats met en évidence les concentrations en NO_2 les plus importantes au niveau des points de trafic situés à proximité immédiate de la D35 (P1), de l'A4 (P2) et de la D345 (P11), avec une concentration maximale de 33 µg/m^3 au niveau du point P1. Les points de fond urbain P5 et P7 sont situés sur des axes routiers peu fréquentés mais sont sous l'impact direct des émissions routières de l'A4 (vents majoritaires du secteur sud pendant la campagne). Ces conditions de dispersion peuvent expliquer les concentrations plus faibles observées sur l'ensemble de la zone au sud de l'A4 (inférieures à 20 µg/m^3), y compris au niveau des points de trafic P6 et P10 situés en bordure de l'autoroute.

Les points P1, P2 et P4 de la première campagne correspondant respectivement aux points P2, P3 et P4 de la seconde campagne enregistrent des concentrations du même ordre de grandeur sur les deux campagnes de mesure.

3.3.4.3.2 Comparaison à la réglementation

La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure. En effet, la directive européenne du 21 mai 2008 indique que les mesures de la qualité de l'air ne peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle que si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.

Les figures suivantes présentent la comparaison indicative à la valeur limite annuelle et à l'objectif de qualité pour les concentrations moyennes en NO_2 mesurées lors des deux campagnes *in situ*.

Figure 26 : Comparaison des résultats des concentrations de NO_2 à la réglementation, première campagne

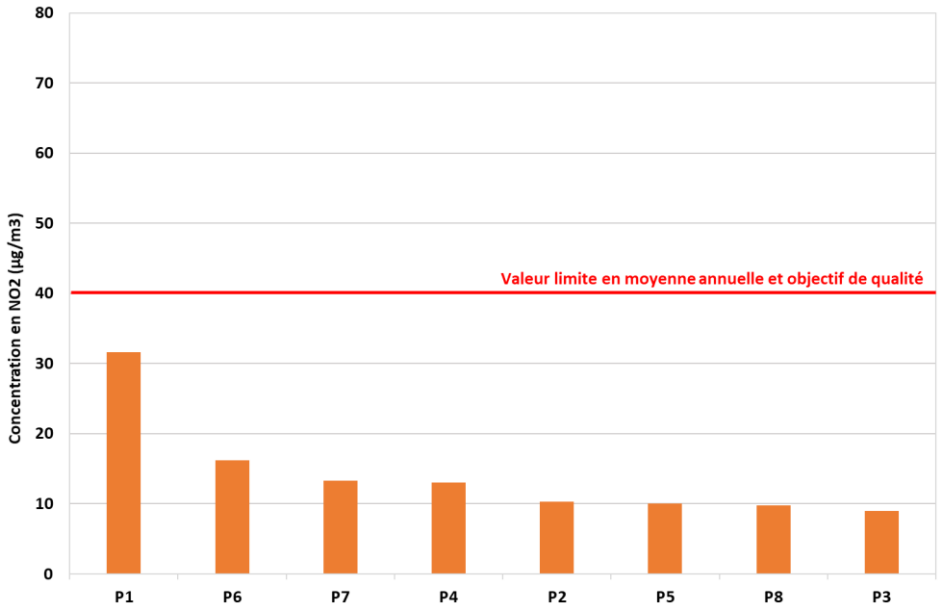
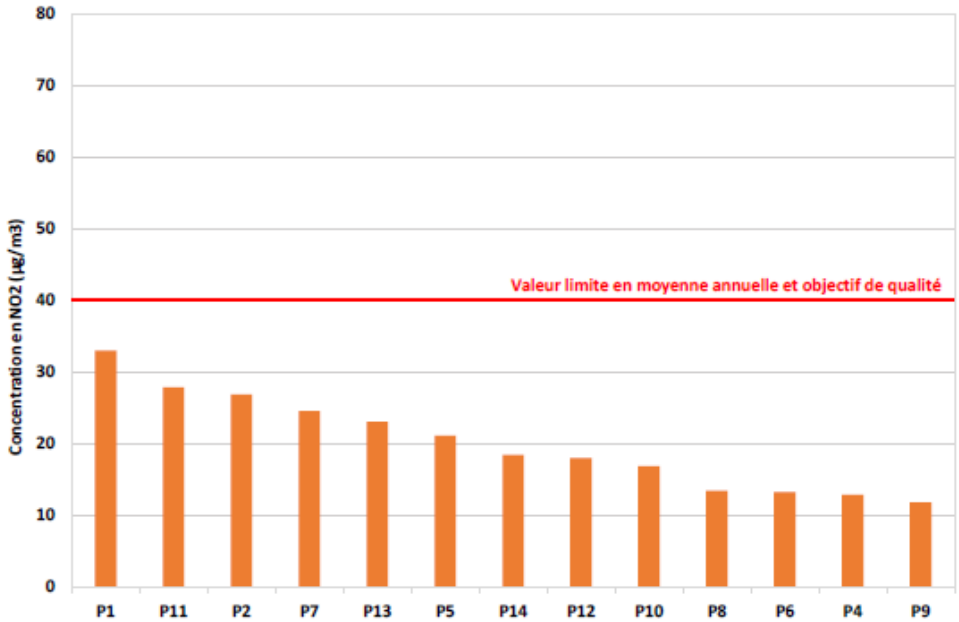


Figure 27 : Comparaison des résultats des concentrations de NO_2 à la réglementation, seconde campagne



La distribution des concentrations est cohérente avec la typologie des points de mesure. Les concentrations en NO_2 mesurées durant les deux campagnes sur les zones d'étude sont inférieures à la valeur limite de 40 µg/m^3 en moyenne annuelle sur tous les points de mesure.

La première campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO_2 plus faibles de 25 % par rapport à la moyenne annuelle, ce qui peut laisser supposer un dépassement de la valeur réglementaire au niveau du point de trafic P1 situé en bordure immédiate de l'A4.

La seconde campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO_2 plus fortes de 10 % par rapport à la moyenne annuelle, ce qui laisse supposer aucun dépassement de la valeur réglementaire sur l'ensemble des points de mesure.

4. SYNTHESE DE L'ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR

Dans le cadre d'un projet de ZAC du « Parc d'activités de la Rucherie » à Bussy-Saint-Georges (77), RIVIERE-LETELLIER a confié ARIA Technologies la réalisation de l'étude Air et Santé au sens de la note méthodologique « Air et Santé[6] ». L'étude Air et Santé prend également en compte le projet de diffuseur dit du Sycomore (réalisé par la SANEF).

L'étude Air et Santé suit les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Bilan de l'état initial de la qualité de l'air

Le bilan des émissions montre que le secteur résidentiel et tertiaire et le transport routier correspondent aux sources d'émissions dominantes sur la commune de Bussy-Saint-Georges.

Les concentrations dans l'air estimées par le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRPARIF sont inférieures aux valeurs limites de la qualité de l'air, excepté pour le NO_2 à proximité des axes routiers importants.

Ces résultats sont confirmés par les deux campagnes de mesures in situ qui se sont déroulées du 13 au 27 octobre 2020 et du 10 au 24 novembre 2020. Le polluant mesuré est le dioxyde d'azote (NO_2), principal traceur des émissions polluantes liées au trafic automobile.

La première période de mesure se caractérise par des concentrations en NO_2 plus faibles qu'à l'échelle annuelle (de l'ordre de 25 %) alors que la seconde période se caractérise par des concentrations plus élevées (de l'ordre de 10 %), en lien avec les conditions météorologiques. Dans ces conditions, les résultats indiquent les points suivants :

- Aucun dépassement de la valeur limite de 40 µg/m^3 pour le NO_2 n'est envisagé en moyenne annuelle sur les points de fond urbain, caractéristiques de l'exposition chronique de la population à la pollution sur la zone d'étude.
- Seul un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m^3 pour le NO_2 peut être envisagé en moyenne annuelle au niveau du point de trafic P1 de la première campagne (correspondant au point P2 de la seconde campagne) situé en bordure immédiate de l'autoroute A4.

6 -Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005

ANNEXES

Annexe 1 : Sites sensibles présents dans la zone d'étude

Type	Etablissement	Commune
Crèches	ASSOCIATION DE LA PETITE ENFANCE	CHANTELOUP-EN-BRIE
	LE JARDIN DES MERVEILLES	MONTEVRAIN
	LE CARROUSSEL DES BEBES	SERRIS
	CRECHE COLLECTIVE 1001 BULLES	
	VAL D'EUROPE	
	CRECHE BUSSY-SAINT-GEORGES	BUSSY-SAINT-GEORGES
	LA MAISON DES MILLE GOUTERS	
	VOIE LACTEE	
	BOUT'CHOU	
	DODO&DYDY	
	BIBOU LE HIBOU	
	LES LUTINS	
	LES PETITS PRINCES	
	LE BLEU DU CIEL	
	ILE AUX CALINS	
Ecoles – Collèges - Lycées	ECOLE MATERNELLE LES VIOLENNES	
	ECOLE PRIMAIRE LES VIOLENNES	
	COLLEGE JACQUES-YVES COUSTEAU	
	LYCEE POLYVALENT PRIVE MAURICE RONDEAU	
	COLLEGE PRIVE MAURICE RONDEAU	
	ECOLE MATERNELLE ANTOINE GIROUST	
	ECOLE PRIMAIRE ANTOINE GIROUST	
	ECOLE MATERNELLE JEAN DE LA FONTAINE	
	ECOLE PRIMAIRE JEAN DE LA FONTAINE	
	ECOLE MATERNELLE LE CLOS SAINT GEORGES	
	ECOLE PRIMAIRE LE CLOS SAINT GEORGES	
	ECOLE MATERNELLE CHARLES PERRAULT	
	ECOLE PRIMAIRE CHARLES PERRAULT	
	ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE JULES VERNE	
	ECOLE PRIMAIRE PUBLIQUE JULES VERNE	
	LYCEE POLYVALENT MARTIN LUTHER KING	
	COLLEGE ANNE FRANK	
	ECOLE MATERNELLE LOUIS BRAILLE	
	ECOLE PRIMAIRE LOUIS BRAILLE	
	ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE LOUIS GUIBERT	
	ECOLE PRIMAIRE PUBLIQUE LOUIS GUIBERT	
	ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE GEORGE SAND	
	ECOLE (MATERNELLE ET PRIMAIRE) JACQUES CHIRAC	
	COLLEGE CLAUDE MONET	
	ECOLE PRIMAIRE	JOSSIGNY
	ECOLE MATERNELLE LA TAFFARETTE	FERRIERES-EN-BRIE
	ECOLE PRIMAIRE LA TAFFARETTE	
	ECOLE PRIMAIRE LA ROUTE	FAVIERES
	ECOLE MATERNELLE LE CANTOU	CHANTELOUP-EN-BRIE
	ECOLE PRIMAIRE DU LOUPIOT	
	ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE EUGENE ISABEY	MONTEVRAIN
	ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE EUGENE ISABEY	
	ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE TOURNESOLS	CHESSY
	ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE TOURNESOLS	
	ECOLE MATERNELLE LE VAL GUERMANTES	CONCHES-SUR-GONDOIRE
	ECOLE PRIMAIRE LE VAL GUERMANTES	
	ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE HENRI MATISSE	SERRIS
	LYCEE POLYVALENT EMILIE DU CHATELET	
	LYCEE ESTHETIQUE VOCATION	
	ECOLE PRIMAIRE ROBERT DOISNEAU	

Type	Etablissement	Commune
	ECOLE MATERNELLE ROBERT DOISNEAU	
	ECOLE MATERNELLE JEAN DE LA FONTAINE	
	ECOLE PRIMAIRE JEAN DE LA FONTAINE	
	COLLEGE MADELEINE RENAUD	
	ECOLE MATERNELLE JULES VERNE	
	ECOLE ELEMENTAIRE GROUPE SCOLAIRE 3	
	ECOLE MATERNELLE LOUIS MAZET	PONTCARRE
	ECOLE PRIMAIRE LOUIS MAZET	
Etablissements sanitaires et sociaux	CENTRE D'IMAGERIE LE GALILEE	MONTEVRAIN
	IME VAL D'EUROPE	SERRIS
	GRAND HOPITAL EST FRANCILIEN LA VALLEE SITE JOSSIGNY	JOSSIGNY
	IME ECLAIR POLE ENFANTS	
Maisons de retraite	EHPAD LES JARDINS DE BUSSY	BUSSY-SAINT-GEORGES
	EHPAD LE CHATEAU DE FONTENELLE	
	EHPAD RESIDENCE LES BERGES DU DANUBE	SERRIS
	EHPAD LE CHATEAU DES CEDRES	
Equipements sportifs extérieurs	COURTS DE TENNIS	GUERMANTES
	TERRAIN DE PETANQUE	
	TERRAIN MIXTE D'HONNEUR	SERRIS
	TERRAIN MULTISPORTS	
	TERRAIN GRAND JEU	
	PLATEAU EPS	
	TERRAIN DE FOOTBALL D'ENTRAINEMENT	FERRIERES EN BRIE
	TERRAIN DE FOOTBALL D'HONNEUR	
	COURT DE TENNIS	
	TERRAIN DE BASKET-BALL	
	PARCOURS DE SANTE	
	PLATEAU EPS	
	CITY STADE	
	SKATE PARK	
	MINI TERRAIN DE FOOTBALL	BUSSY-SAINT-GEORGES
	TERRAIN DE FOOTBALL D'HONNEUR	
	2 COURTS DE TENNIS	
	PISTE SPRINT DU DOUBLE PLATEAU EPS	
	2 PLATEAUX EPS	
	COURT DE TENNIS	
	PLATEAU EPS	
	PETIT TERRAIN MULTIACTIVITES	
	2 PLATEAUX EPS	
	COURT DE TENNIS	
	GOLF 9 TROUS	
	GOLF 18 TROUS	
	TERRAIN DE FOOTBALL D'ENTRAINEMENT	
	TERRAIN DE FOOTBALL D'HONNEUR	
	STADE D'ATHLETISME	
	2 PLATEAUX EPS	
	PAS DE TIR A L'ARC	
	CARRIERE (HARAS DES SOURCES)	CONCHES-SUR-GONDOIRE
	TERRAIN DE FOOTBALL D'ENTRAINEMENT	CHANTELOUP-EN-BRIE
	TERRAIN DE FOOTBALL D'HONNEUR	
	COURT DE TENNIS	
	PLATEAU EPS	
	TERRAIN DE PETANQUE	PONTCARRE
	TERRAIN DE FOOTBALL	
	TERRAIN DE FOOTBALL A7	

Type	Etablissement	Commune
	MUR DE TENNIS	
	COURT DE TENNIS	BUSSY-SAINT-MARTIN

Annexe 2 : Rapport de la première campagne de mesures

RAPPORT D'ETUDE

ZAC DE LA RUCHERIE A BUSSY-SAINT-GEORGES (77)

CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR

Commanditaire :	**Aria Technologies**	Rapport :	**Final**
Réalisation :	**Rincent Air**	Phase :	**1-1**
Auteur(s) :	**Benjamin Forestier**	Version :	**RP-AF2052-V2**
Validation :	**François Cape**	Date :	**04/01/2021**

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

SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE 3
II. METHODOLOGIE 3
II. 1. PRELEVEMENT ET ANALYSE 3
II. 1. 1. *Polluants mesurés* 3
II. 1. 2. *Mesure du dioxyde d'azote* 3
II. 2. PLAN D'ECHANTILLONNAGE 3
II. 2. 1. *Points de mesure* 3
II. 2. 2. *Période de mesure* 3
II. 3. STATIONS DE REFERENCE 4
II. 3. 1. *Météorologie* 4
II. 3. 2. *Pollution atmosphérique* 4
III. RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE 5
III. 1. CONDITIONS LORS DE LA CAMPAGNE 5
III. 1. 1. *Températures et précipitations* 5
III. 1. 2. *Conditions de vent* 5
III. 1. 3. *Pollution atmosphérique* 5
III. 2. MESURES 6
III. 2. 1. *Validité des mesures par capteurs passif* 6
III. 2. 2. *Concentrations en NO_2* 6
III. 2. 3. *Cartographie des résultats* 6
IV. COMPARAISON À LA RÉGLEMENTATION 7
IV. 1. CADRE REGLEMENTAIRE 7
IV. 2. DIOXYDE D'AZOTE (NO_2) 7
V. SYNTHESE 7

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé 9
Annexe 2 : Fiche des points de mesure 14

TABLEAUX

Tableau 1 : plan d'échantillonnage 3
Tableau 2 : étude des données AASQA 5
Tableau 3 : facteurs de validité des mesures 6
Tableau 4 : résultats des mesures pour le NO_2 6
Tableau 5 : description des principaux polluants en air ambiant 9
Tableau 6 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air 12
Tableau 7 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant 13
Tableau 8 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant 13
Tableau 9 : définition des seuils réglementaire 13

FIGURES

Figure 1 : plan d'échantillonnage 3
Figure 2 : localisation de la station météorologique de référence 4
Figure 3 : localisation de la station Airparif de référence 4
Figure 4 : étude des températures et précipitations (données : Météo France) 5
Figure 5 : étude des conditions de vent (données : Météo France) 5
Figure 6 : cartographie des résultats 6
Figure 7 : comparaison des résultats des mesures NO_2 à la réglementation 7
Figure 8 : profil annuel des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif) 10
Figure 9 : profil journalier des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif) 10
Figure 10 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en $PM_{2.5}$ à 10 µg/m³ 11
Figure 11 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique 11

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Rincent Air a été mandaté par la société Aria Technologies pour effectuer une campagne de mesure de la qualité de l'air dans le cadre de la réalisation d'une étude air et santé concernant le projet d'aménagement de la ZAC de la Rucherie à Bussy-Saint-Georges (77). Ce rapport présente la méthodologie mise en œuvre et les résultats obtenus suite à la réalisation de la campagne de mesure.

II. METHODOLOGIE

II. 1. Prélèvement et analyse

II. 1. 1. Polluants mesurés

La note technique du 29/02/2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact indique que le polluant le plus adapté pour la qualification de l'état initial de la qualité de l'air est le dioxyde d'azote (NO_2). Pour les études de niveau II ou supérieur, des mesures complémentaires de particules PM_{10} peuvent être réalisée sur demande de l'autorité environnementale. En l'absence de spécifications dans le cadre de ce projet, seul le NO_2 est intégré aux mesures.

II. 1. 2. Mesure du dioxyde d'azote

Le principe de la mesure est celui de la diffusion naturelle de l'air à travers une cartouche contenant un adsorbant spécifique au NO_2 (triéthanolamine). Le débit de diffusion étant connu, la masse de polluant détectée sur le capteur à l'issue de la période d'exposition permet de calculer sa concentration dans l'air ambiant.

Les capteurs sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent. Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur sur les supports verticaux disponibles sur le domaine public (poteaux, candélabres…).

Après une période d'exposition de 2 semaines, les capteurs sont récupérés et envoyés en laboratoire pour extraire la masse piégée et doser le NO_2 par spectrométrie UV.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (STS 149) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie.

Cette méthode de prélèvement et d'analyse permet de mesurer une gamme de concentration en NO_2 de 1 à 200 µg/m³ avec une limite de quantification de 0,8 µg/m³.

Echantillonneur passif NO_2

Boîte de protection

II. 2. Plan d'échantillonnage

II. 2. 1. Points de mesure

Différentes typologies de points de mesure sont définies pour les évaluations de la qualité de l'air :

- Points de trafic (T) : implantés à proximité des voies présentant le trafic routier le plus important. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement (piétons).
- Points de fond (F) : éloignés des principales sources de pollution atmosphérique de proximité. Ils permettent de caractériser l'exposition chronique des populations.
- Lorsque les points ne sont pas suffisamment proche ou éloigné d'un axe, ils sont dits influencés (I).

En tenant compte de ces paramètres et de la dimension de la zone de projet, l'échantillonnage est établi pour **8 points de mesure NO_2**. Par ailleurs, un blanc de terrain (capteur non exposé permettant de contrôler l'absence de contamination durant le transport), un blanc de laboratoire et un point doublé (deux capteurs exposés au même emplacement pour établir la répétabilité) sont intégrés aux analyses du NO_2. Le tableau et la figure présentés ci-après illustrent la répartition des points de mesure. La localisation précise, les dates de prélèvement et les photographies figurent en annexe 2.

N°	Type	Polluant mesuré	Localisation
P1	T	NO_2	Allée des Bois de Bussy - Bordure A4
P2	F	NO_2	Allée des Bois de Bussy - Centre ZAC
P3	F	NO_2	Allée des Bois de Bussy - Limite sud ZAC
P4	I	NO_2	Aire de Ferrières
P5	F	NO_2	Riverain chemin de la Ferme de Maulny
P6	F	NO_2	Avenue Joseph Paxton
P7	F	NO_2	Avenue Joseph Froelicher
P8	F	NO_2	Rue du Château

Tableau 1 : plan d'échantillonnage

Figure 1 : plan d'échantillonnage

II. 2. 2. Période de mesure

Les concentrations en polluants atmosphériques présentent un comportement saisonnier marqué. Dans le cadre de cette étude, **une seule campagne de mesure** est dimensionnée. Néanmoins, l'étude des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique au cours de la campagne permet d'extrapoler les résultats à une situation annuelle. La campagne de mesure est réalisée du **13 au 27 octobre 2020**.

II. 3. Stations de référence

II. 3. 1. Météorologie

Les concentrations en polluants sont influencées par les températures de différentes manières : les épisodes de froid peuvent par exemple provoquer une utilisation plus importante du chauffage en milieu urbain et ainsi favoriser des émissions de NO_X, particules et benzène. Le fonctionnement à froid des moteurs automobiles est également plus émissif. De plus, des phénomènes d'inversion thermique peuvent réduire la dispersion des polluants. À l'inverse, les épisodes de chaleur et d'ensoleillement sont susceptibles de favoriser des réactions chimiques à l'origine de la formation de polluants secondaires (ex : ozone) et la diminution des concentrations en polluants primaires (ex : oxydes d'azote).

La pluie assure quant à elle un rôle de lessivage de l'atmosphère par un phénomène d'abattement des polluants au sol. Des précipitations abondantes peuvent ainsi limiter l'effet d'une pollution particulaire par exemple. À contrario, une période trop sèche peut être favorable à une augmentation de la pollution et des concentrations en aérosols.

Enfin, les vents sont un paramètre essentiel de l'étude de la pollution atmosphérique car ils conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées).

Pour étudier l'influence de ces paramètres, les conditions météorologiques lors de chaque campagne de mesure son comparées aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1981 à 2011 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche du site présentant ces données est celle de Torcy, située à environ 6 km nord-ouest du projet. Les données de vent au cours de la campagne sont également acquises auprès de cette station. La figure 2 illustre la localisation des stations météorologiques utilisées par rapport au projet.

Figure 2 : localisation de la station météorologique de référence

II. 3. 2. Pollution atmosphérique

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

Dans le cadre de cette étude, la station la plus proche de la zone d'étude et présentant les données disponibles est celle de « Lognes » qui mesure le NO_2 en typologie de fond urbain, située à environ 6 km à l'ouest de l'emprise du projet.

La localisation de la station par rapport à la zone de projet est indiquée sur la figure 3.

Figure 3 : localisation de la station Airparif de référence

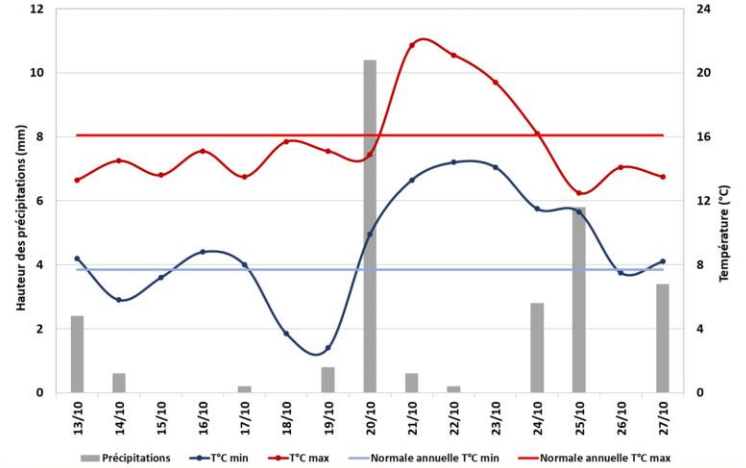
III. RESULTATS DE LA CAMPAGNE

III. 1. Conditions lors de la campagne

III. 1. 1. Températures et précipitations

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

Températures et précipitations au cours de la campagne de mesure



Moyenne des températures quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle	Moyenne des précipitations quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle
Minimale (T°C)	9,0	7,7	Cumul (mm)	1,8	2,0
Maximale (T°C)	15,6	16,1			

Figure 4 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont relativement semblables aux normales. Ces températures relativement douces indiquent des conditions propices à des concentrations en NO_2 légèrement inférieures par rapport à la moyenne annuelle. Par ailleurs, les précipitations sont très légèrement plus faibles que les normales.

III. 1. 2. Conditions de vent

Les conditions de vents sont représentées par une rose des vents[1] établie à partir de leur fréquence d'apparition en fonction de leur direction et de leur vitesse :

Rose des vents au cours de la campagne de mesure

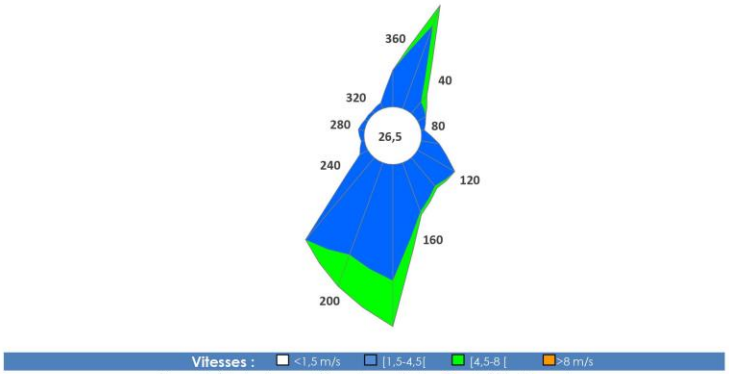


Figure 5 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents est caractérisée par un secteur sud majoritaire et un secteur nord-nord-est minoritaire. Les vitesses de vents relevées pendant la campagne sont majoritairement faibles (environ 89 % des vitesses de vent relevées sont supérieures à 4,5 m/s), ce qui indique une faible dispersion des polluants atmosphériques et laisse envisager un impact plus important sur les points de mesure les plus proches des sources d'émission (axes routiers).

III. 1. 3. Pollution atmosphérique

Les valeurs enregistrées sur l'année 2019 et la période correspondant à la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2019 (µg/m³)	Ecart (%) Campagne / 2019
Lognes	NO_2	17,2	23	-25

Tableau 2 : étude des données AASQA

En lien avec les conditions météorologiques, les teneurs en NO_2 sont plus faibles lors de la campagne de mesure qu'en moyenne annuelle (-25 %).

[1] Graphique radial représentant l'origine des vents sur un cercle de 0 à 360° par secteurs de 20° (ex : vent de secteur nord compris entre 350 à 10°). L'axe des ordonnées représente le pourcentage d'apparition des vents sur chaque secteur.

III. 2. Mesures

III. 2. 1. Validité des mesures par capteurs passif

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

- L'analyse d'un capteur non exposé (appelé « blanc ») ayant été transporté avec les échantillons lors de tous les trajets entre le laboratoire et les sites de mesure. L'analyse du blanc permet de quantifier la présence résiduelle de polluants gazeux sur les supports non liée à l'air échantillonné.
- La détermination de la répétabilité par l'exposition de deux capteurs au même point de mesure dans les mêmes conditions. Le résultat du calcul de l'écart standard[2] sur les valeurs obtenues permet de situer les mesures par rapport aux biais éventuels engendrés par la méthode de prélèvement et d'analyse.

Facteurs de validité	NO_2
Concentration du blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,4 µg/m³
Concentration moyenne doublet	13,3 µg/m³
Ecart standard du doublet	0 %
Incertitude théorique élargie (donnée Passam)	19,0 %

Tableau 3 : facteurs de validité des mesures

La concentration en NO_2 mesurée sur le blanc est inférieure à la limite de détection, indiquant l'absence de contamination des supports. L'incertitude élargie représente l'écart maximal pouvant être obtenu sur une mesure en incluant tous les biais potentiels liés au prélèvement et à l'analyse avec un intervalle de confiance de 95 %. L'écart standard calculé sur les résultats du doublet est très inférieur à cette incertitude et indique donc une bonne répétabilité de la mesure.

III. 2. 2. Concentrations en NO_2

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des concentrations en NO_2 mesurées sur la zone d'étude :

Concentration (µg/m³)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Typologie	T	F	F	I	F	F	F	F
NO_2	31,6	10,3	9,0	13,0	10,0	16,2	13,3	9,8

Tableau 4 : résultats des mesures pour le NO_2

III. 2. 3. Cartographie des résultats

Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en figure 6 :

Figure 6 : cartographie des résultats

La cartographie des résultats met en évidence des concentrations en NO_2 sur la zone d'étude relativement faibles à modérées, avec des valeurs comprises entre 9,0 et 31,6 µg/m³.

Le point de trafic P1 présente la concentration la plus élevée, avec une valeur de 31,6 µg/m³, ce qui s'explique par la proximité immédiate de ce point avec l'autoroute A4, axe routier très fréquenté.

Les autres points de mesure enregistrent des concentrations en NO_2 beaucoup plus faibles sur la zone (inférieures à 20 µg/m³) ce qui s'explique par leur éloignement plus important par rapport aux principaux axes routiers.

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

IV. COMPARAISON A LA REGLEMENTATION

IV. 1. Cadre réglementaire

Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250 (cf. annexe 1). La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure[3] et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs[4].

IV. 2. Dioxyde d'azote (NO_2)

Figure 7 : comparaison des résultats des mesures NO_2 à la réglementation

La distribution des concentrations est cohérente avec la typologie des points de mesure. Aucun point ne présente de concentration supérieure à la valeur limite de 40 µg/m³. Bien que la campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO_2 plus faibles d'environ 25 % par rapport à la moyenne annuelle, les teneurs mesurées ne laissent envisager aucun dépassement des valeurs réglementaires à l'échelle annuelle sur la zone d'étude.

[3] La directive européenne du 21 mai 2008 qui indique que les mesures de la qualité de l'air par méthode indicative peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.
[4] Arrêt n°11NC01593 du 7 février 2013 rendu par la Cour Administrative d'Appel de Nancy, qui précise que si les valeurs limites réglementaires constituent un objectif à rechercher dans l'élaboration de tout projet, elles ne constituent pas pour autant une prescription s'imposant en tant que telles à un projet.

V. SYNTHESE

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure réalisée dans le cadre de l'état initial de la qualité de l'air du projet d'aménagement de la ZAC de la Rucherie à Bussy-Saint-Georges (77).

Cette campagne, effectuée du 13 au 27 octobre 2020, se caractérise par conditions météorologiques et de pollution atmosphérique entraînant des concentrations en dioxyde d'azote (NO_2) plus faibles qu'en moyenne annuelle.

Dans ces conditions, les résultats n'indiquent aucun dépassement potentiel de la valeur limite pour le NO_2, aussi bien en bordure des voies que sur les points représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique.

ANNEXES

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

1) Définitions

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

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

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

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

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

- Le caractère **primaire ou secondaire**. Les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant au contraire des polluants secondaires qui sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique).
- L'état **gazeux**, **particulaire ou semi-volatil**. L'impact des composés gazeux sur la santé est défini directement par des relations dose-effets. Les composés particulaires sont étudiés d'une part en prenant en compte leur nature chimique (ex : métaux lourds) mais également en fonction de leur granulométrie (PM_{10}, $PM_{2.5}$) qui différencie les effets sur la santé. Les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemples les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les méthodes de mesure diffèrent fortement en fonction de la phase du polluant à étudier.
- La **persistance** chimique. Les polluants dits organiques persistants tels que les pesticides, dioxines, polychlorobiphényles, possèdent une grande stabilité leur permettant de contaminer la chaine alimentaire par un transfert de l'air vers le sol, du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- Le **forçage radiatif**. Les gaz à effet de serre sont des composés qui contribuent au réchauffement climatique (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane)

Parmi ces polluants, les principaux composés pris en compte pour l'impact sur l'air sont décrits dans le tableau suivant :

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO_x)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroitre jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO_2)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité. Ses concentrations sont aujourd'hui très faibles dans l'air ambiant et ne constituent plus un problème sanitaire en France.
Composés organiques volatils (COV)	Les COV constituent une famille très large de composés chimiques regroupant les composés aromatiques, les alcanes, les alcools, les phtalates, les aldéhydes etc. Ils sont émis principalement par le secteur résidentiel/tertiaire, les industries manufacturières et aujourd'hui dans une moindre mesure par le trafic routier. Leurs émissions ont diminué régulièrement depuis 1990 grâce à l'utilisation du pot catalytique, au progrès du stockage des hydrocarbures, à une meilleure gestion des solvants par les industriels (notamment avec l'instauration des plans de gestion de solvant) et à la substitution de produits manufacturés par des produits à plus faible teneur en solvant. Le benzène est le seul COV réglementé dans la loi sur l'air. Ce composé cancérigène est dorénavant essentiellement émis par le secteur résidentiel/tertiaire.
Particules	Les particules couvrent différentes fractions granulométriques parmi lesquelles la loi sur l'air fixe des valeurs de référence pour les PM_{10} (particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm) et les $PM_{2.5}$ (diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm). Elles sont issues de nombreuses sources différentes (trafic routier, chauffage au bois, agriculture…) mais restent un bon traceur du trafic routier, notamment en zone urbaine et en particulier au niveau des points de trafic. De manière générale, les émissions en particules diminuent régulièrement depuis 1990 sur l'ensemble des secteurs sauf pour celui du transport routier où elles se stabilisent.
Métaux lourds	Polluants présents essentiellement sous forme particulaire, ils intègrent notamment le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le mercure (Hg), le chrome (Cr), le cadmium (Cd) et l'arsenic (As). Ils sont émis majoritairement par l'industrie à l'exception du cuivre émis par le transport et le nickel par le secteur de la transformation d'énergie. Les émissions décroissent depuis une vingtaine d'années en raison des améliorations techniques apportées au secteur industriel. La diminution du plomb résulte quant à elle de l'utilisation d'essence sans plomb.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Famille de composés émis lors des phénomènes de combustion. Ils sont émis pour deux tiers par le secteur résidentiel/tertiaire et pour un quart par le trafic routier. Les émissions ont diminué de 1990 à 2007 mais stagnent ces dernières années. Le benzo(a)pyrène, considéré comme le plus toxique, est le seul composé de la famille des HAP à être réglementé en France.
Dioxyde de carbone (CO_2)	Le CO_2, et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O_3)	L'ozone est atypique par rapport aux autres composés car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO_X sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'apparait pas dans l'inventaire des émissions du CITEPA. Ce composé fait néanmoins l'objet d'une surveillance et entraine régulièrement en période estivale des dépassements de la réglementation.

Tableau 5 : description des principaux polluants en air ambiant

2) Les variations temporelles des concentrations en polluants

Les variations des concentrations en polluants sont assez faibles d'une année sur l'autre mais les moyennes annuelles masquent des fluctuations plus importantes observables aux échelles mensuelles, hebdomadaires ou horaires.

A titre d'exemple, la figure 8 présente le profil annuel[5] des concentrations de particules PM_{10}, de dioxyde d'azote (NO_2) et d'ozone (O_3) mesurées en moyenne sur l'ensemble des stations du réseau de mesure de la qualité de l'air Airparif couvrant le territoire de la région Ile-de-France de 2012 à 2017.

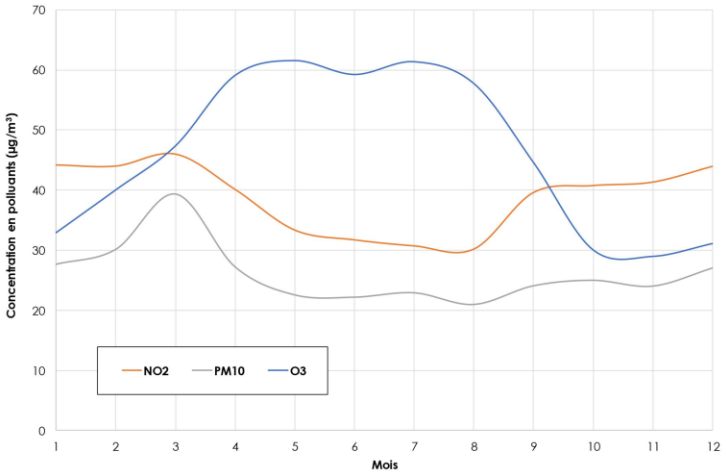


Figure 8 : profil annuel des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif)

Les fluctuations des concentrations de NO_2 dépendent principalement des émissions anthropiques et de la dispersion atmosphérique. Ainsi, à l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en saison froide du fait d'émissions plus importantes (notamment chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

Les concentrations en O_3 varient de manière inverse à celles du NO_2. Ce comportement est lié aux réactions de chimie atmosphérique et notamment au cycle de formation/consommation entre l'ozone et les NO_x. De plus, les variations de l'ozone sont accentuées par des réactions photochimiques : les concentrations les plus élevées apparaissent en été lorsque l'ensoleillement est plus important.

Les variations des concentrations en particules PM_{10} sont moins corrélées avec les autres polluants, du fait de la contribution importante d'autres sources que celles uniquement liées au trafic routier. Un pic de concentration peut ainsi être observé en mars, période d'épandages agricoles générant des particules dites « secondaires » par le biais de réactions chimiques atmosphériques.

La figure 9 présente le profil journalier des concentrations en polluants pour le même ensemble de stations de mesure du réseau Airparif.

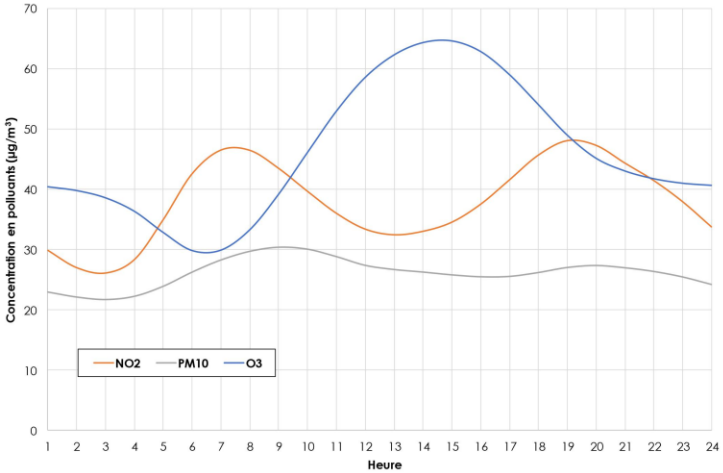


Figure 9 : profil journalier des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif)

A l'échelle journalière, les émissions du trafic routier sont plus fortes aux heures de pointes et la dispersion atmosphérique à l'échelle locale est plus importante aux heures creuses, ce qui entraine des pics de concentrations en NO_2 le matin (6h-8h) et le soir (18h-20h).

Comme pour le profil annuel, les concentrations en ozone suivent une évolution inverse. La production de ce composé par réaction photochimique est cette fois illustrée par le pic de 13h00 à 14h00 qui correspond en heure solaire à l'ensoleillement le plus important au zénith.

Ce comportement est moins marqué pour les particules PM_{10} en raison des autres sources d'émission de ce polluant.

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

3) Les effets de la pollution

Effets sur la santé

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

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

Les effets aigus ont été évalués au travers de plusieurs études françaises[6] et internationales[7] qui mettent en évidence une augmentation de la mortalité corrélée à l'augmentation des concentrations en polluants. Les résultats du projet européen Aphekom (2008-2011) indiquent que le non-respect de l'objectif de qualité OMS pour les $PM_{2.5}$ dans les 25 villes étudiées, causerait 19 000 décès prématurés par an. En particulier, les résultats ont montré que si les niveaux de particules $PM_{2.5}$ étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (cf. figure 10).

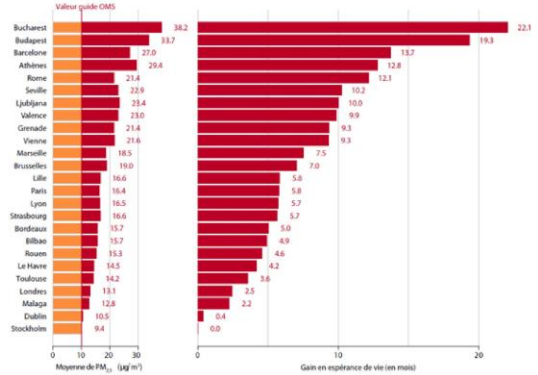


Figure 10 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en $PM_{2.5}$ à 10 µg/m³

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

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

De plus, la pollution atmosphérique entraine des impacts sanitaires sur une part plus importante de la population par un effet pyramide : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de personnes affectées est important (cf. figure 11 ci-contre – source : Direction de la santé publique de Montréal, 2003).

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

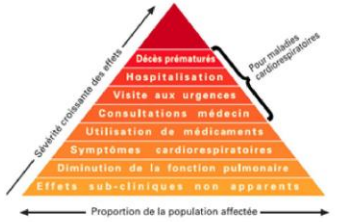


Figure 11 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

En 2015, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) estime pour sa part à environ 400 00 par an le nombre de décès attribuables à la pollution aux particules fines $PM_{2.5}$ en Europe, avec environ 90 % des citadins européens exposés à des niveaux de pollution supérieurs aux valeurs guides de l'OMS.

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

Effets sur la végétation

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

Effets sur les matériaux

La pollution, en plus de salir la surface des bâtiments, contribue également à leur dégradation physique. Les particules carbonées des cendres volantes et des suies se fixent sur les surfaces gypseuses et colorent la surface en noir en formant une croûte. Les métaux présents agissent ensuite comme catalyseur au processus d'oxydation par le SO_2 augmentant l'épaisseur de la croûte par la formation de cristaux de gypse. Cette corrosion est d'autant plus sévère que la pierre attaquée est poreuse. De plus, d'autres effets sont observables, comme la dégradation des matières plastiques par l'ozone ou l'oxydation des métaux par les pluies acides.

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

[9] Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

- En 2005, le programme CAFE de la Commission européenne estime le cout de la mortalité dans 25 pays de l'Union européenne en lien avec la pollution particulaire entre 190,2 et 702,8 milliards d'euros et celui de la morbidité à 78,3 milliards d'euros. Concernant la France, l'estimation de la mortalité est de 21,3 milliards d'euros et de 6,4 milliards d'euros pour la morbidité.
- Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé en 2012, au travers la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement un coût annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France métropolitaine compris à minima entre 20 et 30 milliards d'euros, en prenant notamment en considération les frais pour les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières[10].
- En avril 2015, une étude[11] conjointe de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime que, pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- Un rapport[12] du Sénat publié en juillet 2015 reprend les données du programme CAFE et estime que le coût total de l'impact sanitaire (mortalité et morbidité) de la pollution atmosphérique (particules et ozone) pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an. Par ailleurs, ce rapport met en évidence que le montant de certaines actions de lutte contre la pollution atmosphérique est inférieur aux bénéfices attendus de la prévention des impacts sanitaires, et donc que ces mesures de prévention engendrent des économies pour le pays. Par exemple, le projet Aphekom a permis de montrer que les politiques européennes de diminution du taux de soufre dans les carburants dans les années 1990 se sont traduites par une baisse du niveau de dioxyde de soufre (SO2) ambiant et une réduction de la mortalité dans 14 villes européennes ; environ 2 200 décès par an, soit une économie estimée à 192 millions d'euros.
- D'après une étude réalisée conjointement par la Banque Mondiale et l'Université de Washington et parue en septembre 2016[13], le coût des décès prématurés liés à la pollution de l'air s'élève à environ 199 milliards d'euros pour l'année civile 2013, et cette pollution est le 4e facteur de décès prématuré dans le monde.

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

- Ainsi, le programme de recherche européen CAFE évalue en 2005 le coût de la baisse des rendements agricoles pour les 25 pays européens à 2,5 milliards d'euros.
- Une étude conjointe de l'INFRAS et de l'Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) de l'université de Karlsruhe a retenu, pour la France, un coût lié aux dommages de la pollution sur patrimoine bâti d'environ 3,4 milliards d'euros en 2000[14].
- Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le cout non sanitaire de la pollution de l'air en France (baisse des rendements agricoles, dégradation des bâtiments, dépenses de recherche, etc.) à 4,3 milliards d'euros à minima.

5) La Réglementation

La qualité de l'air est réglementée en France par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (loi LAURE n°96/1236). Elle traite notamment : des plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) intégrés depuis la loi Grenelle II de 2010 au volet Air des Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), des plans de protection de l'atmosphère (PPA), des plans de déplacements urbains (PDU), des mesures d'urgence à mettre en œuvre en cas de dépassement des valeurs limites et des mesures techniques nationales de prévention de la pollution atmosphérique et d'utilisation rationnelle de l'énergie.

La mise en application de la loi sur l'air est à l'origine principalement formulée dans le décret du 6 mai 1998 ainsi que dans l'arrêté ministériel du 17 août 1998. Cette réglementation est amenée à évoluer régulièrement en fonction des nouvelles directives européennes ou politiques nationales. Actuellement, la réglementation française à prendre en compte pour la surveillance de la qualité de l'air est constituée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 portant transposition de la directive européenne n°2008/50/CE. Le tableau 6 récapitule l'ensemble des textes relatifs à la qualité de l'air et son évaluation. Les valeurs limites issues de cette réglementation sont présentées dans le tableau 7 à tableau 9.

Type de texte	Intitulé
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
Arrêté	Arrêté du 17 aout 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les Installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
Décret	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
	Décret n° 2010-1268 du 22 octobre 2010 relatif à la régionalisation des organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air
Circulaire	Circulaire du 12 octobre 2007 relative à l'information du public sur les particules en suspension dans l'air ambiant.
	Circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Tableau 6 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

[10] Commissariat Général au Développement Durable. Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement - Santé et qualité de l'air extérieur. Juin 2012.
[11] OMS & OCDE. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. 2015.
[12] Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.
[13] Banque Mondiale & Université de Washington (IHME). The Cost of Air Pollution: Strengthening the economic case for action [Le coût de la pollution atmosphérique : Renforcer les arguments économiques en faveur de l'action]. Septembre 2016.
[14] INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

Benzène (C_6H_6)		
Objectif de qualité	2 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO_2)		
Objectif de qualité	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	200 µg/m³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
Ozone (O_3)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m³.h	AOT40[15] calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m³.h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1er seuil : 240 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	2ème seuil : 300 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	3ème seuil : 360 µg/m³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO_2)		
Objectif de qualité	50 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m³	Moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Tableau 7 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

Particules PM_{10}		
Objectif de qualité	30 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	50 µg/m³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m³	Moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg/m³	Moyenne sur 24 heures
Particules $PM_{2.5}$		
Objectif de qualité	10 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur cible	20 µg/m³	Moyenne annuelle
Plomb (Pb)		
Objectif de qualité	0,25 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite	0,5 µg/m³	Moyenne annuelle
Arsenic (As)		
Valeur cible	6 ng/m³	Moyenne annuelle
Cadmium (Cd)		
Valeur cible	5 ng/m³	Moyenne annuelle
Nickel (Ni)		
Valeur cible	20 ng/m³	Moyenne annuelle
Benzo[a]pyrène (BaP)		
Valeur cible	1 ng/m³	Moyenne annuelle

Tableau 8 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant

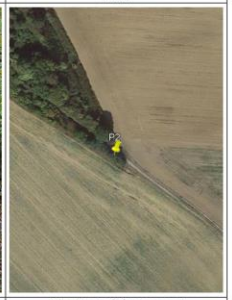
Définition des seuils	
Objectif de qualité	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
Valeur limite	Niveau à atteindre dans un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

Tableau 9 : définition des seuils réglementaire

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

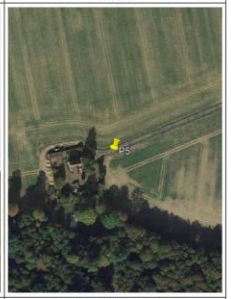
Annexe 2 : Fiche des points de mesure

P1					
Localisation : Allée des Bois de Bussy - Bordure A4				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'43.06"N	2°43'55.25"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	304	13/10/2020	11h11	27/10/2020	13h08

P2					
Localisation : Allée des Bois de Bussy – Centre ZAC				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'35.66"N	2°44'3.65"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	331	13/10/2020	12h15	27/10/2020	13h19

P3					
Localisation : Allée des Bois de Bussy – Limite sud ZAC				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'23.88"N	2°44'15.76"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	295	13/10/2020	12h22	27/10/2020	13h10

P4					
Localisation : A4 - Aire de Ferrières				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☐ Fond urbain ☒ Influencé				48°49'41.17"N	2°44'30.66"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	320	13/10/2020	12h46	27/10/2020	14h08

P5					
Localisation : Riverain chemin de la Ferme de Maulny				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'34.20"N	2°44'48.59"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	308	13/10/2020	11h50	27/10/2020	13h54

P6					
Localisation : Avenue Joseph Paxton				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'38.62"N	2°43'10.96"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	317	13/10/2020	11h25	27/10/2020	13h31

P7					
Localisation : Avenue Joseph				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'24.96"N	2°43'32.16"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	328/315	13/10/2020	11h31	27/10/2020	13h35

P8					
Localisation : Rue du Château				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Influencé				48°49'6.64"N	2°43'15.67"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	330	13/10/2020	11h58	27/10/2020	13h39

Annexe 3 : Rapport de la seconde campagne de mesures

RAPPORT D'ETUDE

ETUDE SUR BUSSY-SAINT-GEORGES ET AUTOUR DE L'A4 (78)

CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR

Commanditaire :	**Aria Technologies**	Rapport :	**Final**
Réalisation :	**Rincent Air**	Phase :	**1-1**
Auteur(s) :	**Benjamin Forestier**	Version :	**RP-AF2061-V2**
Validation :	**François Cape**	Date :	**17/12/2020**

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

SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE 3

II. METHODOLOGIE 3

II. 1. PRELEVEMENT ET ANALYSE 3
II. 1. 1. Polluants mesurés 3
II. 1. 2. Mesure du dioxyde d'azote 3
II. 2. PLAN D'ECHANTILLONNAGE 3
II. 2. 1. Points de mesure 3
II. 2. 2. Période de mesure 3
II. 3. STATIONS DE REFERENCE 4
II. 3. 1. Météorologie 4
II. 3. 2. Pollution atmosphérique 4

III. RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE 5

III. 1. CONDITIONS LORS DE LA CAMPAGNE 5
III. 1. 1. Températures et précipitations 5
III. 1. 2. Conditions de vent 5
III. 1. 3. Pollution atmosphérique 5
III. 2. MESURES 6
III. 2. 1. Validité des mesures par capteurs passif 6
III. 2. 2. Concentrations en NO_2 6
III. 2. 3. Cartographie des résultats 6

IV. COMPARAISON À LA RÉGLEMENTATION 7

IV. 1. CADRE REGLEMENTAIRE 7
IV. 2. DIOXYDE D'AZOTE (NO_2) 7

V. SYNTHESE 7

ANNEXES

Annexe 1 : Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé 9
Annexe 2 : Fiche des points de mesure 14

TABLEAUX

Tableau 1 : plan d'échantillonnage 3
Tableau 2 : étude des données Airparif 5
Tableau 3 : résultats des mesures pour le NO_2 6
Tableau 4 : description des principaux polluants en air ambiant 9
Tableau 5 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air 12
Tableau 6 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant 13
Tableau 7 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant 13
Tableau 8 : définition des seuils réglementaire 13

FIGURES

Figure 1 : plan d'échantillonnage 3
Figure 2 : localisation de la station météorologique de référence 4
Figure 3 : localisation de la station Airparif de référence 4
Figure 4 : étude des températures et précipitations (données : Météo France) 5
Figure 5 : étude des conditions de vent (données : Météo France) 5
Figure 6 : cartographie des résultats 6
Figure 7 : comparaison des résultats des mesures NO_2 à la réglementation 7
Figure 8 : profil annuel des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif) 10
Figure 9 : profil journalier des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif) 10
Figure 10 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en $PM_{2.5}$ à 10 µg/m³ 11
Figure 11 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique 11

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Rincent Air a été mandaté par la société Aria Technologies pour effectuer une campagne de mesure de la qualité de l'air sur la commune de Bussy-Saint-Georges et le long de l'A4 (78). Ce rapport présente la méthodologie mise en œuvre et les résultats obtenus suite à la réalisation de la campagne de mesure.

II. METHODOLOGIE

II. 1. Prélèvement et analyse

II. 1. 1. Polluants mesurés

La note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact indique que le polluant le plus adapté pour la qualification de l'état initial de la qualité de l'air est le dioxyde d'azote (NO_2). Pour les études de niveau II ou supérieur, des mesures complémentaires de particules PM_{10} peuvent être réalisée sur demande de l'autorité environnementale. En l'absence de spécifications dans le cadre de ce projet, seul le NO_2 est intégré aux mesures.

II. 1. 2. Mesure du dioxyde d'azote

Le principe de la mesure est celui de la diffusion naturelle de l'air à travers une cartouche contenant un adsorbant spécifique au NO_2 (triéthanolamine). Le débit de diffusion étant connu, la masse de polluant détectée sur le capteur à l'issue de la période d'exposition permet de calculer sa concentration dans l'air ambiant.

Les capteurs sont placés à l'intérieur de boîtes de protection afin de les protéger de la pluie et du vent. Les boîtes sont ensuite fixées en hauteur sur les supports verticaux disponibles sur le domaine public (poteaux, candélabres…).

Après une période d'exposition de 2 semaines, les capteurs sont récupérés et envoyés en laboratoire pour extraire la masse piégée et doser le NO_2 par spectrométrie UV.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (STS 149) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie.

Cette méthode de prélèvement et d'analyse permet de mesurer une gamme de concentration en NO_2 de 1 à 200 µg/m³ avec une limite de quantification de 0,8 µg/m³.

Echantillonneur passif NO_2

Boîte de protection

II. 2. Plan d'échantillonnage

II. 2. 1. Points de mesure

Différentes typologies de points de mesure sont définies pour les évaluations de la qualité de l'air :

- Points de trafic (T) : implantés à proximité des voies présentant le trafic routier le plus important. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquelles la population peut être exposée ponctuellement (piétons).
- Points de fond (F) : éloignés des principales sources de pollution atmosphérique de proximité. Ils permettent de caractériser l'exposition chronique des populations.
- Lorsque les points ne sont pas suffisamment proche ou éloigné d'un axe, ils sont dits influencés (I).

En tenant compte de ces paramètres et de la dimension de la zone de projet, l'échantillonnage est établi pour **14 points de mesure NO_2**. Par ailleurs, un blanc de terrain (capteur non exposé permettant de contrôler l'absence de contamination durant le transport), un blanc de laboratoire et un point doublé (deux capteurs exposés au même emplacement pour établir la répétabilité) sont intégrés aux analyses du NO_2. Le tableau et la figure présentés ci-après illustrent la répartition des points de mesure. La localisation précise, les dates de prélèvement et les photographies figurent en annexe 2.

N°	Type	Polluant(s) mesuré(s)	Localisation
P1	T	NO_2	Boulevard de Lagny (D35)
P2	T	NO_2	Allée des Bois de Bussy – Bordure immédiate de l'A4
P3	F	NO_2	Allée des Bois de Bussy – Environ 200 m au sud de l'A4
P4	I	NO_2	A4 - Aire de Ferrières
P5	F	NO_2	Avenue Gutenberg
P6	T	NO_2	A4 à hauteur de Jossigny
P7	F	NO_2	D10 / Premières habitations proches A4 (env. 240 m nord)
P8	F	NO_2	Premières habitations proches A4 (env. 330 m sud)
P9	F	NO_2	Premières habitations proches A4 (env. 220 m sud)
P10	T	NO_2	A4 sortie D345
P11	T	NO_2	D345 (sortie A4)
P12	F	NO_2	Rue de Paris (Jossigny)
P13	T	NO_2	Avenue du Général de Gaulle (ouest bd Louis Guibert)
P14	T	NO_2	Avenue du Général de Gaulle (est bd Louis Guibert et bd Rome)

Tableau 1 : plan d'échantillonnage

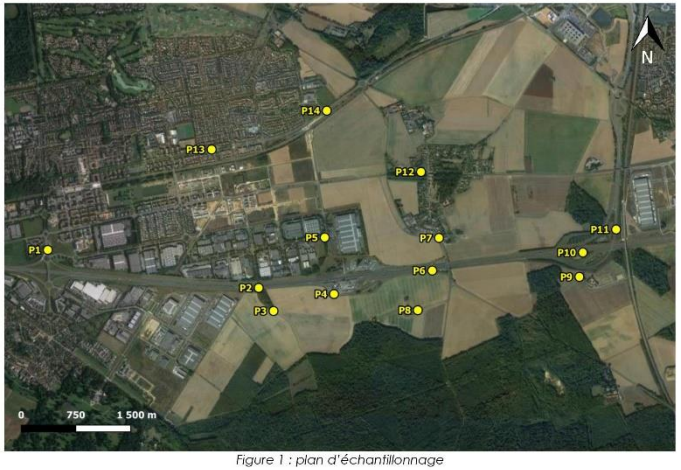


Figure 1 : plan d'échantillonnage

II. 2. 2. Période de mesure

Les concentrations en polluants atmosphériques présentent un comportement saisonnier marqué. Dans le cadre de cette étude, **une seule campagne de mesure** est dimensionnée. Néanmoins, l'étude des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique au cours de la campagne permet d'extrapoler les résultats à une situation annuelle. La campagne de mesure est réalisée du **10 au 24 novembre 2020**.

II. 3. Stations de référence

II. 3. 1. Météorologie

Les concentrations en polluants sont influencées par les températures de différentes manières : les épisodes de froid peuvent par exemple provoquer une utilisation plus importante du chauffage en milieu urbain et ainsi favoriser des émissions de NO_x, particules et benzène. Le fonctionnement à froid des moteurs automobiles est également plus émissif. De plus, des phénomènes d'inversion thermique peuvent réduire la dispersion des polluants. À l'inverse, les épisodes de chaleur et d'ensoleillement sont susceptibles de favoriser des réactions chimiques à l'origine de la formation de polluants secondaires (ex : ozone) et la diminution des concentrations en polluants primaires (ex : oxydes d'azote).

La pluie assure quant à elle un rôle de lessivage de l'atmosphère par un phénomène d'abattement des polluants au sol. Des précipitations abondantes peuvent ainsi limiter l'effet d'une pollution particulaire par exemple. À contrario, une période trop sèche peut être favorable à une augmentation de la pollution et des concentrations en aérosols.

Enfin, les vents sont un paramètre essentiel de l'étude de la pollution atmosphérique car ils conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées).

Pour étudier l'influence de ces paramètres, les conditions météorologiques lors de chaque campagne de mesure son comparées aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1981 à 2011 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 30 ans. La station la plus proche du site présentant ces données est celle de Torcy, située à environ 6 km nord-ouest du projet. Les données de vent au cours de la campagne sont également acquises auprès de cette station. La figure 2 illustre la localisation de la station météorologique utilisée par rapport à la zone étudiée.

Figure 2 : localisation de la station météorologique de référence

II. 3. 2. Pollution atmosphérique

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

Dans le cadre de cette étude, la station la plus proche de la zone d'étude et présentant les données disponibles est celle de « Lognes » qui mesure le NO_2 en typologie de fond urbain, située à environ 6 km à l'ouest de la zone étudiée. Sa localisation est indiquée sur la figure 3.

Figure 3 : localisation de la station Airparif de référence

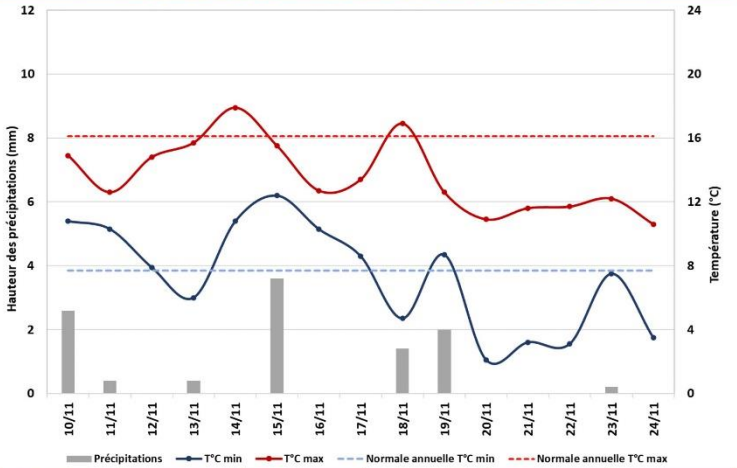
III. RESULTATS DE LA CAMPAGNE

III. 1. Conditions lors de la campagne

III. 1. 1. Températures et précipitations

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

Températures et précipitations au cours de la campagne de mesure



Moyenne des températures quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle	Moyenne des précipitations quotidiennes	Campagne de mesure	Normale annuelle
Minimale (T°C)	7,3	7,7	Cumul (mm)	0,7	2,0
Maximale (T°C)	13,6	16,1			

Figure 4 : étude des températures et précipitations (données : Météo France)

Les températures relevées lors de la campagne de mesure sont légèrement plus faibles par rapport aux normales (notamment lors de la deuxième semaine), indiquant des conditions propices à des concentrations en NO_2 légèrement supérieures par rapport à la moyenne annuelle. Les précipitations sont quant à elles beaucoup plus faibles que la normale annuelle.

III. 1. 2. Conditions de vent

Les conditions de vents sont représentées par une rose des vents[1] établie à partir de leur fréquence d'apparition en fonction de leur direction et de leur vitesse :

Rose des vents au cours de la campagne de mesure

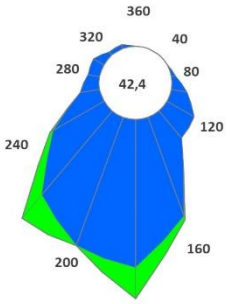


Figure 5 : étude des conditions de vent (données : Météo France)

La rose des vents est caractérisée par un secteur sud majoritaire, indiquant un impact potentiel plus marqué sur la zone située au nord de l'A4. Cependant les vitesses de vents relevées pendant la campagne sont majoritairement faibles (environ 94 % des vitesses de vent relevées sont inférieures à 4,5 m/s), ce qui indique une dispersion modérée des polluants atmosphériques et laisse envisager un impact plus important sur les points de mesure les plus proches des sources d'émission (axes routiers) ou en proximité au nord de ces sources.

III. 1. 3. Pollution atmosphérique

Les valeurs enregistrées sur l'année 2019 et la période correspondant à la campagne de mesure sont comparées dans le tableau ci-dessous :

Station	Polluant	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2019 (µg/m³)	Ecart (%) Campagne / 2019
Lognes	NO_2	25,3	23	+10

Tableau 2 : étude des données Airparif

En lien avec les conditions météorologiques, les teneurs en NO_2 sont légèrement plus fortes lors de la campagne de mesure qu'en moyenne annuelle (+10 %).

[1] Graphique radial représentant l'origine des vents sur un cercle de 0 à 360° par secteurs de 20° (ex : vent de secteur nord compris entre 350 à 10°). L'axe des ordonnées représente le pourcentage d'apparition des vents sur chaque secteur.

III. 2. Mesures

III. 2. 1. Validité des mesures par capteurs passif

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

- L'analyse d'un capteur non exposé (appelé « blanc ») ayant été transporté avec les échantillons lors de tous les trajets entre le laboratoire et les sites de mesure. L'analyse du blanc permet de quantifier la présence résiduelle de polluants gazeux sur les supports non liée à l'air échantillonné.
- La détermination de la répétabilité par l'exposition de deux capteurs au même point de mesure dans les mêmes conditions. Le résultat du calcul de l'écart standard[2] sur les valeurs obtenues permet de situer les mesures par rapport aux biais éventuels engendrés par la méthode de prélèvement et d'analyse.

Facteurs de validité	NO_2
Concentration du blanc pour une exposition théorique de 2 semaines	< 0,4 µg/m³
Concentration moyenne doublet	13,3 µg/m³
Ecart standard du doublet	0 %
Incertitude théorique élargie (donnée Passam)	19,0 %

La concentration en NO_2 mesurée sur le blanc est inférieure à la limite de détection, indiquant l'absence de contamination des supports. L'incertitude élargie représente l'écart maximal pouvant être obtenu sur une mesure en incluant tous les biais potentiels liés au prélèvement et à l'analyse avec un intervalle de confiance de 95 %. L'écart standard calculé sur les résultats du doublet est inférieur à cette incertitude et indique donc une bonne répétabilité de la mesure.

III. 2. 2. Concentrations en NO_2

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des concentrations en NO_2 mesurées sur la zone d'étude :

Concentration (µg/m³)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Typologie	T	T	F	I	F	T	F	F	F	T	T	F	T	T
NO_2	33,0	26,8	11,4	12,8	21,1	13,2	24,5	13,4	11,8	16,8	27,8	18,0	23,0	18,4

Tableau 3 : résultats des mesures pour le NO_2

III. 2. 3. Cartographie des résultats

Les résultats sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude en figure 6 :

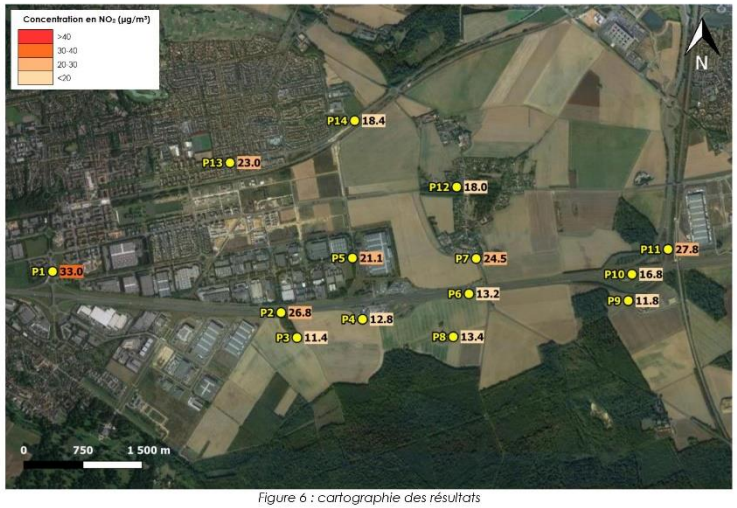


Figure 6 : cartographie des résultats

La cartographie des résultats met en évidence des concentrations en NO_2 sur la zone d'étude faibles à modérées, avec des valeurs comprises entre 11,4 et 33,0 µg/m³.

Les points de trafic P1, P2 et P11 présentent les concentrations les plus élevées, avec des valeurs comprises entre 26,8 et 33,0 µg/m³, ce qui s'explique par la proximité de ces points avec les axes routiers les plus fréquentés, (D35 en entrée/sortie de l'A4, autoroute A4, D345 en sortie de l'A4).

Les points de fond urbain P5 et P7 sont situés sur des axes routiers peu fréquentés mais sont sous l'impact direct des émissions routières de l'A4 (vents majoritaires du secteur sud pendant la campagne). Ces conditions de dispersion peuvent expliquer les concentrations plus faibles observées sur l'ensemble de la zone au sud de l'A4 (comprises entre 11,4 et 16,8 µg/m³), y compris au niveau des points de trafic P6 et P10 situés en bordure sud de l'autoroute.

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

IV. COMPARAISON A LA REGLEMENTATION

IV. 1. Cadre réglementaire

Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250 (cf. annexe 1). La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure[3] et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs[4].

IV. 2. Dioxyde d'azote (NO_2)

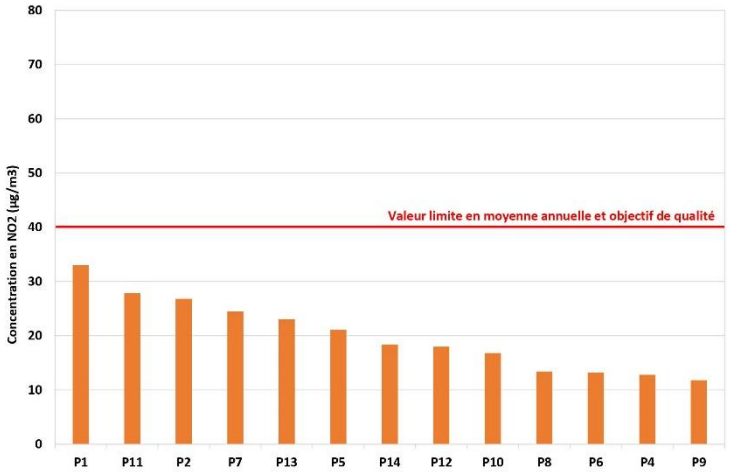


Figure 7 : comparaison des résultats des mesures NO_2 à la réglementation

La distribution des concentrations est relativement cohérente avec la typologie des points de mesure. Aucun point ne présente de concentration supérieure à la valeur limite de 40 µg/m³. De plus, la campagne de mesure se caractérise par des teneurs en NO_2 légèrement plus fortes (+10 %) par rapport à la moyenne annuelle, ce qui n'indique aucun dépassement potentiel de la valeur réglementaire à l'échelle annuelle sur l'ensemble de la zone d'étude.

V. SYNTHESE

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure de NO_2 réalisée sur la commune de Bussy-Saint-Georges et le long de l'autoroute A4 (78).

Cette campagne, effectuée du 10 au 24 novembre 2020, se caractérise par conditions météorologiques et de pollution atmosphérique entraînant des concentrations en dioxyde d'azote (NO_2) légèrement plus fortes que la moyenne annuelle.

Dans ces conditions, les résultats n'indiquent aucun dépassement potentiel de la valeur limite pour le NO_2, aussi bien en bordure des voies que sur les points représentatifs de l'exposition chronique de la population à la pollution atmosphérique.

[3] La directive européenne du 21 mai 2008 qui indique que les mesures de la qualité de l'air par méthode indicative peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.
[4] Arrêt n°11NC01593 du 7 février 2013 rendu par la Cour Administrative d'Appel de Nancy, qui précise que si les valeurs limites réglementaires constituent un objectif à rechercher dans l'élaboration de tout projet, elles ne constituent pas pour autant une prescription s'imposant en tant que telles à un projet.

ANNEXES

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

1) Définitions

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

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

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

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

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

- Le caractère **primaire ou secondaire**. Les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant au contraire des polluants secondaires qui sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique).
- L'état **gazeux**, **particulaire ou semi-volatil**. L'impact des composés gazeux sur la santé est défini directement par des relations dose-effets. Les composés particulaires sont étudiés d'une part en prenant en compte leur nature chimique (ex : métaux lourds) mais également en fonction de leur granulométrie (PM_{10}, $PM_{2.5}$) qui différencie les effets sur la santé. Les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemples les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les méthodes de mesure diffèrent fortement en fonction de la phase du polluant à étudier.
- La **persistance** chimique. Les polluants dits organiques persistants tels que les pesticides, dioxines, polychlorobiphényles, possèdent une grande stabilité leur permettant de contaminer la chaine alimentaire par un transfert de l'air vers le sol, du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- Le **forçage radiatif**. Les gaz à effet de serre sont des composés qui contribuent au réchauffement climatique (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane)

Parmi ces polluants, les principaux composés pris en compte pour l'impact sur l'air sont décrits dans le tableau suivant :

Polluant	Description
Oxydes d'azote (NO_X)	Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Ces polluants sont très majoritairement émis par le transport routier et de ce fait constituent un excellent traceur de ce type de pollution. Ils participent de façon importante à la pollution à l'ozone en période estivale.
Monoxyde de carbone (CO)	Il est émis lors des phénomènes de combustion : moteur thermique, chauffage urbain et production d'électricité. Ses émissions ont subi une baisse rapide de 1980 à 2000 puis continuent de légèrement décroitre jusqu'à un palier. Cette baisse en deux temps est liée à la diminution de la production de l'industrie sidérurgique puis à la généralisation de l'utilisation du pot catalytique. Ce composé se disperse rapidement dans l'atmosphère et ne constitue un enjeu sanitaire qu'à proximité d'un trafic automobile dense ou en atmosphère confinée (tunnel).
Dioxyde de soufre (SO_2)	Principalement émis par le secteur de transformation d'énergie puis par l'industrie. Ce composé responsable de pollution importante au milieu du XX^{ème} siècle a observé une diminution très importante depuis l'utilisation de carburant à faible teneur en soufre et la diminution de l'utilisation de combustible fossile dans la production d'électricité. Ses concentrations sont aujourd'hui très faibles dans l'air ambiant et ne constituent plus un problème sanitaire en France.
Composés organiques volatils (COV)	Les COV constituent une famille très large de composés chimiques regroupant les composés aromatiques, les alcanes, les alcools, les phtalates, les aldéhydes etc. Ils sont émis principalement par le secteur résidentiel/tertiaire, les industries manufacturières et aujourd'hui dans une moindre mesure par le trafic routier. Leurs émissions ont diminué régulièrement depuis 1990 grâce à l'utilisation du pot catalytique, au progrès du stockage des hydrocarbures, à une meilleure gestion des solvants par les industriels (notamment avec l'instauration des plans de gestion de solvant) et à la substitution de produits manufacturés par des produits à plus faible teneur en solvant. Le benzène est le seul COV réglementé dans la loi sur l'air. Ce composé cancérigène est dorénavant essentiellement émis par le secteur résidentiel/tertiaire.
Particules	Les particules couvrent différentes fractions granulométriques parmi lesquelles la loi sur l'air fixe des valeurs de référence pour les PM_{10} (particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm) et les $PM_{2.5}$ (diamètre aérodynamique médian inférieur à 2.5 µm). Elles sont issues de nombreuses sources différentes (trafic routier, chauffage au bois, agriculture…) mais restent un bon traceur du trafic routier, notamment en zone urbaine et en particulier au niveau des points de trafic. De manière générale, les émissions en particules diminuent régulièrement depuis 1990 sur l'ensemble des secteurs sauf pour celui du transport routier où elles se stabilisent.
Métaux lourds	Polluants présents essentiellement sous forme particulaire, ils intègrent notamment le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le mercure (Hg), le chrome (Cr), le cadmium (Cd) et l'arsenic (As). Ils sont émis majoritairement par l'industrie à l'exception du cuivre émis par le transport et le nickel par le secteur de la transformation d'énergie. Les émissions décroissent depuis une vingtaine d'années en raison des améliorations techniques apportées au secteur industriel. La diminution du plomb résulte quant à elle de l'utilisation d'essence sans plomb.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Famille de composés émis lors des phénomènes de combustion. Ils sont émis pour deux tiers par le secteur résidentiel/tertiaire et pour un quart par le trafic routier. Les émissions ont diminué de 1990 à 2007 mais stagnent ces dernières années. Le benzo(a)pyrène, considéré comme le plus toxique, est le seul composé de la famille des HAP à être réglementé en France.
Dioxyde de carbone (CO_2)	Le CO_2, et de manière générale l'ensemble des gaz à effet de serre, ne présentent pas d'impact sanitaire mais contribuent au réchauffement climatique.
Ozone (O_3)	L'ozone est atypique par rapport aux autres composés car c'est un polluant secondaire. Il est produit principalement lors de réactions chimiques entre les COV et les NO_X sous l'action des ultraviolets. Comme il n'est pas directement émis par une source, ce polluant n'apparait pas dans l'inventaire des émissions du CITEPA. Ce composé fait néanmoins l'objet d'une surveillance et entraine régulièrement en période estivale des dépassements de la réglementation.

Tableau 4 : description des principaux polluants en air ambiant

2) Les variations temporelles des concentrations en polluants

Les variations des concentrations en polluants sont assez faibles d'une année sur l'autre mais les moyennes annuelles masquent des fluctuations plus importantes observables aux échelles mensuelles, hebdomadaires ou horaires.

A titre d'exemple, la figure 8 présente le profil annuel[5] des concentrations de particules PM_{10}, de dioxyde d'azote (NO_2) et d'ozone (O_3) mesurées en moyenne sur l'ensemble des stations du réseau de mesure de la qualité de l'air Airparif couvrant le territoire de la région Ile-de-France de 2012 à 2017.

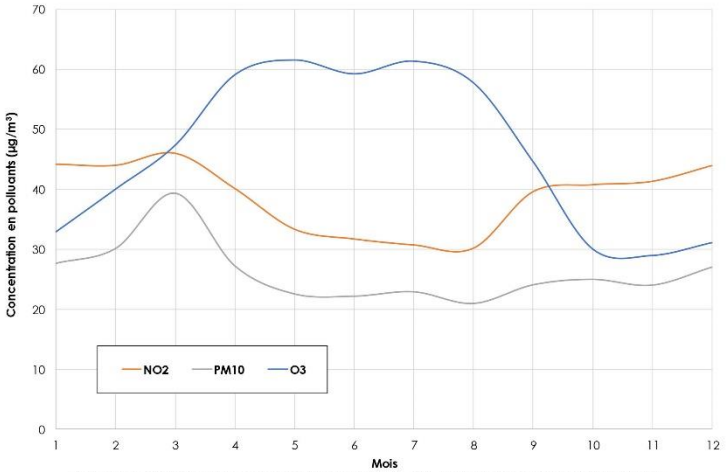


Figure 8 : profil annuel des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif)

Les fluctuations des concentrations de NO_2 dépendent principalement des émissions anthropiques et de la dispersion atmosphérique. Ainsi, à l'échelle d'une année, les teneurs sont plus élevées en saison froide du fait d'émissions plus importantes (notamment chauffage urbain) mais également d'une plus grande stabilité atmosphérique en hiver.

Les concentrations en O_3 varient de manière inverse à celles du NO_2. Ce comportement est lié aux réactions de chimie atmosphérique et notamment au cycle de formation/consommation entre l'ozone et les NO_x. De plus, les variations de l'ozone sont accentuées par des réactions photochimiques : les concentrations les plus élevées apparaissent en été lorsque l'ensoleillement est plus important.

Les variations des concentrations en particules PM_{10} sont moins corrélées avec les autres polluants, du fait de la contribution importante d'autres sources que celles uniquement liées au trafic routier. Un pic de concentration peut ainsi être observé en mars, période d'épandages agricoles générant des particules dites « secondaires » par le biais de réactions chimiques atmosphériques.

La figure 9 présente le profil journalier des concentrations en polluants pour le même ensemble de stations de mesure du réseau Airparif.

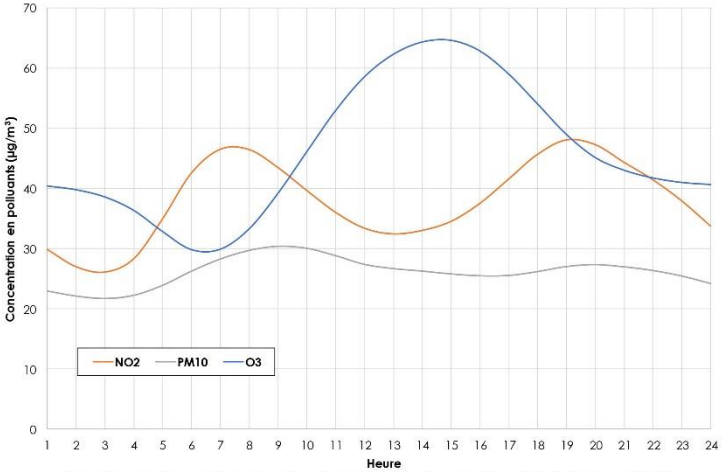


Figure 9 : profil journalier des concentrations de NO_2/PM_{10}/O_3 en Ile-de-France (données : Airparif)

A l'échelle journalière, les émissions du trafic routier sont plus fortes aux heures de pointes et la dispersion atmosphérique à l'échelle locale est plus importante aux heures creuses, ce qui entraine des pics de concentrations en NO_2 le matin (6h-8h) et le soir (18h-20h).

Comme pour le profil annuel, les concentrations en ozone suivent une évolution inverse. La production de ce composé par réaction photochimique est cette fois illustrée par le pic de 13h00 à 14h00 qui correspond en heure solaire à l'ensoleillement le plus important au zénith.

Ce comportement est moins marqué pour les particules PM_{10} en raison des autres sources d'émission de ce polluant.

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

3) Les effets de la pollution

Effets sur la santé

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

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

Les effets aigus ont été évalués au travers de plusieurs études françaises[6] et internationales[7] qui mettent en évidence une augmentation de la mortalité corrélée à l'augmentation des concentrations en polluants. Les résultats du projet européen Aphekom (2008-2011) indiquent que le non-respect de l'objectif de qualité OMS pour les $PM_{2.5}$ dans les 25 villes étudiées, causerait 19 000 décès prématurés par an. En particulier, les résultats ont montré que si les niveaux de particules $PM_{2.5}$ étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie (cf. figure 10).

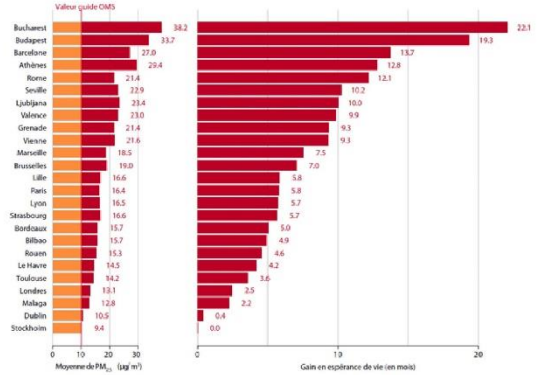


Figure 10 : gain d'espérance de vie pour une réduction des teneurs annuelles en $PM_{2.5}$ à 10 µg/m³

De plus, la pollution atmosphérique entraine des impacts sanitaires sur une part plus importante de la population par un effet pyramide : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de personnes affectées est important (cf. figure 11 ci-contre – source : Direction de la santé publique de Montréal, 2003).

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

Figure 11 : pyramide des effets de la pollution atmosphérique

En 2015, l'Agence européenne de l'environnement (AEE) estime pour sa part à environ 400 00 par an le nombre de décès attribuables à la pollution aux particules fines $PM_{2.5}$ en Europe, avec environ 90 % des citadins européens exposés à des niveaux de pollution supérieurs aux valeurs guides de l'OMS.

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

Effets sur la végétation

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

Effets sur les matériaux

La pollution, en plus de salir la surface des bâtiments, contribue également à leur dégradation physique. Les particules carbonées des cendres volantes et des suies se fixent sur les surfaces gypseuses et colorent la surface en noir en formant une croûte. Les métaux présents agissent ensuite comme catalyseur au processus d'oxydation par le SO_2 augmentant l'épaisseur de la croûte par la formation de cristaux de gypse. Cette corrosion est d'autant plus sévère que la pierre attaquée est poreuse. De plus, d'autres effets sont observables, comme la dégradation des matières plastiques par l'ozone ou l'oxydation des métaux par les pluies acides.

[6] Exemple : programme ERPURS (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé - ORS Ile-de-France) ; programme PSAS9 (Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain- INVS).
[7] Meta-analysis of the Italian Studies on short-term effects of Air Pollution (MISA) ; Estudio Multicéntrico Español sobre la relación entre la Contaminación Atmosférica y la Mortalidad (EMECAM) ; National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS) aux Etats-Unis ; Air Pollution and Health: A European Approach (APHEA) en Europe.

[8] Rapport et synthèse – Impact de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyses des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique.
[9] Programme de recherche « Clean Air for Europe » de la Commission européenne.

4) Coûts économiques des effets de la pollution atmosphérique

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

- En 2005, le programme CAFE de la Commission européenne estime le cout de la mortalité dans 25 pays de l'Union européenne en lien avec la pollution particulaire entre 190,2 et 702,8 milliards d'euros et celui de la morbidité à 78,3 milliards d'euros. Concernant la France, l'estimation de la mortalité est de 21,3 milliards d'euros et de 6,4 milliards d'euros pour la morbidité.
- Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé en 2012, au travers la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement un coût annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France métropolitaine compris à minima entre 20 et 30 milliards d'euros, en prenant notamment en considération les frais pour les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières[10].
- En avril 2015, une étude[11] conjointe de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime que, pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- Un rapport[12] du Sénat publié en juillet 2015 reprend les données du programme CAFE et estime que le coût total de l'impact sanitaire (mortalité et morbidité) de la pollution atmosphérique (particules et ozone) pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an. Par ailleurs, ce rapport met en évidence que le montant de certaines actions de lutte contre la pollution atmosphérique est inférieur aux bénéfices attendus de la prévention des impacts sanitaires, et donc que ces mesures de prévention engendrent des économies pour le pays. Par exemple, le projet Aphekom a permis de montrer que les politiques européennes de diminution du taux de soufre dans les carburants dans les années 1990 se sont traduites par une baisse du niveau de dioxyde de soufre (SO_2) ambiant et une réduction de la mortalité dans 14 villes européennes ; environ 2 200 décès par an, soit une économie estimée à 192 millions d'euros.
- D'après une étude réalisée conjointement par la Banque Mondiale et l'Université de Washington et parue en septembre 2016[13], le coût des décès prématurés liés à la pollution de l'air s'élève à environ 199 milliards d'euros pour l'année civile 2013, et cette pollution est le 4e facteur de décès prématuré dans le monde.

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

- Ainsi, le programme de recherche européen CAFE évalue en 2005 le coût de la baisse des rendements agricoles pour les 25 pays européens à 2,5 milliards d'euros.
- Une étude conjointe de l'INFRAS et de l'Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) de l'université de Karlsruhe a retenu, pour la France, un coût lié aux dommages de la pollution sur patrimoine bâti d'environ 3,4 milliards d'euros en 2000[14].
- Enfin, le rapport du Sénat de 2015 estime le cout non sanitaire de la pollution de l'air en France (baisse des rendements agricoles, dégradation des bâtiments, dépenses de recherche, etc.) à 4,3 milliards d'euros à minima.

5) La Réglementation

La qualité de l'air est réglementée en France par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (loi LAURE n°96/1236). Elle traite notamment : des plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) intégrés depuis la loi Grenelle II de 2010 au volet Air des Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), des plans de protection de l'atmosphère (PPA), des plans de déplacements urbains (PDU), des mesures d'urgence à mettre en œuvre en cas de dépassement des valeurs limites et des mesures techniques nationales de prévention de la pollution atmosphérique et d'utilisation rationnelle de l'énergie.

La mise en application de la loi sur l'air est à l'origine principalement formulée dans le décret du 6 mai 1998 ainsi que dans l'arrêté ministériel du 17 août 1998. Cette réglementation est amenée à évoluer régulièrement en fonction des nouvelles directives européennes ou politiques nationales. Actuellement, la réglementation française à prendre en compte pour la surveillance de la qualité de l'air est constituée par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 portant transposition de la directive européenne n°2008/50/CE. Le tableau 5 récapitule l'ensemble des textes relatifs à la qualité de l'air et son évaluation. Les valeurs limites issues de cette réglementation sont présentées dans le tableau 6 à tableau 8.

Type de texte	Intitulé
Code de l'Environnement	La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a été intégrée au code de l'environnement (L.221-1 à L.223-2 et R.221-1 à R.223-4)
Loi	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Directive	Directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
	Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant
	Directive n° 2002/3/CE du 12/02/02 relative à l'ozone dans l'air ambiant
	Directive n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant
	Directive n° 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant
Arrêté	Arrêté du 17 aout 1998 relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte
	Arrêté du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les installations classées pour l'environnement et aux normes de référence
	Arrêté du 25 octobre 2007 modifiant l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air
	Arrêté du 11 juin 2003 relatif aux informations à fournir au public en cas de dépassement ou de risque de dépassement des seuils de recommandation ou des seuils d'alerte
	Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
	Arrêté du 29 juillet 2010 portant désignation d'un organisme chargé de la coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air au titre du code de l'environnement (livre II, titre II)
	Arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public
Décret	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
	Décret n° 2010-1268 du 22 octobre 2010 relatif à la régionalisation des organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air
Circulaire	Circulaire du 12 octobre 2007 relative à l'information du public sur les particules en suspension dans l'air ambiant.
	Circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Tableau 5 : récapitulatif de la réglementation en vigueur en France sur la qualité de l'air

[10] Commissariat Général au Développement Durable. Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement - Santé et qualité de l'air extérieur. Juin 2012.
[11] OMS & OCDE. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. 2015.
[12] Commission d'enquête sénatoriale. Pollution de l'air, le coût de l'inaction. Tome I : Rapport. Juillet 2015.
[13] Banque Mondiale & Université de Washington (IHME). The Cost of Air Pollution: Strengthening the economic case for action [Le coût de la pollution atmosphérique : Renforcer les arguments économiques en faveur de l'action]. Septembre 2016.
[14] INFRAS & IWW. External Costs of Transport (accident, environmental and congestion costs) in Western Europe. 2000.

Benzène (C_6H_6)		
Objectif de qualité	2 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m³	Moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO_2)		
Objectif de qualité	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	30 µg/m³	Moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	200 µg/m³	Moyenne tri-horaire prévue à J+1 si 200 µg/m³ dépassés à J0 et J-1 en moyenne tri-horaire
Ozone (O_3)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m³.h	AOT40[15] calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne calculée sur 3 ans
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m³.h	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m³	Moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1er seuil : 240 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	2ème seuil : 300 µg/m³	Moyenne tri-horaire
	3ème seuil : 360 µg/m³	Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO_2)		
Objectif de qualité	50 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	350 µg/m³	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m³	Moyenne annuelle et moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m³	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m³	Moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

Tableau 6 : valeurs réglementaires pour les composés gazeux dans l'air ambiant

Particules PM_{10}		
Objectif de qualité	30 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	50 µg/m³	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m³	Moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m³	Moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg/m³	Moyenne sur 24 heures
Particules $PM_{2.5}$		
Objectif de qualité	10 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur cible	20 µg/m³	Moyenne annuelle
Plomb (Pb)		
Objectif de qualité	0,25 µg/m³	Moyenne annuelle
Valeur limite	0,5 µg/m³	Moyenne annuelle
Arsenic (As)		
Valeur cible	6 ng/m³	Moyenne annuelle
Cadmium (Cd)		
Valeur cible	5 ng/m³	Moyenne annuelle
Nickel (Ni)		
Valeur cible	20 ng/m³	Moyenne annuelle
Benzo[a]pyrène (BaP)		
Valeur cible	1 ng/m³	Moyenne annuelle

Tableau 7 : valeurs réglementaires pour les composés particulaires dans l'air ambiant

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

Tableau 8 : définition des seuils réglementaire

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

Annexe 2 : Fiche des points de mesure

P1					
Localisation : boulevard de Lagny (D35)				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'54.06"N	2°42'22.27"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	164	10/11/2020	12h11	24/11/2020	11h28

P2					
Localisation : Allée des Bois de Bussy (proximité immédiate A4)				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'42.98"N	2°43'55.86"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	357	10/11/2020	12h57	24/11/2020	12h02

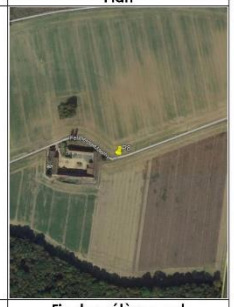
P3					
Localisation : Allée des Bois de Bussy (200m au sud de l'A4)				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'36.23"N	2°44'2.42"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	358/159	10/11/2020	12h57	24/11/2020	12h06

P4					
Localisation : A4 - Aire de Ferrières				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'41.17"N	2°44'29.27"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	353	10/11/2020	14h09	24/11/2020	13h28

P5					
Localisation : Avenue Gutenberg				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'57.70"N	2°44'25.15"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	349	10/11/2020	12h53	24/11/2020	11h52

P6					
Localisation : A4 à hauteur de Jossigny				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'48.04"N	2°45'12.86"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	348	10/11/2020	14h30	24/11/2020	13h05

P7					
Localisation : D10 / Habitations proches A4 (env. 240 m nord)				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'57.57"N	2°45'15.86"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	350	10/11/2020	12h40	24/11/2020	13h00

P8					
Localisation : Premières habitations proches A4 (env. 330 m sud)				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'36.45"N	2°45'6.45"E
Photographies				**Plan**	
					
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	356	10/11/2020	12h46	24/11/2020	13h08

P9					
Localisation : Premières habitations proches A4 (env. 220 m sud)				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'46.20"N	2°46'18.15"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	146	10/11/2020	14h24	24/11/2020	13h14

P10					
Localisation : A4 sortie D345				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°49'53.32"N	2°46'19.69"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	352	10/11/2020	14h15	24/11/2020	13h32

P11					
Localisation : D345 (sortie A4)				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°50'0.05"N	2°46'34.46"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	139	10/11/2020	14h44	24/11/2020	13h45

P12					
Localisation : Rue de Paris (Jossigny) - Mairie				**Coordonnées**	
Typologie : ☐ Trafic ☒ Fond urbain ☐ Fond rural				48°50'16.86"N	2°45'7.88"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	319	10/11/2020	12h33	24/11/2020	11h48

P13					
Localisation : Av. du Général de Gaulle (ouest bd Louis Guibert)				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°50'23.42"N	2°43'34.98"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	355	10/11/2020	12h23	24/11/2020	11h36

P14					
Localisation : Av. du Général de Gaulle (est bd Louis Guibert et bd Rome)				**Coordonnées**	
Typologie : ☒ Trafic ☐ Fond urbain ☐ Fond rural				48°50'34.75"N	2°44'26.05"E
Photographies				**Plan**	
Polluant	**Capteur / Filtre**	**Début du prélèvement**		**Fin du prélèvement**	
NO_2	351	10/11/2020	12h27	24/11/2020	11h42